

Spis treści

Ewa BERDYCHOWSKA, Krzysztof GAWRON, Bożena HOŁA

Zarządzanie nieruchomościami we Wrocławiu w kontekście przygotowania bazy hotelowej dla potrzeb EURO 2012

Management of hotel real estate in Wrocław city in context of hotel base preparations for the European Football

Championships EURO 2012..... 469

Joanna DRZEWIECKA, Jerzy PASŁAWSKI

Analiza zakłóceń procesów budowlanych

Interference analysis of construction processes 475

Mirosław DYTCZAK, Grzegorz GINDA, Tomasz WOJTKIEWICZ

Identyfikacja roli czynników opóźnień realizacji złożonych przedsięwzięć budowlanych

Identification of factors influencing delays during realisation of complex construction projects..... 481

Jacek GOŁASZEWSKI, Dawid STOLARCZYK

Zakres obowiązków uczestników procesu inwestycyjno budowlanego na przykładzie Hiszpanii i Polski

Responsibilities of participants of the building-investment process on the example of Spain and Poland 487

Agnieszka JABŁOŃSKA-KRYSIEWICZ, Marek KRYSIEWICZ

Problemy projektowania i przebudowy obiektów mostowych

Problems in designing and rebuilding of bridges and culverts 493

Piotr JAŚKOWSKI, Sławomir BIRUK

Ocena porównawcza mierników odporności harmonogramów budowlanych

Evaluating surrogate measures of construction project schedule robustness 501

Bogusław KACZMAREK

Formułowanie polityki i strategii ekologicznego rozwoju przedsiębiorstwa – zarys problematyki

Formulating policy and strategy for ecological development of the enterprise - a sketch of the problem..... 507

Oleg KAPLIŃSKI

Problematyka inżynierii przedsięwzięć budowlanych w świetle ankiety sekcji KILiW PAN

Problems of construction engineering projects in the light of the survey of Civil Engineering Committee

Section of the Polish Academy of Sciences..... 511

Oleg KAPLIŃSKI, Friedel PELDSCHUS

Socio-economic systems: a school of professor Romualdas Ginevičius..... 517

Tamás KOCSIS, Miklós HAJDU, Orsolya BOKOR

Challenges of the construction industry of transition countries..... 521

Renata KOZIK, Elżbieta STARZYK

Wpływ światowego kryzysu gospodarczego na polski rynek zamówień publicznych na roboty budowlane

Influence of global economic crisis on public construction orders in Poland 527

Edwin KOŹNIEWSKI, Marcin ORŁOWSKI

Obszary efektywnego zasięgu betonowni

Optimum range areas of ready-mixed concrete plants 531

Janusz KRENTOWSKI, Romuald SZELĄG, Rościsław TRIBIŁŁO

Koncepcja, metodologia i realizacja naprawczych robót specjalistycznych
pływalni miejskiej w stanie awaryjnym

The concept, methodology and realization of specialist remedial work of the municipal

swimming pool in the emergency state 541

Janusz KRENTOWSKI, Romuald SZELĄG, Rościsław TRIBIŁŁO

Projektowanie wzmocnień i rewaloryzacja zabytkowych sklepień ceglanych, powłokowo-żebrowych

Reinforcement design and revaluation of the antique shell-rib brick vaults 547

Mariola KSIĄŻEK

Analiza porównawcza wybranych metod wielokryterialnych oceny przedsięwzięć inwestycyjnych

Use of the multicriteria methods for investigation assessment in decision-making process 555

Janusz KULEJEWSKI, Jacek ZAWISTOWSKI

Metoda symulacyjna wyznaczania wielkości buforów stabilizujących harmonogramy budowlane

Time buffer size simulation stabilizing construction schedules 563

Agnieszka LEŚNIAK, Edyta PLEBANKIEWICZ

Wybór firmy zarządzającej w realizacji publicznych inwestycji budowlanych

Selection of management company in construction public sector investments 573

Mikołaj MALESZA, Czesław MIEDZIAŁOWSKI, Jarosław MALESZA

Kształtowanie i wykonawstwo budynków w konstrukcji lekkiego szkieletu drewnianego

Buildings in the light wood-framed technology formation and construction 577

Roman MARCINKOWSKI, Artur KOPER

Projektowanie zespołu maszyn zapewniających ciągłość betonowania konstrukcji monolitycznej

Planning group of machines to provide continuity concreting of monolith structures 583

Wiesław MESZEK, Agnieszka DZIADOSZ

Wpływ nieefektywności rynku nieruchomości na dokładność opisu wartości nieruchomości
za pomocą liniowych modeli regresji wielorakiej

The influence of inefficiency of property market on the accuracy of description of property value

using linear models of multiple regression 589

Andrzej MINASOWICZ, Bartosz KOSTRZEWA

Analiza czasowo-kosztowa planowanego przedsięwzięcia budowlanego przy zastosowaniu zbiorów rozmytych

The time-cost analysis of the construction project based on fuzzy sets 595

Maciej MORKA

Czynniki wpływające na stan bezpieczeństwa pracy na placu budowy

Factors affecting the condition of the job safety on the construction site 605

Jerzy OBOLEWICZ

Koncepcja wykorzystania modelu EFQM w zarządzaniu bezpieczeństwem i ochroną zdrowia
w przedsiębiorstwie budowlanym

EFQM model utilization for safety and health protection in building enterprises 611

Jerzy OBOLEWICZ

Ocena stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w przedsiębiorstwach budowlanych

The opinion of state of safety and the protection of health in building enterprises..... 621

Hartmut PASTERNAK

Sustainable restoration of the roof of a large indoor pool.....

631

Iwona POSADZIŃSKA

Obszary społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw budowlanych

Areas of social responsibility of building enterprises..... 639

Michał RUTKOWSKI, Andrzej SKARZYŃSKI

Zagadnienia realizacji centrów handlowo-rozrywkowych na przykładzie budowy Galerii Malta w Poznaniu

Issues of the shopping and entertainment centre realisation on the example of the Galeria Malta in Poznan..... 645

Anna SOBOTKA, Paweł JASIAK

Uwzględnienie ryzyka w ocenie czasu w ofercie rewitalizacji obiektu zabytkowego

The risks consideration in the time assessment in offer for historic building revitalization..... 651

Anna SOBOTKA, Daniel WAŁACH

Koncepcja zastosowania metody zarządzania łańcuchem dostaw w procesie inwestycyjnym w budownictwie

The conception of usage of supply chain management method in construction projects..... 655

Elżbieta STRZELECKA

Rewitalizacja miast w kontekście zrównoważonego rozwoju

Urban revitalization in the context of sustainable development..... 661

Mikołaj SYCZEWSKI

Adaptacja żelbetowej konstrukcji obiektu zakładów graficznych do zmodernizowanego procesu technologicznego

Conversion of reinorced structure of the graphic factory building to modernized technological process..... 669

Mikołaj SYCZEWSKI

Eksplatacyjne problemy techniczne w starych budynkach wielorodzinnych po modernizacji dachów

Problems of technical exploitation in old multi-family buildings after modernization of their roofs..... 677

Aleksandr VASILEV

Ocena i prognozowanie stanu degradacji konstrukcji żelbetowych

Estimation and forecasting the state of degradation for reinforced concrete structure..... 681

Marek WIRKUS, Roman TRZCIŃSKI

Skuteczne zarządzanie roszczeniami w budownictwie

Efficient management of claims in civil engineering..... 685

Marek WIRKUS, Tadeusz WĘSIERSKI, Anna CHMIELARZ

Marnotrawstwo pracy maszyn na placu budowy

Waste of machinery at the construction site..... 699

ZARZĄDZANIE NIERUCHOMOŚCIAMI WE WROCŁAWIU W KONTEKŚCIE PRZYGOTOWANIA BAZY HOTELOWEJ DLA POTRZEB EURO 2012

Ewa BERDYCHOWSKA^a, Krzysztof GAWRON^{b*}, Bożena HOŁA^b

^a „EXIST III” Zarządzanie Nieruchomościami, ul. Grabiszyńska 61-65, 53-303 Wrocław

^b Instytut Budownictwa, Politechnika Wrocławska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

Streszczenie: W referacie przedstawiono analizy dotyczące rozwoju inwestycji hotelowych we Wrocławiu na przestrzeni ostatnich 20 lat, ze szczególnym uwzględnieniem działań związanych z organizacją Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej EURO 2012. Nakreślono problemy związane z zarządzaniem nieruchomościami hotelowymi, należącymi do licznej grupy nieruchomości komercyjnych. Zaprezentowano także nowe spojrzenie na zarządzanie nieruchomościami komercyjnymi, polegające na poszerzeniu pola zainteresowań nieruchomością pod kątem zwiększenia zadowolenia jej użytkowników.

Słowa kluczowe: zarządzanie nieruchomościami, nieruchomość komercyjna, hotel.

1. Wprowadzenie

Organizacja tak dużego przedsięwzięcia jak EURO 2012 stawia przed władzami krajowymi, jak i lokalnymi, wielkie wyzwania inwestycyjne. Najczęściej kojarzonymi się z tym wydarzeniem inwestycjami są budowy i przebudowy infrastruktury komunikacji samochodowej, kolejowej i lotniczej, a także budowa stadionów i baz pobytowo-treningowych. W zakresie lokalnych problemów pozostaje zapewnienie przez władze samorządowe odpowiedniej bazy hotelowej dla osób chcących bezpośrednio uczestniczyć w tej imprezie. Odpowiednia liczba miejsc noclegowych, spełniających oczekiwania potencjalnych turystów piłkarskich, na pewno korzystnie wpłynie na wizerunek miasta-organizatora, a tym samym pozwoli na szeroką i pozytywną promocję poza granicami kraju. Przed takim problemem stoją także władze Wrocławia.

2. Rozwój inwestycji hotelarskich we Wrocławiu

Hotele należą do grupy nieruchomości komercyjnych (Jońska, 2011), tak więc nie władze samorządowe (a tym bardziej centralne) będą bezpośrednimi inwestorami działającymi na tym rynku. Władze administracyjne mogą jedynie stworzyć przyjazne warunki do rozwoju i prowadzenia inwestycji hotelowych poprzez

udostępnienie odpowiednich lokalizacji i usprawnienie procedury administracyjnej jej przygotowania. Każde z miast-organizatorów boryka się na różnym poziomie z problemami odpowiedniego przygotowania bazy hotelowej. Wynika to głównie z różnorodnego tempa wzrostu atrakcyjności turystycznej i gospodarczej tych miast po roku 1990. W dalszej części artykułu przeanalizowano dotychczasowy rozwój inwestycji hotelarskich we Wrocławiu, a także jego perspektywy.

W 1990 roku we Wrocławiu było osiem hoteli, w tym tylko jeden 4-gwiazdkowy. Hotelu o wyższym standardzie nie było, a podstawę bazy hotelowej stanowiły hotele 3-gwiazdkowe. W latach 1991-1993 we Wrocławiu nie zakończono żadnej inwestycji hotelarskiej, a w latach 1994-2000 skoncentrowano się na rozwoju średniej bazy hotelowej (tzn. hoteli 2- i 3-gwiazdkowych). W ciągu tych siedmiu lat oddano do użytku 11 hoteli o tym standardzie, co związane było z zapotrzebowaniem na taki poziom usług dla średnio zamożnego społeczeństwa. Wyraźne ożywienie na tym rynku, a także rozszerzenie usług o hotele wyższego standardu obserwujemy po roku 2001, a w szczególności w ostatnich trzech latach. Udostępnione obiekty hotelowe w latach 2009-2011, jak i prowadzone inwestycje w tym zakresie, obejmowały hotele 3-gwiazdkowe i wyższe. Rozwój tego rynku nieruchomości przedstawiony został na rysunku 1.

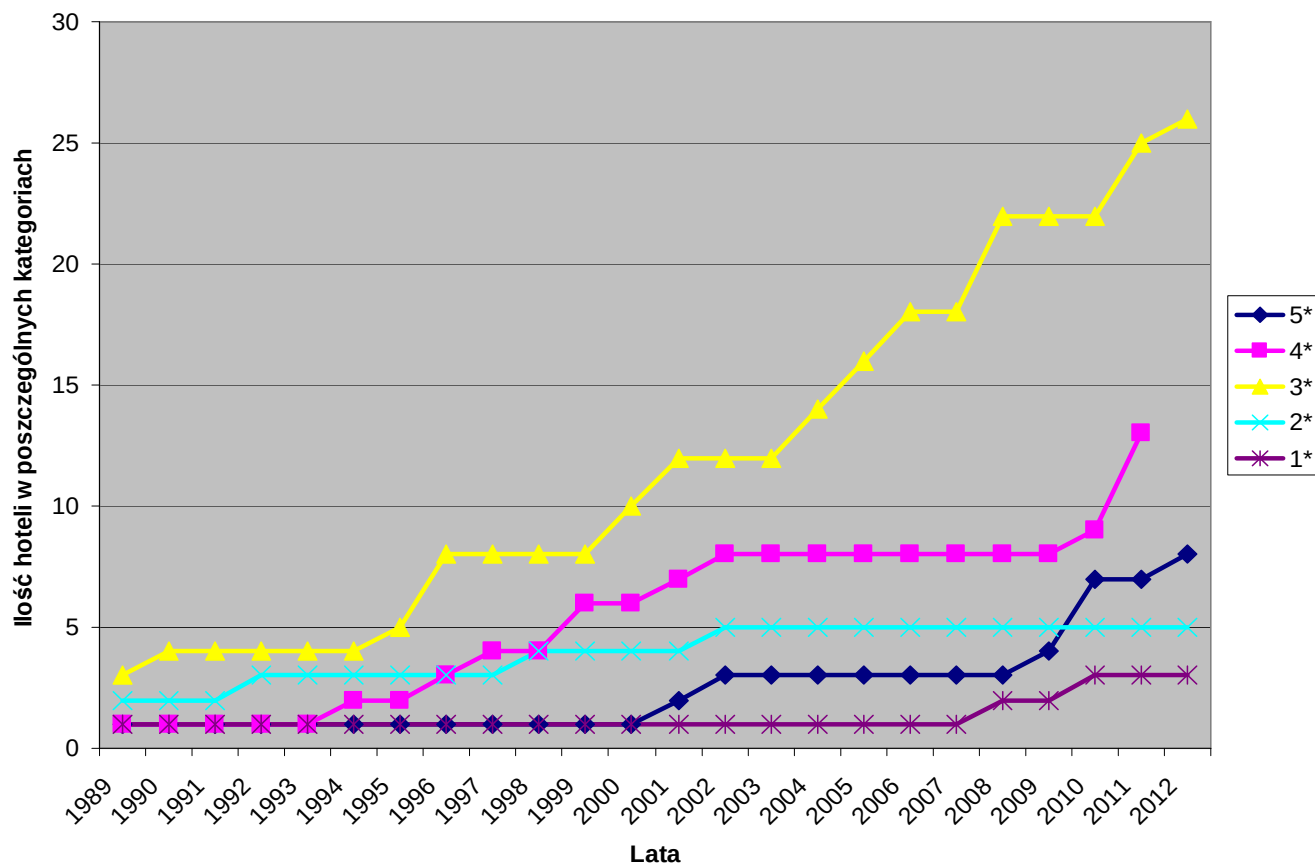
Jak wynika z przedstawionych wykresów najdynamiczniej rozwinął się sektor hoteli

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: krzysztof.gawron@pwr.wroc.pl

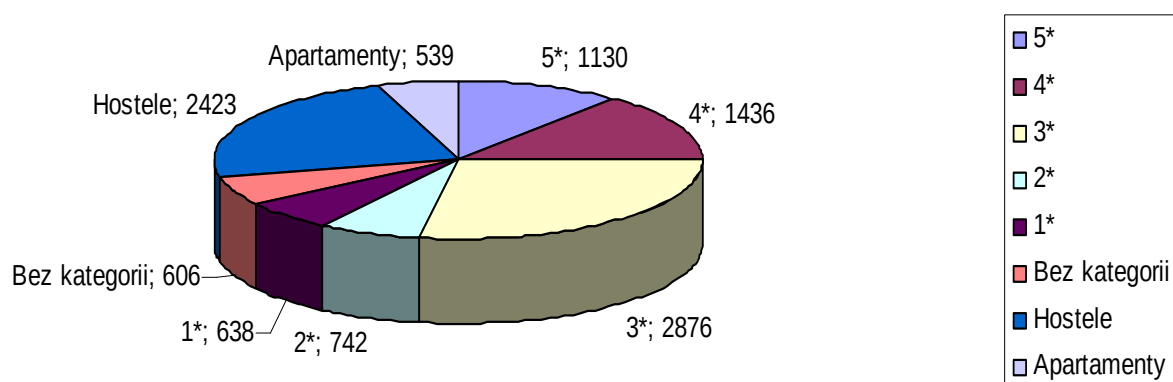
3-gwiazdkowych, a w ciągu ostatnich lat, co wynika z wyraźnego patrzenia poprzez perspektywę EURO 2012, wzrosła dynamika rozwoju 4- i 5-gwiazdkowej bazy hotelowej.

Bazę noclegową w każdym dużym mieście tworzą poza skategoryzowanymi (poprzez nadane gwiazdki) hotelami, hotele nie skategoryzowane, a także hostele

i apartamenty. Ogólną liczbę miejsc noclegowych we Wrocławiu we wszystkich jednostkach hotelowych oszacowano na ponad 10 000. Szczegółowy podział miejsc dla poszczególnych kategorii przedstawiono na rysunku 2. Zdecydowanie największy udział w tym rynku mają hotele 3-gwiazdkowe oraz hostele.



Rys. 1. Rozwój bazy hotelowej we Wrocławiu w latach 1989-2012



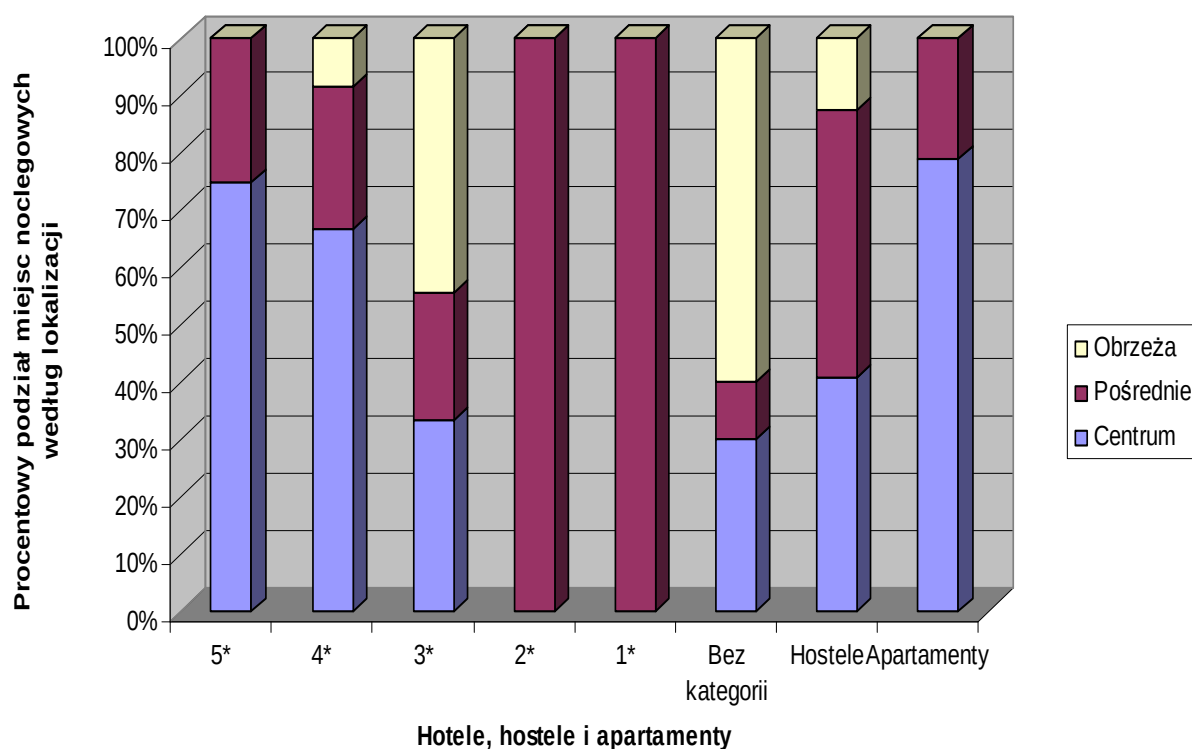
Rys. 2. Ilość miejsc noclegowych we Wrocławiu w 2011 roku

Analizie poddano także lokalizację poszczególnych obiektów świadczących usługi hotelarskie (rys. 3). Wyraźnie widoczna jest tu symetria tego wykresu, co świadczy o lokalizacji obiektów hotelowych o wysokim standardzie w centrum miasta oraz przesuwaniu w kierunku obrzeży miasta hoteli wraz z obniżaniem standardu obiektu.

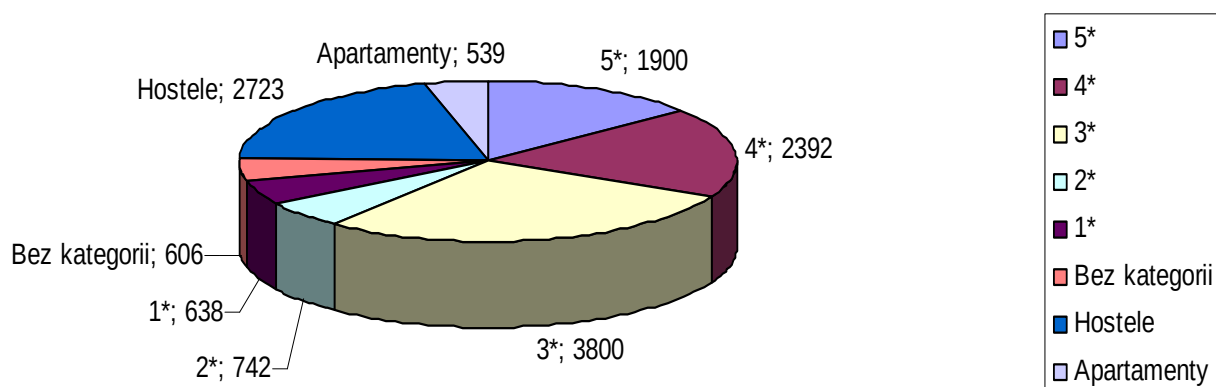
W związku z organizacją przez Wrocław trzech meczów fazy grupowej w ramach rozgrywek EURO 2012 oszacowano, że istniejąca baza noclegowa, a szczególnie hoteli o wyższym i najwyższym standardzie, jest niewystarczająca. Dlatego też prowadzone są liczne inwestycje budowlane, których ukończenie planowane jest przed rozpoczęciem EURO 2012, a które mają znacząco zwiększyć liczbę miejsc noclegowych w hotelach. Ilościowy wzrost miejsc w poszczególnej klasie hoteli przedstawiono na rysunku 4. W analizie tej nie uwzględniono hoteli nie skategoryzowanych i apartamentów, gdyż rozwój tego rynku jest trudny

do kontrolowania. Podobnie sytuacja przedstawia się z rozwojem bazy noclegowej hosteli. Są to przedsięwzięcia pojawiające się często nagle i to w najmniej spodziewanych lokalizacjach. Z posiadanego jednak rozeznania można sądzić, że przyrost miejsc noclegowych w tym segmencie usług będzie znaczny i można szacować go na około 300 miejsc. Przy tych założeniach do 2012 roku powinien nastąpić wzrost liczby miejsc noclegowych we Wrocławiu do ponad 13 300.

Budowa nowych hoteli oraz modernizacja istniejących, zlokalizowanych w zabudowanych częściach miasta, stawia przed ich zarządcami duże wyzwania. W przypadku modernizacji, problemem do rozwiązania jest nie tylko zakres modernizacji wynikający z aktualnych potrzeb i wymagań użytkowników, ale również uzyskanie wymaganych decyzji administracyjnych, a przede wszystkim sprawne zorganizowanie przebiegu robót prowadzonych bardzo często w eksploatowanym obiekcie.



Rys. 3. Rozmieszczenie bazy hotelowej na terenie Wrocławia



Rys. 4. Szacowana ilość miejsc noclegowych we Wrocławiu w 2012 roku

3. Nowe podejście do zarządzania nieruchomościami

Zarządzanie nieruchomością jest działalnością zawodową wykonywaną przez licencjonowanych zarządców nieruchomości lub przedsiębiorców prowadzących działalność w zakresie zarządzania nieruchomościami odbywającą się na zasadach określonych w ustawie o gospodarowaniu nieruchomościami. Zarządzanie nieruchomością nie jest zadaniem prostym. Wymaga zarówno dużej wiedzy o obowiązujących przepisach i skrupulatności w ich przestrzeganiu, jak i chłodnej kalkulacji finansisty oraz zmysłu wizjonera, który potrafi wykorzystać nowoczesne technologie, decydujące o funkcjonalności obiektu dzisiaj i jego atrakcyjności w przyszłości (Godziszewski i in., 2011).

Podejście do zarządzania nieruchomościami można sklasyfikować jako klasyczne i współczesne. Pierwsze podejście oznacza tradycyjne zarządzanie nieruchomościami określane również mianem – statycznego, a współczesne mianem dynamicznego (Rymarza, 2009). Pierwsze z nich ogranicza się do niezbędnych czynności administracyjnych, technicznych i gospodarczych, które składają się na utrzymanie budynków w należytym stanie. Takie podejście zostało usankcjonowane ustawą o gospodarce nieruchomościami z 21 sierpnia 1997r., gdzie w art. 185 wspomnianej ustawy stwierdza się, że: *„Zarządzanie nieruchomością, w rozumieniu niniejszej ustawy, polega na podejmowaniu wszelkich decyzji i dokonywaniu wszelkich czynności zmierzających do utrzymania nieruchomości w nie pogorszonym stanie zgodnie z jej przeznaczeniem, jak również do uzasadnionego inwestowania w tę nieruchomość.”*

Istotne jest, że definicja klasyczna dostrzega potrzebę inwestowania w zarządzane nieruchomości, pomija natomiast zupełnie kwestię podporządkowania polityki czy strategii przyjętej dla nieruchomości oczekiwaniom użytkowników (zorientowanie na klienta) (Niezabitowska, 2010).

W okresie tworzenia w Polsce jednostek zajmujących się zarządzaniem nieruchomościami, po wprowadzeniu przez powołaną wcześniej ustawę zawodu zarządcy nieruchomości, nie zauważano potrzeby pro-klienckiego nastawienia. Najważniejszy był budynek i jego funkcjonowanie rozumiane jako regulowanie bieżących płatności, bieżąca konserwacja i odbieranie opłat od użytkowników. Naturalną rzeczą jest, że ludzka cywilizacja rozwija się. Nowe rozwiązania w technice tworzone są po to, żeby jak najbardziej ułatwić ludziom życie. Rozwój technologii budowlanych i równoległy wzrost wymagań użytkowników nieruchomości spowodował, że podejście do sposobu zarządzania nieruchomościami musiało się poddać ewolucji.

Podejście nazwane *współczesnym* zakłada kreatywność, innowacyjność w gospodarowaniu nieruchomościami, a także skoncentrowanie się nie tylko na samym budynku, lecz także na użytkownikach. Podejście to określamy mianem *facility management* (FM). FM w Polsce nie ma jeszcze ustalonej definicji. Według *Internacional Facility Management Association* –

*IFMA*¹ *facility management* jest praktyczną koordynacją fizycznych miejsc pracy z ludźmi oraz funkcjonowaniem organizacji. Integruje zasady administrowania biznesem, architekturą i technicznego utrzymania obiektów.

Zarządzanie budynkiem w ujęciu FM rozpatrywane jest szerzej w stosunku do definicji klasycznej zarządzania nieruchomościami. Podejście *facility* zakłada obecność zarządcy nieruchomości podczas całego cyklu życia budynku. Aktywnie włącza się w procesy planowania i realizacji inwestycji, aby budynki osiągnęły wysoką jakość funkcjonalną i behawioralną. Zarządca współczesny zna wszystkie niedociągnięcia w funkcjonowaniu obiektu i ich przyczyny. Zarządza powierzchnią w czasie eksploatacji nieruchomości. Uwzględnia zarządzanie techniką przez co uwiadcza się „skłonność” do nowoczesnych koncepcji i metod zarządzania, zakłada wyższy (od klasycznego zarządzania) poziom wymagań kwalifikacyjnych, bardziej wszechstronne przygotowanie zawodowe z dziedzin zarządzania, ekonomii, finansów, a także wysokich umiejętności politechnicznych. W procesy zarządzania włącza elementy psychologii i socjologii środowiskowej, ułatwiając w ten sposób kontakty międzyludzkie.

Zdecydowanie podejście holistyczne (tzn. całościowe) do zarządzania nieruchomością daje przewagę konkurencyjną. Natomiast w warunkach polskich najbardziej rozpowszechniony jest aspekt techniczny dziedziny *facility management* jako niezwykle ważny w połączeniu z oceną ryzyka oraz niezawodnością systemów technicznych, będących na wyposażeniu każdej nieruchomości. Przejawia się on w obserwacji zmian jakie zachodzą w cyklu życia budynku, każdy budynek chyli się ku upadkowi (Śliwiński i Śliwiński, 2006). *Facility* techniczny obserwuje zachodzące zmiany występujące w skutek eksploatacji elementów budynku i materiałów ze szczególnym uwzględnieniem ewentualnych przemieszczeń zachodzących w konstrukcji obiektu czy występujących przeciążeń (Śliwiński i Śliwiński, 2006). Prawdopodobieństwo w rozpoznaniu fazy cyklu życia obiektu budowlanego determinuje podjęcie decyzji inwestycyjnych czy remontowych.

Ideą *Facility* technicznego jest oddanie do użytku i utrzymanie zarówno budynków jak i instalacji cechujących się wysoką jakością i sprawnością. Zakres czynności FM opiera się na dążeniu do eliminacji nieprzewidzianych awarii w skutek prowadzenia odpowiednich działań zapobiegawczych, poprzez systematyczne przeglądy i konserwacje urządzeń wykonywane przez osoby do tego uprawnione. Do takich działań należy: wykonywanie próbnych alarmów ppoż., próbne uruchamianie systemów oświetlenia ewakuacyjnego lub oddymiania klatek schodowych, przeglądy głównego wyłącznika prądu, próba szczelności instalacji klimatyzacyjnej przed sezonem letnim itp. *Facility* techniczny pracuje ze świadomością, że niespodziewana awaria może spowodować wyłączenie części obiektu lub nawet całości z eksploatacji,

¹ Organizacja międzynarodowa skupiająca głównie profesjonalistów menedżerów z dziedziny FM

co w warunkach działalności komercyjnej jest niedopuszczalne.

4. Problemy realizacyjne modernizacji obiektu hotelowego we Wrocławiu przed EURO 2012

Przyznanie Polsce prawa organizacji Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej - EURO 2012 dodało „wiatru w żagle” inwestorom. Kreślono plany nowych inwestycji hotelowych, których daty przekazania do użytkowania ustalano najpóźniej na lato-jesień 2011r. Zakładały one wybudowanie 9 nowych hoteli o wysokim standardzie oraz liczne modernizacje hoteli istniejących. Dziś już wiemy, że nie wszystkie z nich zostaną zrealizowane. Z pewnością jednak te ostatnie lata przyczyniły się do zdecydowanego rozwoju wrocławskiego rynku hotelowego. Wszystko po to, aby pokazać Europie (może nawet Światu), jakimi zasobami dysponuje Polska. Istnieją też bardziej przyziemne argumenty wyjaśniające decyzje odnośnie modernizacji obiektów hotelowych. Obiekty, które zdecydowały się na współpracę z UEFA poprzez kontraktowanie usług na potrzeby zaproszonych gości muszą spełnić określone wymagania odnośnie standardu. Spełnienie wcześniej określonych wymagań jest obecnie weryfikowane przez przedstawicieli tej piłkarskiej organizacji. Skategoryzowane obiekty hotelowe są również poddawane kontroli przeciwpożarowej przez służby Powiatowej Straży Pożarnej. Kontrole te przeprowadzane są w kontekście sprawdzania przygotowanych zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz w celu rozpoznania obiektów przez obsługujące je jednostki ratowniczo-gaśnicze.

Przedstawiciele UEFA zainteresowani są głównie hotelami o wysokim i najwyższym poziomie usług, czyli hotelami od 3-gwiazdek wzwyż. Hotele te, jak wskazuje przeprowadzona analiza (patrz rysunek 3) zlokalizowane są głównie w centrum Wrocławia. Realizacja decyzji inwestycyjnych w postaci budowy lub modernizacji obiektu hotelowego zlokalizowanego w centrum miasta napotyka na zdecydowanie więcej problemów niż budowa nowego obiektu na jego obrzeżu. Przeanalizowano jeden z takich przypadków dotyczący modernizacji obiektu hotelowego.

Modernizacja analizowanego obiektu obejmowała:

- wymianę stolarki okiennej na dźwiękoszczelną na wszystkich kondygnacjach, zapewniającą ochronę przed hałasem do poziomu $R_w = 40$ dB;
- wymiana drzwi do modułów pobytowych na nowe o odporności ogniowej EI30 oraz pomiędzy korytarzami w wydzielonych klatkach schodowych na drzwi o odporności ogniowej EI60 na wszystkich kondygnacjach;
- modernizację łazienek polegającą na wymianie glazury oraz armatury (bez zmiany układu zasilania);
- modernizację modułów pobytowych (pokoi) polegającą na zmianie układu zasilania w energię elektryczną (dodatkowe punkty świetlne oraz zasilanie urządzeń klimatyzacyjnych) oraz wymianie okładzin

ściennych (tapeta w pokoju, farba typu lateks w przedpokoju);

- przebudowę recepcji i holu polegającą na wprowadzeniu nowoczesnej aranżacji recepcji, odnowieniu okładzin ściennych, wymianę części instalacji elektrycznej (zasilanie dla urządzeń klimatyzacyjnych), wymianie stolarki drzwiowej i okiennej;
- zainstalowanie w całym obiekcie nowoczesnego systemu klimatyzacji i wentylacji VRV firmy Daikin – jest to inteligentny system klimatyzacyjny, składający się z dwóch jednostek zewnętrznych, w którym do jednej z nich podłączono 40 jednostek wewnętrznych obsługujących część pobytową, a do drugiej część ogólnodostępną (sale konferencyjne, restauracja, itp); pozwala to na precyzyjną kontrolę temperatury w obiekcie przy wysokiej efektywności energetycznej; dodatkowe cechy tego systemu to: niska emisja hałasu (zgodna z wymogami ochrony środowiska), praca w szerokim zakresie temperatur oraz możliwość odzyskiwania ciepła (zwiększenie energooszczędności układu VRV); system posiada wersję grzewczo-chłodzącą i może przejąć rolę jedynego źródła ciepła przy zużyciu energii konkurencyjnym z ogrzewaniem konwencjonalnym;
- zainstalowanie systemu kontroli dostępu, zasilana bezprzewodowo, eliminującą nie kontrolowane wejścia i wyjścia z pomieszczeń (każdy użytkownik posługując się kartą chipową ma ograniczony dostęp do wynajętego pokoju w określonym przedziale czasowym);
- zainstalowanie systemu alarmu pożarowego podłączonego pod monitoring Powiatowej Straży Pożarnej, składającego się z systemu zaprojektowanych czujek i detektorów, które wraz z systemem oddymiania, wyłącznikiem głównym prądu oraz wyłącznikiem dźwigu osobowego doprowadzone są do umiejscowionej w recepcji centrali p-poż, reagującej na zadymienia lub podwyższoną temperaturę;
- montaż nowoczesnego dźwigu osobowego, przystosowanego dla osób niepełnosprawnych, o odpowiedniej szerokości oraz nisko umieszczonym panelu sterowania z alfabetem Braila.

Pierwszym z problemów, który należało rozwiązać było uzyskanie pozwolenia na budowę instalacji klimatyzacyjnej i wentylacyjnej z umiejscowieniem central klimatyzacyjnych na zewnątrz budynku. Wykonanie modernizacji obiektu i nie wykonanie takiej instalacji byłoby zaprzeczeniem powziętej decyzji o modernizacji obiektu. Konieczność uzyskania decyzji środowiskowej oraz decyzji konserwatora zabytków (nawet w przypadku, gdy obiekt nie jest zabytkowy, a tylko położony w strefie objętej opieką konserwatora zabytków) wydłuża czas przygotowania inwestycji, jak również narzuca ostateczny kształt projektu oraz dobór urządzeń. Decyzje administracyjne mają również wpływ na koszty inwestycji (nikt oprócz inwestora nie bierze tego pod uwagę).

W trakcie remontu obiekt został wyłączony z eksploatacji jedynie na 4 dni w momencie skuwania i późniejszego układania glazury na powierzchni holu hotelowego. Wszystkie prace remontowe trwały w sumie 6 miesięcy, jednak zostały poddane etapowaniu z uwagi na występującą sezonowość w usługach hotelowych i tak faktycznie roboty wykonywane były w okresie styczeń – kwiecień i później lipiec – sierpień. Po zakończeniu inwestycji w podsumowaniu można stwierdzić, że największym problemem, przy tak dużym zakresie prac, była lokalizacja obiektu. Codzienna eksploatacja tego hotelu powoduje komplikacje (przykładowo z podjazdem samochodu lub autokaru), natomiast w momencie potrzeby odbioru dużej części dostawy (przykładowo mebli na jedno lub dwa piętra czy drzwi wejściowych do pokoi), odbiory trzeba było organizować nocą, blokując tory tramwajów (tramwaje na trasie zlokalizowane przy hotelu nie kursują w godzinach od 24 do 4 rano) i to przy zachowaniu ciszy, aby nie przeszkadzać odpoczywającym użytkownikom.

Trzeba jednak stwierdzić, że po przewyciężeniu tych trudności i po zakończeniu modernizacji obiektu, zainteresowanie hotelem wśród turystów (w tym zagranicznych) znacznie się zwiększyło, a zarówno zarządca jak i właściciel hotelu potwierdzają występowanie obecnie wielu zapytań związanych z organizacją pobytu we Wrocławiu w czasie trwania EURO 2012. Impreza ta nie jest punktem docelowym w polityce biznesowej zarządców tych nieruchomości, ale może ona stanowić ważny punkt w rozwoju branży hotelarskiej w Polsce i przyczynić się do jeszcze szybszego jej rozwoju, a to ściśle związane jest ze wzrostem dynamiki inwestycji budowlanych.

5. Podsumowanie

Zarządzanie nieruchomością komercyjną, jaką jest hotel, wymaga wielostronnego spojrzenia na problem jej użytkowania. Poza stroną technicznego utrzymania obiektu, zapewnienia jego bezpiecznej eksploatacji, zarządca musi pamiętać o stworzeniu takich warunków pobytu gości, aby zechcieli oni w przyszłości skorzystać z jego usług. EURO 2012 jest wydarzeniem jednorazowym, a w przypadku Wrocławia związanym

z rozegraniami tylko trzech meczów piłkarskich. Stanowi ono jednak bardzo dobry punkt wyjścia do zaktywizowania rynku hotelowego w naszym mieście i otwarcie go na nowe rynki europejskie. Jednak, żeby to osiągnąć wymagane jest przygotowanie bazy hotelowej (tj. budowa, rozbudowa i modernizacja) z pełną świadomością zarządcy pod względem technicznych aspektów bezpieczeństwa i użytkowania poszczególnych nieruchomości hotelowych w połączeniu z menedżerskim spojrzeniem na perspektywę jej funkcjonowania na tym rynku usług. I to jest zadanie dla nowoczesnego zarządcy nieruchomości.

Literatura

- Śliwiński A., Śliwiński B. (2006). Facility Management. *C.H.Beck*.
- Rymarza M. (2009). Zarządzanie nieruchomościami przedsiębiorstw w Polsce. *Wydawnictwo Cedetu*.
- Niezabitowska E. (2010). Budynek Inteligentny. Tom I. Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego. *Wydawnictwo Politechniki Śląskiej*.
- Jońska B. (2011). Zarządzanie nieruchomościami komercyjnymi. *C.H. Beck*.
- Godziszewski B., Haffer M., Stankiewicz M. J., Sudoł S. (2011). Przedsiębiorstwo teoria i praktyka zarządzania. *Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne*.

MANAGEMENT OF HOTEL REAL ESTATE IN WROCLAW CITY IN CONTEXT OF HOTEL BASE PREPARATIONS FOR THE EUROPEAN FOOTBALL CHAMPIONSHIPS EURO 2012

Abstract: The paper presents the analysis concerning the development of the hotel investments in Wrocław during the last 20 years, and particularly the activities concerning the organization of the European Football Championships EURO 2012. The authors indicated problems concerning the hotels real estate management, which belong to the wide group of commercial real estate. It was also presented the new outlook on the management of commercial real estate that consists in extension of the scope of interest of real estate with taking into account satisfaction increase of their users.

ANALIZA ZAKŁÓCEŃ PROCESÓW BUDOWLANYCH

Joanna DRZEWIECKA*, Jerzy PASŁAWSKI

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań

Streszczenie: W analizie skutków zakłóceń mogących wystąpić w trakcie realizacji przedsięwzięcia budowlanego szczególną uwagę poświęcić należy nie tylko zakłóceniom procesów budowlanych, lecz także zakłóceniom dostaw materiałów na budowę. Na dwóch przykładach: budowy Trasy Mostu Północnego w Warszawie (kluczowe zakłócenie: wysoki stan wody rzeki Wisły) oraz wykonania sieci wodociągowej w terenie wiejskim (główny czynnik zakłócający: wysokie zwierciadło wody gruntowej), omówiono zakłócenia realizacji przedsięwzięcia, które znacznie skomplikowały wykonanie zadania, wydłużyły czas jego realizacji i zwiększyły koszty inwestycji. Zaproponowano działania umożliwiające ograniczenie wpływu zakłóceń na realizację procesów budowlanych poprzez wprowadzenie elastycznych strategii działania.

Słowa kluczowe: zakłócenia, dystrybucja, materiały budowlane, elastyczność, dostawy.

1. Wstęp

Zakłócenia występujące w trakcie realizacji przedsięwzięcia budowlanego związane są ściśle ze specyfiką branży budowlanej, polegającej na wysokim ryzyku na poziomie operacyjnym (Zavadskas i in., 2010). Prace budowlane są pracami o dużej wrażliwości na zmieniające się warunki otoczenia w tym warunki atmosferyczne. Dodatkowo powodzenie prowadzonych prac oraz osiągnięcie właściwego celu we właściwym miejscu i czasie przy właściwej cenie i jakości produktu związane jest z odpowiednią i niezawodną współpracą pomiędzy wieloma udziałowcami, która to współpraca bywa często niełatwą do skoordynowania.

Specyfika branży budowlanej narzuca stosowanie rozwiązań oraz przewidywanie sytuacji uwzględniających czynniki takie jak czynnik ludzki (jako element ryzyka wewnętrznego), czy czynnik oddziaływania otoczenia na przebieg procesu (np. pogoda jako przykład ryzyka zewnętrznego). Czynniki niezależne od człowieka są często bardzo trudne do przewidzenia i wymagają wieloletnich obserwacji. Aby jak najlepiej przygotować się na każdą ewentualność już na etapie planowania należy opracować scenariusze warunków realizacji: realistyczny, optymistyczny i pesymistyczny danego przedsięwzięcia, aby móc szybciej i sprawniej zareagować w sytuacjach odbiegających od normy.

Jednym z najważniejszych procesów składowych

podczas realizacji przedsięwzięcia budowlanego jest sprawne zaopatrzenie w materiały budowlane. Typowe zakłócenia generować mogą utrudnienia (do wstrzymania realizacji) w przebiegu procesów na budowie doprowadzając do konieczności dłuższego magazynowania lub/i natychmiastowej dostawy niezbędnej do realizacji robót zastępczych (Walsh i in., 2004). Także strategia dostaw (np. wybór dostawcy o długim i niepewnym czasie realizacji zamówienia) może generować bezpośrednie zakłócenia zaopatrzenia w materiały na budowie. W związku z tym konieczna jest analiza całej ścieżki produktu od producenta poprzez pośredników do odbiorcy ze szczególnym uwzględnieniem możliwych miejsc krytycznych w których mogą pojawić się zakłócenia. Zastosowanie dystrybucji bezpośredniej lub pośredniej będzie wynikało z przewidywanej możliwości zakłóceń generowanych przez dostawcę oraz wrażliwości realizowanych procesów na te zakłócenia.

Celem niniejszego artykułu jest wskazanie roli ryzyka zakłóceń w zarządzaniu produkcją budowlaną na poziomie operacyjnym ze szczególnym uwzględnieniem problemu sprawnego zaopatrzenia w materiały budowlane oraz wskazanie odpowiedniej metody postępowania. Realizując ten cel przedstawiono definicję zakłócenia oraz dokonano ich klasyfikacji, a także omówiono przykłady wpływu zakłóceń na przebieg procesów budowlanych.

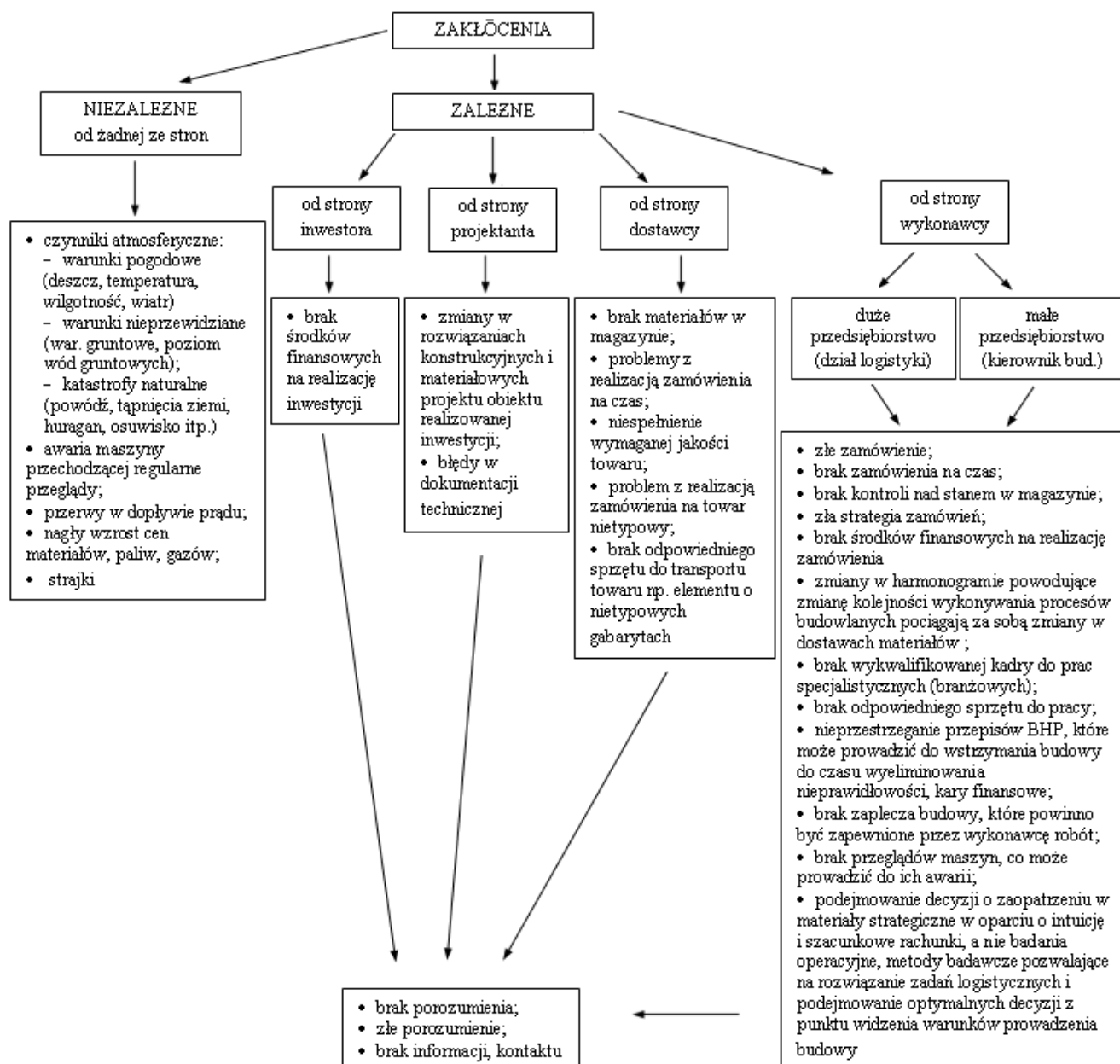
* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: joanna-drzewiecka@wp.pl

2. Klasyfikacja zakłóceń

Zakłócenie można zdefiniować (Gehbauer i in., 2007) jako niespodziewane zjawisko powodujące przerwanie lub co najmniej opóźnienie wykonania zadań. Istnieją różne sposoby klasyfikacji zakłóceń. Jednym z nich jest podział na trzy grupy czynników: wejścia (na przykład praca ludzka, materiał), środowiska wewnętrznego (między innymi Zarządzanie i nadzór) oraz wyjścia (na przykład produkty), na które oddziałują czynniki zewnętrzne (między innymi pogoda, warunki finansowe, związki zawodowe) generujące zakłócenia. W literaturze

znacznie częściej analizowane są opóźnienia rozumiane jako typowe skutki zakłóceń (Leśniak, 2010). Poniżej przedstawiono klasyfikację zakłóceń ze względu na stronę odpowiedzialną za ich wystąpienie oraz ze względu na ich znaczenie dla pomyślnej realizacji zadania (rys. 1).

Jak widać istotne znaczenie dla wykonawcy mają kwestie związane z opracowaniem strategii zaopatrzenia w materiały i odpowiadające im problemy po stronie dostawcy. Nie bez znaczenia w trakcie realizacji przedsięwzięcia budowlanego jest czynnik ludzki, który stanowić może przyczynę wielu zakłóceń (Leśniak i Plebankiewicz, 2009).



Rys. 1. Klasyfikacja zakłóceń ze względu na stronę odpowiedzialną za ich wystąpienie. Opracowanie własne na podstawie (Sobotka, 2010)

3. Przyczyny i skutki zakłóceń

Poza nielicznymi wyjątkami wszystkie zakłócenia procesów budowlanych powodują dodatkowe koszty i generują kolejne problemy, takie jak: zakłócenia zaopatrzenia w materiały budowlane, opóźnienia, wstrzymanie robót, zmiany zakresu prac, roboty poprawkowe i dodatkowe itp., co ilustruje rysunek 2.

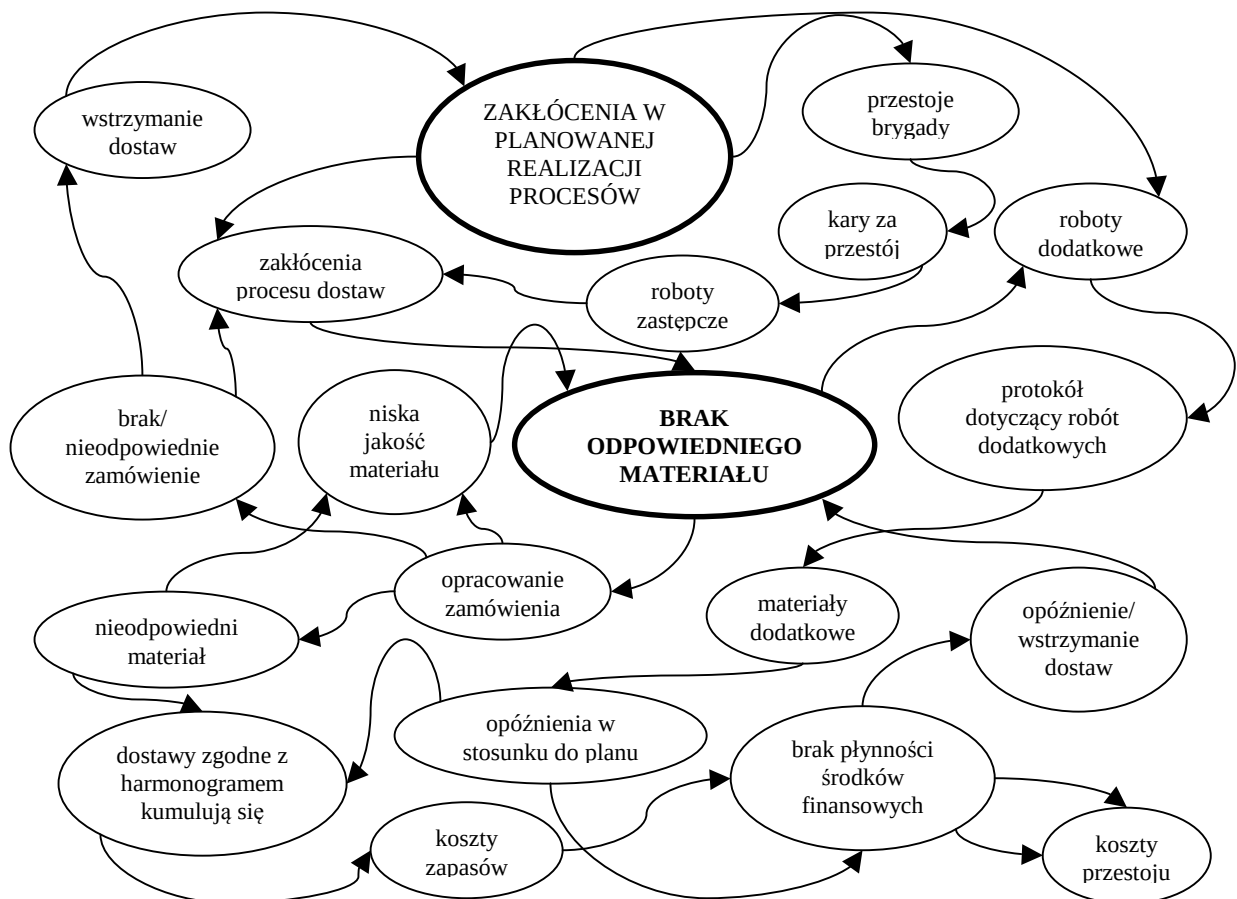
Nie tylko zakłócenia procesów budowlanych generują zakłócenia zaopatrzenia w materiały budowlane, lecz także przyjęta strategia logistyczna może powodować zakłócenia realizacji procesów na budowie. Przykładowo przy realizacji dużego kompleksu basenów sportowo-rekreacyjnych przyjęcie strategii zaopatrzenia w płytki ceramiczne z Włoch (czas realizacji dostawy około 4 tygodni) spowodowało ciągłe zakłócenia pracy większości procesów budowlanych. Zakłócenie polegające na braku odpowiedniego materiału powoduje kolejne zakłócenia (na przykład konieczność dostawy materiałów umożliwiających realizację robót zastępczych, itp.).

4. Analiza przykładów: budowa mostu i sieci wodociągowej

Aby zilustrować wpływ zakłóceń na przebieg procesów budowlanych przeanalizowano dwa przypadki: budowę Trasy Mostu Północnego w Warszawie oraz budowę sieci wodociągowej na terenie wiejskim w Wielkopolsce. W obu przypadkach warunki zewnętrzne związane z pogodą spowodowały bardzo istotne zmiany w przebiegu planowanych procesów budowlanych, które wymagały także zmiany harmonogramu dostaw materiałów.

4.1. Budowa trasy i mostu

Zjawiskiem zakłócającym podczas budowy trasy i mostu Północnego w Warszawie był wysoki stan wody na rzece Wiśle – rzędna korony zastosowanej ścianki szczelnej nabrzeży tymczasowych oraz grodzy do wykonania fundamentów podpór znajdujących się w nurcie rzeki (P40 i P50) znajdowała się na poziomie około 390 cm na wodowskaziu Warszawa-Port. Przy uwzględnieniu



Rys. 2. Schemat przyczyn i skutków braku odpowiedniego materiału

średniego stanu Wisły w Warszawie – 232 cm na tym wodowskazy dawało to prawie 160 cm „rezerwy”, tymczasem podczas budowy (lata 2009-2010) stan ten był wielokrotnie przekraczany, co skutkowało następującymi kluczowymi konsekwencjami:

1. 01.03 – 11.03.2010 maksymalny stan wody w tym okresie – 505 cm; przerwa w pracach:

- podpora P40: opóźnienie wykonania próbnego obciążenia statycznego pali;
- podpora P50: opóźnienie wykopów zasypu grodzy oraz montażu I-ego etapu rozparcia grodzy.

2. 19.05 – 17.06.2010 maksymalny stan wody w tym okresie – 778 cm;

ewakuacja całego sprzętu pływającego do portu Żerań (strata czasu, paliwa i pieniędzy za postój) przerwa w pracach:

- podpora P40: usuwanie podwodne urobku z grodzy P40, po przejściu wysokiej wody w grodzy przybyło około 1700 m³ piasku – który ponownie trzeba było wybrać;
- podpora P50: przerwanie zbrojenia ławy fundamentowej o wymiarach 15,6 × 43,8 × 3,5 m, stopień zaawansowania prac – około 75% (200-250 t stali).

W okresie 16.06 – 29.07.2010 usuwanie piasku (ponad 2000 m³) oraz całego zbrojenia (nie nadaje się do dalszego użytku) i zbrojenie od nowa całej ławy fundamentowej. Ogromne straty.

Przerwa w pracach przy podporach P20, P30, P60, P70, P80.

3. 01.08 – 07.08.2010 maksymalny stan wody w tym okresie 577 cm; przerwa w pracach:

- podpora P40: wykopy podwodne w grodzy;
- podpora P50: deskowanie filarów.

4. 04.09 – 20.09.2010 maksymalny stan wody w tym okresie nieznany (co najmniej 653 cm);

ewakuacja części sprzętu do portu Żerań. przerwa w pracach:

- podpora P40: przerwa technologiczna – dojrzewanie betonu korka;
- podpora P50: przerwa w deskowaniu i zbrojeniu filarów, konieczność rozdeskowania prawie gotowego do betonowania filara w obawie przed zniszczeniem szalunków drewnianych

Przerwa w wykonywaniu tymczasowych umocnień brzegowych po stronie wschodniej i zachodniej.

4.2. Budowa sieci wodociągowej

W przypadku wykonywania sieci wodociągowej w terenie wiejskim (Gulik, 2010) czynnikiem zakłócającym okazał się wysoki stan wody gruntowej. Z analizy dostępnych materiałów wynikało, że w podłożu znajdują się grunty o zróżnicowanych parametrach geotechnicznych – częściowo poniżej poziomu zwierciadła wód gruntowych mogą mieć charakter gruntów kurczawkowych. Po upływie około 80% planowego czasu realizacji, gdy zaawansowanie zadania wynosiło około 73% (około 14 tysięcy mb rurociągu) inspektor nadzoru wstrzymał

budowę z uwagi na zbyt wysoki poziom wód gruntowych, gdyż kontynuacja robót mogła prowadzić do:

- niebezpieczeństwa dla pracowników i sprzętu;
- wadliwego ułożenia rurociągu;
- zanieczyszczenia rurociągu.

Z uwagi na ryzyko utraty dofinansowania ze środków UE w przypadku nie ukończenia zadania (75% dofinansowania) podjęto decyzję o: (1) wydłużeniu terminu realizacji (około 50%) (2) robotach dodatkowych (około 20% ogółu kosztów). Wiązało się to ze zmianami technologii realizacji (odwadnianie gruntu igłofiltrami oraz dociążenie rurociągu w trakcie montażu i wykonanie obсыпки piaskowej).

Przedstawione przykłady ilustrują sytuację, w której występujące zakłócenia procesów generowały zmiany harmonogramu dostaw (łącznie z dodatkowymi zamówieniami wynikającymi z konieczności rozbiórki i ponownego wykonania). W drugim z omawianych przypadków w kryzysowej sytuacji zastosowano opcję technologiczną umożliwiającą kontynuację robót pomimo utrudnień, co również wymagało zmiany harmonogramu dostaw. Można także wskazać sytuacje, kiedy przyjęta strategia zaopatrzenia generuje zakłócenia procesów (np. sygnalizowana wcześniej budowa zespołu basenów sportowo-rekreacyjnych z dostawą ceramiki z Włoch przy typowym długim i niepewnym czasie realizacji zamówienia – dobór poszczególnych asortymentów płytek wymagał stopniowej akceptacji architektki). W każdym z omawianych przypadków wprowadzenie opcji elastycznych dostaw (zarówno wariantowanie opcji dostaw u tego samego dostawcy, jak i wprowadzenie alternatywnych dostawców) stanowi szansę na ograniczenie skutków zakłóceń generujących wzrost kosztów materiałów (przy uwzględnieniu kosztów transportu, itp.), których udział w całości kosztów może dochodzić do 70% całości kosztów realizacji (Sobotka i Czarnigowska, 2005). Wprowadzenie elastyczności w zakresie dostaw jest jednym z trzech podstawowych wariantów wprowadzenia elastyczności (obok elastyczności wytwarzania, bazującej na elastyczności procesów (Paślowski, 2010) oraz elastyczności popytu, mającej na celu dostosowanie do wymagań klienta).

Wprowadzenie elastyczności na etapie planowania można wspomagać poprzez symulacje przebiegu realizacji dla różnych scenariuszy (realistycznego, optymistycznego i pesymistycznego) wykorzystujących różne strategie elastyczności (szacowanie parytetów elastyczności czynnej i biernej). Na etapie realizacji przewidziano dwa zasadnicze działania: doraźne – monitoring otoczenia i procesów w toku umożliwiający realizację przyjętej strategii elastyczności dostaw oraz długofalowe – uczenie się na podstawie analizy zdarzeń z przeszłości.

5. Wnioski

Zakłócenia podczas realizacji procesów budowlanych są zjawiskiem typowym dla branży budowlanej ze względu na jej specyfikę, co uzasadnia działania mające na celu dostosowanie do dynamicznie

zmieniających się warunków. W odniesieniu do niektórych z nich (co ilustrują omawiane przypadki: poziom wody w rzece i poziom wód gruntowych) można na podstawie dłuższych obserwacji zbudować scenariusze przebiegu i starać się wybrać odpowiednie strategie i taktyki dostaw symulując ich realizację.

Wprowadzenie elastyczności dostaw materiałów budowlanych umożliwić może ograniczenie (także wyeliminowanie) skutków zakłóceń dzięki właściwemu doborowi różnych opcji (np. magazynowanie na budowie i dostawy JIT) w odpowiedzi na przewidywane/prognozowane zagrożenia. W odniesieniu do błędów ludzkich przewidywanie ich jest trudne, jednak można przygotować odpowiednie plany awaryjne.

Dalsze prace będą miały na celu analizę przypadków procesów budowlanych realizowanych w warunkach przewagi zakłóceń niezależnych i opracowanie odpowiednich elastycznych strategii logistycznych.

Literatura

- Gehbauer F., Zulch G., Ott M., Borkircher M. (2007). Simulation-based analysis of disturbances in construction operations. W: *Proc. of the 15th Annual Conference, International Group for Lean Construction (IGLC)*, Michigan, 571-579.
- Gulik J. (2010). Analiza przebiegu procesu inwestycyjnego – przykład gminy Grodzisk Wielkopolski. Praca magisterska, *Politechnika Poznańska*, Poznań.
- Leśniak A. (2010). Skąd się biorą opóźnienia? *Builder*, 1/2010, 24-25.
- Leśniak A., Plebankiewicz A. (2010). Opóźnienia w robotach budowlanych. *Zeszyty Naukowe WSOWL*, 3/2010, 332-339.
- Pasławski J. (2010). Risk management using flexibility in construction engineering. W: *Proc. of the 10th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques* (Ed. Vainius P. and Zavadskas

E. K.), Vol. I, 489-492.

- Walsh K. D., Hershauer J. C., Tommelein I. D., Walsh T. A. (2004). Strategic positioning of inventory to match demand in a capital projects supply chain. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 130, No. 6, 818-826.
- Sobotka A. (2010). Logistyka przedsiębiorstw i przedsięwzięć budowlanych. *Wydawnictwo AGH*, Kraków, 63-64.
- Sobotka A., Czarnigowska A. (2005) Analysis of supply system models for planning construction project logistics. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 11, No. 1, 73-82.
- Zavadskas E. K., Turskis Z., Tamosaitiene J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 16, No. 1, 33-46.

INTERFERENCE ANALYSIS OF CONSTRUCTION PROCESSES

Abstract: In analysis of distortion causes that might arise during the implementation of a construction project, particular attention should be given to disruption of supply of material on the site. For two examples: building Trails North Bridge in Warsaw – Key Upset high water of the Vistula River and the execution of water supply in rural area – a major factor interfering: high ground water level) are discussed distortions of the project, which greatly complicated the work of the execution of tasks, lengthen turnaround time and increased investment costs. It proposes actions to reduce the impact of disturbances on the implementation of the construction process through the introduction of flexible logistics strategies.

Autorzy wyrażają podziękowanie za sfinansowane opisanych badań z funduszu Działalności Statutowej Instytutu Konstrukcji Budowlanych Politechniki Poznańskiej

IDENTYFIKACJA ROLI CZYNNIKÓW OPÓŹNIEŃ REALIZACJI ZŁOŻONYCH PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH

Mirosław DYTCZAK^{a*}, Grzegorz GINDA^a, Tomasz WOJTKIEWICZ^b

^a Wydział Budownictwa, Politechnika Opolska, ul. Katowicka 48, 45-061 Opole

^b WACETOB, ul. Olesińska 21, 02-548 Warszawa

Streszczenie: Opóźnienia realizacji przedsięwzięć budowlanych rodzą zwykle poważne konsekwencje dla uczestników i beneficjentów przedsięwzięć. Istotna jest więc właściwa identyfikacja przyczyn oraz skutków opóźnień. Pozwala ona na pozbawione subiektywizmu rozliczenie win oraz zaniedbań stron zaangażowanych w przedsięwzięcie. W pracy przedstawiono możliwość zastosowania metody DEMATEL do identyfikacji przyczyn opóźnień realizacji złożonych przedsięwzięć budowlanych. Zasady jej stosowania zilustrowano przykładem obliczeniowym dotyczącym ważnego przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Słowa kluczowe: inwestycja, realizacja, opóźnienie, przyczyna, skutek, DEMATEL.

1. Wprowadzenie

Opóźnienia procesu inwestycyjnego rodzą liczne konsekwencje. Wiążą się one z przede wszystkim z groźbą uniemożliwienia terminowego rozpoczęcia eksploatacji obiektów. Konsekwencje te mają również zróżnicowany, zarówno łatwo, jaki trudno mierzalny charakter. W przypadku czynników łatwo mierzalnych na czoło wysuwa się aspekt ekonomiczny, zaś trudno mierzalne mogą przykładowo dotyczyć niekorzystnego wpływu na otoczenie społeczne i środowiskowe.

Waga konsekwencji opóźnień dla uczestników procesu inwestycyjnego uzasadnia poszukiwania wiarygodnych sposobów identyfikacji istotnych przyczyn i skutków opóźnień. Dzięki ich zastosowaniu staje się bowiem możliwe obiektywne rozliczenie uczestników z ich win i zaniedbań.

W pracy zilustrowano zastosowanie w tym celu, stosunkowo mało w Polsce znanej, metody Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL). Użyto przy tym przykładu związanego z jedną, z realizowanych obecnie w kraju, inwestycji strategicznych.

2. Rozważane zagadnienie

Przedmiotem analizy jest diagnoza przyczyn opóźnień robót budowlanych prowadzonych w ramach budowy Stadionu Narodowego w Warszawie w okresie jesienno-

zimowym 2009/2010. Przedsięwzięcie to jest wyjątkowo złożone. Jego złożoność wynika ze skali i charakteru robót oraz specyfiki realizacji inwestycji. Obowiązuje bowiem sztywny i nieodległy termin oddania obiektu do użytku, a operacje składowe są szczególnie wrażliwe na zimowe warunki klimatyczne.

Porównanie danych opisujących warunki klimatyczne w miejscu budowy w okresie jesienno zimowym w ciągu kilku wcześniejszych lat z danymi zanotowanymi w rozważanym okresie czasu, potwierdziło zwiększenie intensywności zmian pogodowych na przełomie 2009 i 2010 r. (Dytczak i in., 2010). Świadectwem tego było znaczne obniżenie temperatury zewnętrznej oraz występowanie obfitych i nagłych opadów śniegu.

Znacznie obniżona temperatura otoczenia, intensywne opady śniegu oraz zalegająca gruba pokrywa śnieżna powoduje znaczne utrudnienia dla prowadzenia, a w skrajnych przypadkach nawet zatrzymanie wykonywania robót budowlanych. Dotyczy to zwłaszcza robót ziemnych, fundamentowych oraz betonowych, a także konieczności stosowania zaostrzonych zasad bezpieczeństwa i dodatkowych zabezpieczeń pracowników. Przestoje robót z powodu niesprzyjających warunków atmosferycznych skutkują nie tylko bezpośrednio opóźnieniami, ale także uwarunkowaniami organizacyjnymi np. koniecznością usunięcia skutków oddziaływania czynników atmosferycznych, przygotowania wznowienia produkcji i dostaw oraz remobilizacji zasobów.

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: m.dytczak@po.opole.pl

Na powstawanie opóźnień może bezpośrednio wpływać szereg czynników o klimatycznej, technicznej i organizacyjnej naturze. Na podstawie analizy specyfiki realizacji inwestycji, przyjęto następujący zestaw czynników modelu przyczynowo-skutkowego (Dytczak i in., 2010):

1. znacząco obniżona względem typowego poziomu, temperatura otoczenia (T),
2. temperaturowa bezwładność budowli (BT),
3. intensywne opady śniegu oraz długotrwałe zaleganie pokażnej pokrywy śnieżnej (SO),
4. konieczność remobilizacji zasobów (O),
5. utrudnienia logistyczne (L),
6. mała elastyczność harmonogramu inwestycji, spowodowana zbyt sztywnym określeniem przebiegu robót (H),
7. opóźnienia realizacji przedsięwzięcia (OP).

3. Analiza przyczynowo-skutkowa

3.1. Użyta metoda

Do przeprowadzenia analizy użyto metody DEMATEL. Stanowi ona, do niedawna nieco zapomniane, a obecnie dynamicznie rozwijane, narzędzie identyfikacji obiektów łańcucha przyczynowo-skutkowego (Gabus i Fontela, 1972; 1973). Została ona zastosowana do rozwiązywania zagadnień decyzyjnych, związanych ze zróżnicowaną tematyką – od zarządzania i marketingu, aż po inżynierię produkcji. Przegląd jej zastosowań można przykładowo znaleźć w pracy (Dytczak i Ginda, 2009). Pośród zastosowań dziedzin zastosowań metody obecne jest także budownictwo (Dytczak, 2010).

Podstawą metody są porównania obiektów (czynników) parami w kontekście przyczynowości (bezpośredniego wpływu). Do wyrażania intensywności relacji bezpośredniego wpływu używa się przy tym dyskretnej skali ocen 0-N. Jej poszczególne poziomy odpowiadają stopniowemu zwiększaniu się intensywności relacji wpływu: od zera (brak wpływu pierwszego z porównywanych obiektów na drugi), przez 1 (niewielki wpływ pierwszego obiektu nad drugi) i poziomy pośrednie, aż po arbitralnie przyjmowany poziom N (skrajnie duży wpływ pierwszego obiektu).

Wyniki oceny relacji bezpośredniego wpływu, zachodzące między obiektami, wyraża graf bezpośredniego wpływu G oraz odpowiadająca mu kwadratowa macierz bezpośredniego wpływu A , złożona z wierszy i kolumn odpowiadających kolejno porównywanym obiektom. Dzięki zastosowaniu ciągu odpowiednich przekształceń, wykorzystujących macierz bezpośredniego wpływu, otrzymuje się informację na temat kierunku i intensywności relacji całkowitego wpływu między obiektami (macierz całkowitego wpływu T). Na jej podstawie można jednoznacznie zidentyfikować obiekty stanowiące przyczynę oraz obiekty będące skutkiem ich oddziaływania. Służą temu wartości wskaźników: prominencji (pozycji) s^+ i relacji s^- oraz diagram nazywany *mapą całkowitego wpływu*.

Wartość wskaźnika pozycji wyraża rolę obiektu w procesie ustalania charakteru obiektów, a wartość wskaźnika relacji świadczy o wpływie obiektu na pozostałe obiekty i stanowi podstawę rangowania obiektów. Szczegóły procedury wyznaczania macierzy T na podstawie macierzy bezpośredniego wpływu A można przykładowo znaleźć w pracy (Dytczak, 2010).

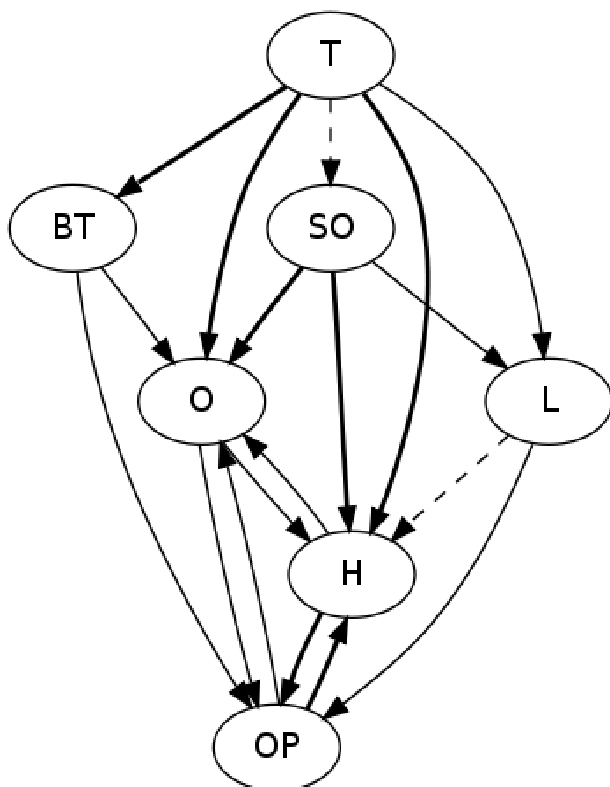
3.2. Obliczenia

Do oceny relacji bezpośredniego wpływu między wyróżnionymi uprzednio obiektami (czynnikami) wykorzystano skalę DEMATEL o liczbie poziomów równej $N = 3$. Kolejne jej stopnie oznaczają: brak wpływu pierwszego, z porównywanych w ramach pary czynników, na pojawienie się drugiego z nich (0), niewielki wpływ pierwszego obiektu (1), znaczący wpływ pierwszego czynnika (2), skrajnie wysoki wpływ pierwszego czynnika (3).

W odniesieniu do poszczególnych czynników uznano, że:

1. Znaczące obniżenie temperatury otoczenia T: w skrajnie wysokim stopniu powoduje ujawnienie się czynnika bezwładności cieplnej budowli BT, konieczności remobilizacji zasobów O i małej elastyczności harmonogramu H (oceny równe 3), w niewielkim stopniu wpływa na występowanie i zaleganie dużych ilości śniegu SO (ocena 1), a w stopniu umiarkowanym na wystąpienie utrudnień logistycznych L (ocena 2).
2. Temperaturowa bezwładność budowli znacząco przyczynia się do pojawienia się konieczności remobilizacji zasobów i opóźnia realizację robót (oceny równe 2).
3. Intensywne opady i zaleganie pokrywy śniegu w skrajnie wysokim stopniu przyczyniają się do występowania konieczności remobilizacji zasobów i uwydatnienia wpływu niskiego stopnia elastyczności harmonogramu inwestycji (oceny równe 3) oraz w znaczącym stopniu powodują utrudnienia logistyczne (ocena 2).
4. Remobilizacja zasobów w znaczącym stopniu wpływa na ujawnianie się niskiej elastyczności harmonogramu oraz pojawianie się i zwiększanie opóźnień realizacji inwestycji (ocena 2).
5. Utrudnienia logistyczne w znaczącym stopniu powodują pojawianie się i zwiększanie opóźnień realizacji przedsięwzięcia (ocena 2) oraz jedynie nieco pogłębiają skutki małej elastyczności harmonogramu (ocena 1).
6. Niski stopień elastyczności harmonogramu znacząco wpływa na pojawianie się konieczności remobilizacji zasobów (ocena 2), zaś w skrajnie dużym stopniu na pojawianie się i zwiększanie opóźnień realizacji przedsięwzięcia (ocena 3).
7. Opóźnienia w wysokim stopniu wpływają na konieczność remobilizacji zasobów (ocena 2), a w skrajnie wysokim stopniu uwydatniają wpływ małej elastyczności harmonogramu (ocena 3).

Na podstawie powyższych ocen zbudowano graf bezpośredniego wpływu, przedstawiony na rysunku 1. Różnym stopniom intensywności relacji wpływu występującej między obiektami przyporządkowano zróżnicowane kroje linii. Gruba linia ciągła odpowiada ocenie relacji 3, zwykła linia ciągła ocenie 2, natomiast linia przerywana ocenie 1. Na rysunku 1 nie ujęto relacji, którym odpowiada brak wpływu żadnego z dwóch porównywanych obiektów na drugi z nich.



Rys. 1. Graf bezpośredniego wpływu czynników

Graf z rysunku 1 wyraża macierz bezpośredniego wpływu (1). Jej poszczególne wiersze zawierają wartości ocen, odpowiadające kolejno wpływowi czynników: T, BT, SO, O, L, H, OP na czynniki, którym poświęcono poszczególne kolumny w takiej samej kolejności:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 & 3 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dzięki podzieleniu macierzy (1) przez maksymalną wartość sum wierszowych i kolumnowych (wynoszącej 12 i osiąganą dla pierwszego wiersza oraz trzeciej i szóstej kolumny) otrzymuje się znormalizowaną postać macierzy bezpośredniego wpływu $\mathbf{X}$ (2), niezbędną do dalszych obliczeń:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1/4 & 1/12 & 1/4 & 1/6 & 1/4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/6 & 0 & 0 & 1/6 \\ 0 & 0 & 0 & 1/4 & 1/6 & 1/4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/6 & 1/6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/12 & 1/6 \\ 0 & 0 & 0 & 1/6 & 0 & 0 & 1/4 \\ 0 & 0 & 0 & 1/6 & 0 & 1/4 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Macierz całkowitego (zarówno bezpośredniego, jak i pośredniego) wpływu $\mathbf{T}$ otrzymano dzięki zastosowaniu formuły (3):

$$\mathbf{T} = \mathbf{X} (\mathbf{I} - \mathbf{X})^{-1}, \quad (3)$$

gdzie $\mathbf{I}$ oznacza jednostkową macierz kwadratową o takim samym rozmiarze jak macierz $\mathbf{A}$.

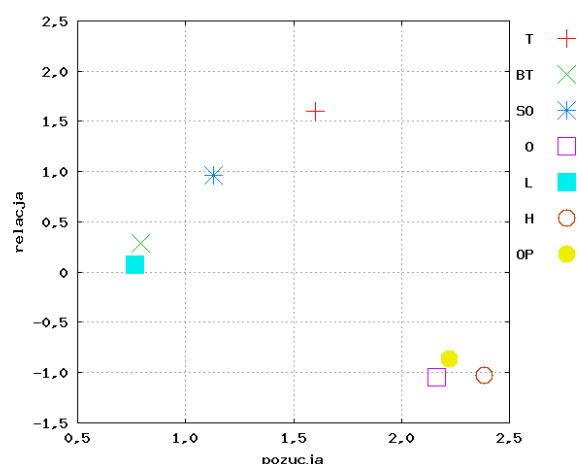
Uzyskaną ostatecznie postać macierzy $\mathbf{T}$ przedstawia formuła (4):

$$\mathbf{T} = [t_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & 0,250 & 0,083 & 0,423 & 0,181 & 0,418 & 0,247 \\ 0 & 0 & 0 & 0,220 & 0 & 0,093 & 0,227 \\ 0 & 0 & 0 & 0,340 & 0,167 & 0,364 & 0,176 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,060 & 0 & 0,147 & 0,213 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Na jej podstawie można już wyznaczyć dla każdego z porównywanych czynników wartości wskaźników pozycji s^+ i relacji s^- . Wartość wskaźnika pozycji otrzymuje się na podstawie sumy wartości wierszy i kolumn macierzy $\mathbf{T}$, a wskaźnika relacji – na podstawie różnicy między sumą wiersza i sumą kolumny odpowiadającej danemu czynnikowi. Otrzymane wartości wskaźników zestawiono w tabeli 1. Na rysunku 2 przedstawiono punkty reprezentujące poszczególne czynniki w układzie wartości obu wskaźników.

Tab. 1. Wartości wskaźników pozycji i relacji otrzymane dla poszczególnych czynników

Czynnik	Pozycja, s^+	Relacja, s^-
T	+1,602	+1,602
BT	+0,790	+0,290
SO	+1,130	+0,963
O	+2,163	-1,043
L	+0,767	+0,073
H	+2,383	-1,023
OP	+2,222	-0,862



Rys. 2. Wyniki odpowiadające całkowitemu wpływowi czynników

Jak widać, największe wartości wskaźnika pozycji osiąga odpowiadają czynnikom O, H i OP. Świadczy to o ich centralnej roli w procesie ustalania całkowitego wpływu czynników. Z pozostałych czynników tylko T i SO pełnią przeciętną, pod tym względem, rolę. Rola pozostałych 2 czynników jest marginalna.

Dodatknie wartości wskaźnika relacji wykazują 4 czynniki: T, SO, BT i L. Pośród nich wyraźnie największą wartością wskaźnika legitymuje się czynnik T, stąd można go uznać za najbardziej wpływający na inne czynniki. Następną pozycję okupuje pod tym względem czynnik SO, notujący wyraźną przewagę nad czynnikiem BT. W przypadku czwartego z powyższych czynników L odnotowujemy wartość wskaźnika jedynie nieco przekraczającą wartość zerową. Trzy pozostałe czynniki: O, H, OP charakteryzują wyraźnie ujemne wartości wskaźnika.

Dodatknie wartości wskaźnika świadczą o ogólnie przyczynowej roli czynnika, natomiast wartości ujemne o skutkowej roli czynnika. W przypadku wartości wskaźnika zbliżonej do zera można mówić o pośredniej, tzn. częściowo przyczynowej, a częściowo skutkowej roli czynnika. Na podstawie otrzymanych rezultatów, do grupy niewątpliwych przyczyn można więc zaliczyć czynniki T i SO, zaś do grupy skutków: O, H, OP. Pozostałe czynniki BT i L pełnią podwójną rolę, choć, wobec dodatniej wartości wskaźnika, w nieco większym stopniu przyczyny niż skutku.

O intensywności przyczynowej roli i-tego czynnika względem pozostałych świadczy wartość jego wpływu netto. W przypadku wpływu na j-ty czynnik (n_{ij}) wyraża go nieujemna wartość różnicy elementów macierzy T odpowiadających całkowitemu wpływowi i-tego obiektu na j-ty obiekt (t_{ij}) oraz obiektu j-tego na i-ty obiekt (t_{ji}):

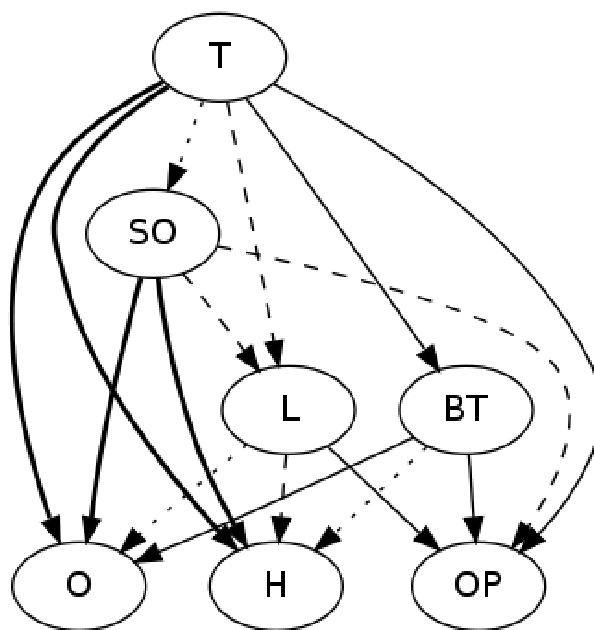
$$n_{ij} = \begin{cases} t_{ij} - t_{ji} & \text{dla } t_{ij} - t_{ji} > 0, \\ 0 & \text{dla } t_{ij} - t_{ji} \leq 0. \end{cases} \quad (5)$$

Na tej podstawie można uzyskać macierz całkowitego wpływu netto dla rozważanej grupy czynników (6):

$$\mathbf{n} = [n_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & 0,250 & 0,083 & 0,423 & 0,181 & 0,418 & 0,247 \\ 0 & 0 & 0 & 0,220 & 0 & 0,093 & 0,227 \\ 0 & 0 & 0 & 0,340 & 0,167 & 0,364 & 0,176 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,060 & 0 & 0,147 & 0,213 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Na podstawie całkowitego wpływu netto można zbudować specjalny acykliczny i niesymetryczny graf skierowany – mapę całkowitego wpływu, którą przedstawia rysunek 3. Łuki grafu wskazują na czynnik znajdujący się pod wpływem drugiego z czynników. Dla zachowania czytelności grafu, zróżnicowanie intensywności całkowitego wpływu wyrażono rodzajami linii. W tym celu niezerowe wartości wpływu netto n_{ij} podzielono na 4 grupy, kojarząc z nimi odpowiednie rodzaje linii:

- $n_{ij} > 0,300$ (gruba linia ciągła),
- $0,300 \geq n_{ij} > 0,200$ (cienka linia ciągła),
- $0,200 \geq n_{ij} > 0,100$ (linia przerywana),
- $0,100 \geq n_{ij} > 0$ (linia kropkowa).



Rys. 3. Mapa całkowitego wpływu czynników

Otrzymana postać mapy całkowitego wpływu czynników potwierdza przyczynową rolę czynnika obniżonej temperatury zewnętrznej T oraz intensywnych opadów i zalegającej pokrywy śniegu SO. Na jej podstawie można także niewątpliwie stwierdzić skutkowy charakter czynników: remobilizacji zasobów O, mało elastycznego harmonogramu H oraz powstawania i pogłębiania opóźnień w realizacji przedsięwzięcia OP. Potwierdza ona także mieszany charakter dwóch pozostałych czynników: bezwładności termicznej budowl i BT oraz utrudnień logistycznych L.

4. Podsumowanie

Działalność budowlana ma specyficzny i złożony charakter. Wynika on z szeregu czynników, obejmujących przede wszystkim kosztowność i czasochłonność produkcji, oddziaływanie na otoczenie i wrażliwość na oddziaływanie otoczenia, szeroki zakres prac, złożoność operacji technologicznych, zaangażowanie zróżnicowanych podmiotów i konieczność koordynacji ich działań w czasie i przestrzeni.

Powyższe czynniki sprawiają, że realizacja robót budowlanych jest podatna na występowanie nieprawidłowości. Egzekwowanie odpowiedzialności od uczestników procesów realizacyjnych oraz skuteczne zapobieganie nieprawidłowościom i przeciwdziałanie ich skutkom w przyszłości sprawia, że szczególnie znaczenia nabiera skuteczna identyfikacja roli poszczególnych czynników w powstawaniu takich nieprawidłowości. Z uwagi na złożoność działalności budowlanej, konieczne staje się w tym celu zastosowanie specjalnych podejść, uwzględniających jej specyfikę.

Jedną z nich jest mało znana metoda DEMATEL. Dzięki jej użyciu można w stosunkowo prosty i czytelny sposób identyfikować rolę składników łańcucha przyczynowo-skutkowego. Przedstawiony przykład analizy, dotyczącej złożonej inwestycji potwierdza jej przydatność. Pozwala to mieć nadzieję na pełniejsze wykorzystanie jej potencjału do wspomagania decyzji budownictwie w przyszłości.

Literatura

- Dytchak M. (2010). Wybrane metody rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych w budownictwie. *Politechnika Opolska*, Opole.
- Dytchak M., Ginda G. (2009). Identyfikacja potencjalnych źródeł problemów we wdrażaniu oprogramowania. W: *Zastosowanie technologii informatycznych w zarządzaniu wiedzą*. Orłowski C., Kowalczyk Z., Szczerbicki E. (red.). *PWNT*, Gdańsk, 189-196.

Dytchak M., Ginda G. i in. (2010). Ocena ekspercka. Wpływ warunków zewnętrznych (atmosferycznych) na realizację wybranych operacji technologicznych podczas budowy Stadionu Narodowego (zamawiający: Narodowe Centrum Sportu Sp. z o.o.). *Infrasystem. Centrum Rozwoju i Modernizacji*, Warszawa.

Gabus A., Fontela E. (1972). *World Problems an Invitation to Further Thought within the Framework of DEMATEL. Battelle Geneva Research Centre*, Switzerland Geneva.

Gabus A., Fontela E.. (1973). *Perceptions of the World Problématique: Communication Procedure, Communicating with those Bearing Collective Responsibility (DEMATEL Report No. 1). Battelle Geneva Research Centre*, Switzerland Geneva.

IDENTIFICATION OF THE IMPACT DELAY FACTORS DURING REALISATION OF COMPLEX CONSTRUCTION PROJECTS

Abstract: Punctuality of construction projects influences not only readiness of building objects for exploitation. Tangible economic and intangible e.g. social and environmental issues are also affected. Thus, delays in a construction project usually result in severe consequences for involved stakeholders. Reliable identification of causes and effects of delays is therefore important for discovering of role of objective factors and the stakeholders with regard to emerging delays. Such identification proves helpful for indication and assessment of stakeholders' faults and settlement of a fair punishment. Application of DEMATEL method with this regard is discussed. Included sample analysis deals with a vital construction project.

ZAKRES OBOWIĄZKÓW UCZESTNIKÓW PROCESU INWESTYCYJNO-BUDOWLANEGO NA PRZYKŁADZIE HISZPANII I POLSKI

Jacek GOŁASZEWSKI, Dawid STOLARCZYK*

Wydział Budownictwa, Politechnika Śląska ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice

Streszczenie: Realizacja procesu inwestycyjno-budowlanego jest czasochłonna i skomplikowana oraz wymaga zaangażowania wielu podmiotów. Niemniej jednak zakres odpowiedzialności jest zróżnicowany w zależności od kraju, w jakim jest realizowana inwestycja. W artykule dokonano porównania obowiązków, uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego w poszczególnych fazach inwestycji w Hiszpanii i Polsce oraz wskazano pozytywne i negatywne aspekty obowiązujących przepisów w obu krajach.

Słowa kluczowe: uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego, Hiszpania, Polska.

1. Wprowadzenie

Proces inwestycyjno-budowlany jest ciągiem powiązań decyzyjnych i ze względu na swą specyfikę i charakter jest bardzo złożony. Ma to związek z uczestnikami przedsięwzięcia budowlanego, którzy bezpośrednio uczestniczą w całym procesie realizacji inwestycji. Wiele rozwiązań dotyczących uprawnień i obowiązków poszczególnych jednostek można uprościć, korzystając z doświadczeń innych krajów, w celu przyspieszenia procesu realizacji budowy.

Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską, określa podstawy dla Jednolitego Rynku, charakteryzującego się swobodą przepływu towarów i osób, usług oraz kapitału. Elementami prawnymi dającymi możliwość funkcjonowania tego rynku w odniesieniu do budownictwa są dyrektywy uchwalone przez Radę Unii Europejskiej (Bryx, 2003; Wierzbicki i in., 2003). Określają one szereg procedur regulujących działalność o charakterze budowlanym jak również, opisują zakres praw i obowiązków uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego, którzy bezpośrednio uczestniczą w przedsięwzięciu budowlanym.

Celem artykułu jest porównanie obowiązków uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego na przykładzie Hiszpanii i Polski oraz wskazanie pozytywnych i negatywnych aspektów w obu krajach.

2. Prawa i obowiązki uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego

2.1. Uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego w Hiszpanii

Zakres regulujący działalność inwestycyjno-budowlaną w Hiszpanii, ze względu na autonomiczny podział kraju, jest odmienny, w przeciwieństwie do przepisów polskich. Choć ustawodawstwo wspólnot nie jest identyczne w zakresie regulacji procesu budowlanego, zasadnicze etapy są takie same. Przebieg realizacji inwestycji budowlanej regulują akty poszczególnych autonomii oraz hiszpańska ustawa Prawo Budowlane (Ley, 38/1999), która określa ośmiu uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego:

- a) *Inwestor* – jest to osoba fizyczna, prawna bądź publiczna, która indywidualnie lub zbiorowo podejmuje decyzję o realizacji przedsięwzięcia budowlanego, finansując je ze środków własnych lub obcych. Celem działań inwestora jest realizacja obiektu budowlanego dla potrzeb własnych, bądź uzyskanie korzyści z jego sprzedaży.
- b) *Projektant* – jest uczestnikiem przedsięwzięcia budowlanego, który na zlecenie inwestora sporządza projekt architektoniczno-budowlany, zgodnie z ustaleniami urbanistycznymi i obowiązującymi normami. Jego obowiązkiem jest także dostarczenie zaświadczeń, które były obowiązujące. Dla pełnienia funkcji projektanta niezbędne jest posiadanie kwalifikacji akademickich i zawodowych

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: dawid.stolarczyk@polsl.pl

- w odpowiedniej specjalności oraz spełnianie warunków wymaganych do wykonywania zawodu.
- c) *Wykonawca* – jest uczestnikiem przedsięwzięcia budowlanego, który na podstawie umowy z inwestorem wdraża ludzi i środki materialne (własne lub obce), w celu realizacji robót budowlanych określonych projektem architektoniczno-budowlanym i umową z inwestorem. Do pełnienia funkcji wykonawcy w Hiszpanii jest wymagane posiadanie stosownego tytułu lub uprawnień zawodowych.
- d) *Kierownik projektu* – jest uczestnikiem przedsięwzięcia budowlanego, który w ramach działu technicznego, kieruje rozwojem prac w sektorach technicznych, estetycznych, miejskich i środowiskowych, zgodnie z projektem architektoniczno-budowlanym i pozwoleniem na budowę oraz innymi zezwoleniami i warunkami zamówienia.
- e) *Kierownik robót* – jest uczestnikiem przedsięwzięcia budowlanego, odpowiedzialnym w ramach działu technicznego za prowadzenie prac oraz kontroli ilości i jakości robót.
Funkcje kierownika projektu i kierownika robót mogą być łączone, jednak są w ustawie wymienione oddzielnie.
- f) *Laboratorium kontroli jakości* – są to instytucje świadczące kontrolę i pomoc techniczną w zakresie jakości materiałów oraz wykonywanych robót budowlanych i instalacyjnych zgodnie z projektem architektoniczno-budowlanym i odpowiednimi normami.
- g) *Dostawcy materiałów* – są to podmioty, które w ramach realizacji budowy świadczą usługi w zakresie dostaw materiałów. W myśl ustawy będą to: producenci, hurtownicy, importerzy i sprzedawcy wyrobów budowlanych.
- h) *Właściciel i użytkownik* – ustawa nie precyzuje, kim są właściciele i użytkownicy. Będą to jednak osoby fizyczne lub prawne odpowiedzialne za odpowiednią konserwację obiektu w okresie eksploatacji i użytkowania zgodne z jego przeznaczeniem

2.2. Zamysł inwestycyjny

Na etapie pomysłu na inwestycję w Hiszpanii, inwestor przedstawia projektantowi ogólny cel zamierzenia

inwestycyjnego. Jego obowiązkiem jest przekazanie niezbędnych informacji celem ułatwienia projektantowi sporządzania dokumentacji projektowej. Będzie to określenie uwarunkowań geologicznych i topograficznych oraz warunków zabudowy i zagospodarowania terenu (odpowiednik polskiej decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu) (Niewiadomski, 2002). Na tej podstawie, architekt sporządza projekt architektoniczno-budowlany zgodnie z odpowiednimi normami oraz ustaleniami urbanistycznymi. Jeżeli jednak na etapie opracowywania dokumentacji projektowej jest potrzebna pomoc innych projektantów, w takim wypadku wymagana jest zgoda inwestora. Jest to konieczne, celem ustalenia zakresu i udziału pozostałych osób, z których każda jest odpowiedzialna za swoją część składając podpis pod wykonanym zadaniem. Nad koordynacją sporządzania projektów częściowych, czuwa architekt.

2.3. Pozwolenie na budowę i rozpoczęcie robót

Przed realizacją robót budowlanych w Hiszpanii, podobnie jak w Polsce (tab. 1), jest wymagane pozwolenie na budowę. Obowiązkiem jego uzyskania jest obarczony inwestor, który musi również okazać dokument prawny upoważniający do dysponowania nieruchomością na cele budowlane. Pozwolenia na budowę wymagają działania takie jak: roboty ziemne, przebudowa i/lub rozbudowa istniejących budynków, zmiana przeznaczenia wnętrza budynku, rozbiórka czy instalacja sieci komunalnych. (Niewiadomski, 2009). Większość autonomii przewiduje w swoim ustawodawstwie wymóg uzyskania licencji na prowadzenie wszelkiego rodzaju działań budowlanych, włączając w to nawet postawienie na danym terenie przyczepy campingowej (García Gómez de Mercado i in., 2007). Natomiast przed rozpoczęciem robót osoba lub instytucja, dla której jest realizowana inwestycja zawiera umowę z wykonawcą. W umowie tej wykonawca, zobowiązuje się do wykonania robót zgodnie z projektem architektoniczno-budowlanym oraz instrukcjami kierownika projektu i kierownika robót. Instrukcje te mają na celu uzyskanie wymaganej jakości, zarówno co do wykorzystanych materiałów jak i wykonanych robót.

Tab. 1. Zakres obowiązków uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego na etapie rozpoczęcia robót

Uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego Hiszpania	Zakres obowiązków uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego przed rozpoczęciem robót	Uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego Polska
Wykonawca	Wyznaczenie kierownika projektu celem reprezentowania interesów wykonawcy bezpośrednio na budowie	Wykonawca
	Przydzielenie zasobów ludzkich i materialnych, wymaganych do realizacji budowy	Wykonawca/ Kierownik bud.
	Przygotowanie dokumentacji wykonywanych prac dla kierownika projektu	Kierownik bud.
	Podpisanie dokumentacji przejęcia budowy, wytyczenia obiektu, rozpoczęcia i odbioru robót	Kierownik bud.

2.4. Realizacja budowy

Zakres zadań i obowiązków, w fazie realizacji obiektu w Hiszpanii jest nieco bardziej zróżnicowany niż w Polsce (tab. 2). Dzieje się tak z powodu liczby uczestników, którzy w tym czasie odznaczają się największą aktywnością.

Zadaniem inwestora na etapie realizacji inwestycji w Hiszpanii, jest informowanie na bieżąco kierownika projektu o zmianach projektowych, co jest nakazane przepisami prawa. Ma to na celu, uniknięcie sytuacji niepożądanych, na przykład kiedy wprowadzenie zmiany, będzie wiązało się z wyburzeniem istniejącego elementu. Hiszpańskie ustawodawstwo daje też więcej swobody, co do wprowadzania niewielkich zmian projektowych, których kierownik projektu może dokonywać za zgodą inwestora. Polskie przepisy są dużo bardziej restrykcyjne w tej materii i określają, że kierownik budowy ma jedynie prawo występowania do inwestora o zmiany projektowe.

Nad koordynacją i nadzorem prac czuwa wykonawca, którego obowiązkiem jest również nadzór podwykona-

wców. Natomiast, jak to już zostało zaprezentowane w tabeli 1, rola nadzoru jest obowiązkiem kierownika projektu, działającego z ramienia wykonawcy.

Dodatkowymi uczestnikami procesu inwestycyjno-budowlanego w Hiszpanii są dostawcy materiałów oraz laboratoria kontroli jakości. Pierwsza grupa, oprócz dostarczania zamówionych materiałów ma także obowiązek instruowania, co do sposobu użycia i konserwacji dostarczonych materiałów. Polskie prawo z kolei nie narzuca dostawcom spełniania takich obowiązków, a w sytuacjach koniecznych instrukcje takie przekazywane są bezpośrednio przez producentów bądź ich przedstawicieli (serwis). Druga grupa to laboratoria kontroli jakości, których zadaniem jest zapewnianie pomocy technicznej zleceniodawcy i kierownikowi robót w zakresie ilości zasobów ludzkich oraz materiałowych potrzebnych przy wykonywaniu określonych prac. Jest to korzystne rozwiązanie, gdyż instytucje takie działają niezależnie od inwestora i wykonawcy oraz ustalają dodatkowo normatywy, które są obowiązkowe do stosowania.

Tab. 2. Zakres obowiązków uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego na etapie realizacji

Uczestnicy procesu inwestycyjno - budowlanego Hiszpania	Zakres obowiązków uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego na etapie realizacji	Uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego Polska
Inwestor	Kompletowanie dokumentacji, pozwoleń, licencji, decyzji administracyjnych oraz uzgodnień przekazywanych w toku prowadzonych prac na budowie	Inwestor / Kierownik bud.
	Informowanie o zmianach (w przypadku modyfikacji projektu architektoniczno-budowlanego) kierownika projektu	Inwestor Inspektor nad.
Wykonawca	Koordynacja prac i nadzór podwykonawców	Kierownik bud.
Kierownik projektu	Kontrola poprawności wykonania robót w zakresie niwelacji terenu, przyjętego sposobu posadowienia oraz doboru konstrukcji dla odpowiednich warunków geotechnicznych	Kierownik bud./ Inspektor nad.
	Dokumentacja wykonanej pracy w celu przedłożenia jej inwestorowi.	Kierownik bud.
	Rozwiązywanie problemów powstałych na etapie realizacji i zapisanie ich w Księdze Zamówienia (polski odpowiednik „Dziennik budowy”)	Kierownik bud.
	Opracować zmiany projektowe na polecenie inwestora (zgodnie z uzgodnieniami normowymi i urbanistycznymi)	Projektant
	Wprowadzenie zmian projektowych za zgodą inwestora	Projektant Kierownik bud. Inspektor nad.
Kierownik robót	Sprawdzanie materiałów budowlanych dostarczanych bezpośrednio na budowę oraz przeprowadzanie ich prób i testów	Kierownik bud. Inspektor nad.
	Kierowanie pracami w zakresie niwelacji, wykonywania konstrukcji, instalacji zgodnie z projektem budowlanym oraz wytycznymi kierownika projektu	Kierownik bud.
	Podpisywanie dokumentacji związanej z wykonanymi pracami oraz robotami częściowymi	Kierownik bud. /Inspektor nad.
Laboratorium kontroli jakości	Zapewnienia pomocy technicznej zleceniodawcy i przede wszystkim kierownikowi robót	Nie występuje
Dostawcy materiałów	Realizacja zamówień związanych z dostarczeniem materiałów zgodnie ze specyfikacją.	Nie występuje
	Instruowanie w przypadkach koniecznych, co do sposobu użycia i konserwacji dostarczonych materiałów	Nie występuje

2.5. Odbiór i użytkowanie

Po realizacji robót w Hiszpanii następuje odbiór, którego dokonuje inwestor w obecności wykonawcy (tab. 3). W przypadku, kiedy obiekt posiada wady, inwestor określa termin ich usunięcia. Natomiast po ich naprawie, sporządza się odrębny protokół odbioru. Ważnym dokumentem jest również świadectwo ukończenia robót, podpisane przez kierownika projektu oraz kierownika robót. Ponadto, w celu uzyskania pozwolenia na użytkowanie niezbędna jest dokumentacja powykonawcza. Obowiązkiem jej sporządzenia jest obarczony kierownik projektu. Niemniej jednak po stronie wykonawcy należy dołożenie wszelkich starań, aby ułatwić jej opracowanie. Z kolei po sporządzeniu dokumentacji powykonawczej inwestor dostarcza ją organom administracji architektoniczno-budowlanej.

3. Analiza porównawcza roli i odpowiedzialności uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego w Hiszpanii i Polsce

3.1. Funkcja inwestora oraz inspektora nadzoru

Zarówno w ustawodawstwie hiszpańskim jak i polskim występuje funkcja inwestora. Jednak osoba lub podmiot gospodarczy, który jest inwestorem w rozumieniu prawa polskiego, pełni zupełnie inne obowiązki w rozumieniu prawa hiszpańskiego. W ustawodawstwie hiszpańskim jest to podmiot o odpowiednim przygotowaniu zawodowym, reprezentujący interesy jednostki posiadającej odpowiedni kapitał na realizację przedsięwzięcia budowlanego. Dlatego też oprócz, zapewnienia finansowania inwestycji, inwestor w Hiszpanii pełni również funkcję inspektora nadzoru. Natomiast kontrolę techniczną sprawuje, zatrudniony z ramienia wykonawcy kierownik projektu.

3.2. Sporządzanie dokumentacji projektowej

W Hiszpanii, architekt chcąc skorzystać z pomocy innych pracowników musi uzyskać zgodę inwestora. Polskie ustawodawstwo nie narzuca projektantowi zasad doboru zespołu sporządzającego dokumentację projektową, dając swobodę w tym zakresie. Jedynym wymaganiem jest posiadanie uprawnień budowlanych w odpowiedniej specjalności

3.3. Wprowadzanie zmian projektowych

W Hiszpanii, w przypadku wprowadzania zmian przez architekta w projekcie architektoniczno-budowlanym inwestor ma obowiązek poinformowania o tym kierownika projektu. Działania takie mają na celu eliminację sytuacji niepożądanych. Nakładają jednak dodatkowy obowiązek na inwestora, związany z informowaniem kierownika projektu o wprowadzonych zmianach. Polskie ustawodawstwo nie określa procedury dotyczącej wprowadzania zmian przez architekta.

W przypadku wystąpienia problemów projektowych, w fazie realizacji robót w Hiszpanii, obowiązkiem kierownika projektu jest ich rozwiązanie i zapisanie ich w księdze zamówienia (odpowiednik polskiego dziennika budowy), celem prawidłowej interpretacji projektu. Dodatkowo na żądanie inwestora, kierownik projektu ma obowiązek opracowywania ewentualnych modyfikacji projektowych, które są konieczne celem postępu robót, ale tylko wtedy, gdy są zgodne z ustaleniami i normatywami. Kierownik projektu ma także prawo wprowadzania niewielkich zmian w projekcie budowlanym, za zgodą inwestora.

Polskie przepisy określają, że kierownik budowy ma prawo występować do inwestora o zmiany w rozwiązaniach projektowych, ale muszą być one uzasadnione koniecznością zwiększenia bezpieczeństwa realizacji robót lub usprawnienia procesu budowy. Z kolei wszelkiego rodzaju zmiany projektowe może dokonywać jedynie projektant na żądanie inwestora.

3.4. Występowanie funkcji wykonawcy

Wykonawca, jako osoba fizyczna bądź prawna w ustawodawstwie hiszpańskim odpowiada prawnie przed inwestorem. Ważnym dokumentem wymaganym do funkcjonowania wykonawcy na rynku budowlanym jest posiadanie tytułu lub uprawnień zawodowych.

W polskim prawie jedynym przedstawicielem wykonawcy, w rozumieniu przepisów prawa, jest osoba fizyczna w postaci kierownika budowy lub kierownika robót. Polskie ustawodawstwo nie nakłada również obowiązku posiadania stosownych tytułów bądź uprawnień zawodowych przez firmy wykonawcze do funkcjonowania na rynku budowlanym. Firma budowlana musi jedynie na etapie realizacji

Tab. 3. Zakres obowiązków uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego na etapie odbioru i użytkowania

Uczestnicy procesu inwestycyjno - budowlanego Hiszpania	Zakres obowiązków uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego na etapie odbioru i użytkowania	Uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego Polska
Inwestor	Odbiór budowy	Inwestor Inspektor nad.
	Przekazanie dokumentacji powykonawczej organom administracyjnym	Inwestor
Kierownik proj. /Kierownik rob.	Wystawienie świadectwa ukończenia	Kierownik bud.
Kierownik proj.	Sporządzenie dokumentacji powykonawczej	Kierownik bud.

budowy zapewnić udział wykwalifikowanej kadry technicznej o stosownych uprawnieniach budowlanych. W szczególnych przypadkach (np. realizacja robót budowlanych w ramach zamówień publicznych) jest wymagane wykazanie się realizacją podobnych obiektów, będących przedmiotem zamówienia.

3.5. Występowanie niezależnych instytucji

Ważną funkcję w procesie inwestycyjno-budowlanym w Hiszpanii pełnią laboratoria kontroli jakości, które działają niezależnie od inwestora i wykonawcy. Ich obowiązkiem jest sprawowanie kontroli i świadczenie pomocy technicznej zleceniodawcy a przede wszystkim kierownikowi projektu, w zakresie weryfikacji jakości materiałów i wykonania prac zgodnie z projektem architektoniczno-budowlanym i odpowiednimi normami. Laboratoria takie uchwalają także określone normatywy, co do koniecznych ilości materiałów i zasobów potrzebnych do wykonania robót.

W Polskim ustawodawstwie, zarówno laboratorium kontroli jakości jak również inna odpowiadająca tej roli instytucja nie jest uczestnikiem procesu budowlanego zgodnie z Art. 17 Ustawy Prawo Budowlane. Natomiast w celu określenia koniecznych ilości materiałów i zasobów do wykonania robót można wykonać kalkulację indywidualną bądź skorzystać z Katalogów Nakładów Rzeczowych (KNR)

4. Podsumowanie

W ustawodawstwie hiszpańskim funkcja inspektora nadzoru nie występuje. Kontrolę nad inwestycją sprawuje inwestor. W rozumieniu prawa hiszpańskiego osoba fizyczna, prawna bądź publiczna, dla której jest realizowana inwestycja posiada, odpowiednie przygotowanie techniczne, pozwalające nadzorować przebieg inwestycji. W Polsce interesy inwestora, reprezentuje inspektor nadzoru. Odpowiedzialność, jaką z tego tytułu ponosi, wynika z umowy z inwestorem. Rozwiązanie takie budzi wątpliwości, gdyż osoba podejmująca ważne decyzje w procesie realizacji budowy, powinna w pełni za nie odpowiadać.

W Hiszpanii, architekt chcąc skorzystać z pomocy innych projektantów, musi uzgodnić ich udział z inwestorem. W ustawodawstwie polskim swoboda, jaką ma projektant w kwestii doboru zespołu, przy sporządzaniu dokumentacji projektowej jest sporym ułatwieniem. Ponadto, projektant w ujęciu przepisów polskich, jest zobowiązany do pełnienia nadzoru autorskiego na polecenie inwestora, co oznacza między innymi zatwierdzanie wszelkich zmian projektowych. W ujęciu przepisów hiszpańskich kierownik projektu, może dokonywać niewielkich zmian projektowych w sytuacjach koniecznych (za zgodą inwestora). Jest to bardzo korzystny zapis, który w dużym stopniu ułatwia pracę kierownikowi projektu. Nie musi on, bowiem za każdym razem angażować projektanta, co w konsekwencji pozwala zaoszczędzić czas. Takie

podejście wymaga jednak, odpowiedniego zredagowania dokumentacji projektowej pod kątem możliwości i stopnia wprowadzania tych zmian oraz angażuje w cały proces inwestora, który zatwierdza wszystkie poprawki. W przypadku większych zmian, przykładowo konstrukcyjnych, konieczne jest uzgodnienie ich z projektantem, odpowiedzialnym za sporządzenie dokumentacji projektowej i dodatkowo zatwierdzenie ich przez organy administracyjne. Nadzór urbanistyczny z kolei na poziomie autonomii jest powierzony odpowiednim komisjom z zakresu zagospodarowania przestrzennego. Polskie przepisy w zakresie wprowadzania zmian projektowych są nieco bardziej skomplikowane, dają one jedynie prawo występowania kierownika budowy do inwestora o zmiany projektowe. Niemniej jednak zmiany te muszą być uzasadnione koniecznością zwiększenia bezpieczeństwa realizacji robót lub usprawnienia procesu budowy. Z kolei wszelkiego rodzaju zmiany projektowe może dokonywać jedynie projektant na żądanie inwestora.

W ustawodawstwie hiszpańskim wymienieni są oddzielnie: wykonawca, kierownik projektu oraz kierownik robót. Dodatkowo występują również laboratoria kontroli jakości oraz dostawcy materiałów. Rozwiązanie to oddziela zakres odpowiedzialności poszczególnych uczestników, zapewniając przy tym dodatkowy komfort pracy. Co więcej laboratorium kontroli jakości określa normatywy, co do ilości materiałów i zasobów przy wykonywaniu robót budowlanych. Istnienie takich normatywów w Polsce byłoby z pewnością bardzo pomocne przy określaniu wartości zamówień publicznych. Obecnie w zakresie ustalania ilości potrzebnych materiałów i zasobów do wykonywania określonych robót można wykonać kalkulację indywidualną bądź skorzystać z Katalogów Nakładów Rzeczowych (KNR). Niemniej jednak ich stosowanie w wielu przypadkach nie pozwala na określenie faktycznych nakładów.

Literatura

- Bryx M. (2003). Polskie przepisy wdrażające dyrektywy budowlane UE. W: *Materiały XXI Konferencji Naukowo-Technicznej, Szczecin-Międzyzdroje 2003*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, 25-30.
- García Gómez de Mercado F., Hernández Salguero E., Cebrián Herranz L., Rubio Pérez de Acevedo P. (2007). *Urbanismo. La propiedad ante el urbanismo. Planificación y gestión urbanística. Licencias y disciplina urbanística. Expropiación forzosa*.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Niewiadomski Z. (2002). *Planowanie przestrzenne. Zarys systemu*. LexisNexis, Warszawa.
- Niewiadomski Z. red. (2009). *Prawna regulacja procesu inwestycyjno-budowlanego. Uwarunkowania. Bariery. Perspektywy*. LexisNexis.
- Wierzbicki S., Tworek J., Zieleniewski S. (2003). *Polskie Budownictwo w aspekcie przepisów budowlanych Unii Europejskiej*. W: *Materiały XXI Konferencji Naukowo-*

*Technicznej, Szczecin-Międzyzdroje 2003, Wydawnictwo
Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, 31-60.*

**RESPONSIBILITIES OF PARTICIPANTS
OF THE BUILDING-INVESTMENT PROCESS
ON THE EXAMPLE OF SPAIN AND POLAND**

Abstract: Realization of the building-investment process is time-consuming, complicated and requires the involvement of many actors. However, the scope of responsibility varies depending on the country in which the design is implemented. The article compares the responsibilities of participants in the of building-investment process in various stages of development of investment on the example of Spain and Poland.

PROBLEMY PROJEKTOWANIA I PRZEBUDOWY OBIEKTÓW MOSTOWYCH

Agnieszka JABŁOŃSKA-KRYSIEWICZ^{a*}, Marek KRYSIEWICZ^b

^a Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

^b Biuro projektowe M-Mosty Marek Krysiewicz, ul. Elewatorska 13/22, 15-620 Białystok

Streszczenie: W pracy przedstawiono, na wybranych przykładach zrealizowanych mostów i przepustów, problemy związane z ich projektowaniem, modernizacją i przebudową. Szczególną uwagę zwrócono na aspekty uwarunkowań środowiskowych, estetycznych i wymagań co do trwałości zarówno nowoprojektowanych jak i remontowanych obiektów mostowych.

Słowa kluczowe: obiekt mostowy, projektowanie, modernizacja, przebudowa.

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach w Polsce jest realizowany program modernizacji infrastruktury komunikacyjnej, polegający nie tylko na budowie nowej sieci autostrad, ale i na przebudowie istniejących dróg krajowych, wojewódzkich, powiatowych i gminnych. Umożliwiają to fundusze europejskie pozyskiwane przez władze centralne i władze samorządowe.

Znakomita większość obiektów mostowych realizowanych i modernizowanych w Polsce (Pater i in., 2009) to mosty i wiadukty o średniej (do 50 m) i małej (5-25 m) rozpiętości przęsł. Są one przeważnie budowane z betonu zbrojonego jako żelbetowe monolityczne obiekty płytowe, płytowo-belkowe konstrukcje monolityczne z betonu sprężonego lub zespolone konstrukcje płytowo-belkowe z zastosowaniem belek sprężonych prefabrykowanych (Biliszczyk i Barcik, 2011). Wiele obiektów jest projektowanych jako stalowo-betonowe konstrukcje zespolone z betonową płytą współpracującą. Coraz więcej małych mostów i przepustów jest realizowanych w konstrukcji podatnych stalowych konstrukcji inżynierskich z blach.

2. Projektowanie mostów i przepustów

Projekt obiektu mostowego, niezależnie od zastosowanego rozwiązania materiałowego powinien uwzględniać (Balcerek, 2011):

- jakość stosowanych materiałów i ich trwałość,
- sposób zabezpieczenia przed warunkami zewnętrznymi,
- funkcjonalność,
- łatwość dostępu do poszczególnych elementów konstrukcyjnych i ich wyposażenia.

Szczególną uwagę powinno się zwracać na sposób odwodnienia obiektu mostowego, a więc na trwałość elementów rurowych, studzienek ściekowych, sączków, urządzeń dylatacyjnych oraz łóżysek. Zarówno projekt nowego mostu jak i projekt modernizacji musi wskazywać sposób szybkiego odprowadzenia wód opadowych i roztopowych ze wszystkich elementów obiektu, takich jak węzły, połączenia, ławy i nisze podłożyskowe, wpusty mostowe.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 roku (Rozporządzenie Ministra, 2000) w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać drogowe budownictwa inżynierskie i ich usytuowanie, każda budowla inżynierska powinna spełniać następujące warunki:

- zapewniać nośność i stateczność budowli;
- gwarantować bezpieczeństwo: przeciwpożarowe, powodziowe, spływu lodu, w wypadku uderzenia statków, pojazdów kołowych lub szynowych, a także w wypadku innych mogących nastąpić zjawisk jak tąpnięcia, szkody górnicze, trzęsienie ziemi;
- gwarantować bezpieczeństwo: użytkowania i obsługi oraz bieżącego utrzymywania obiektów;
- zapewniać trwałość obiektów inżynierskich, zarówno konstrukcji nośnej, jak też fundamentów i podpór oraz

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: a.krysiewicz@pb.edu.pl

wyposażenia obiektu (także przeznaczonego dla osób niepełnosprawnych).

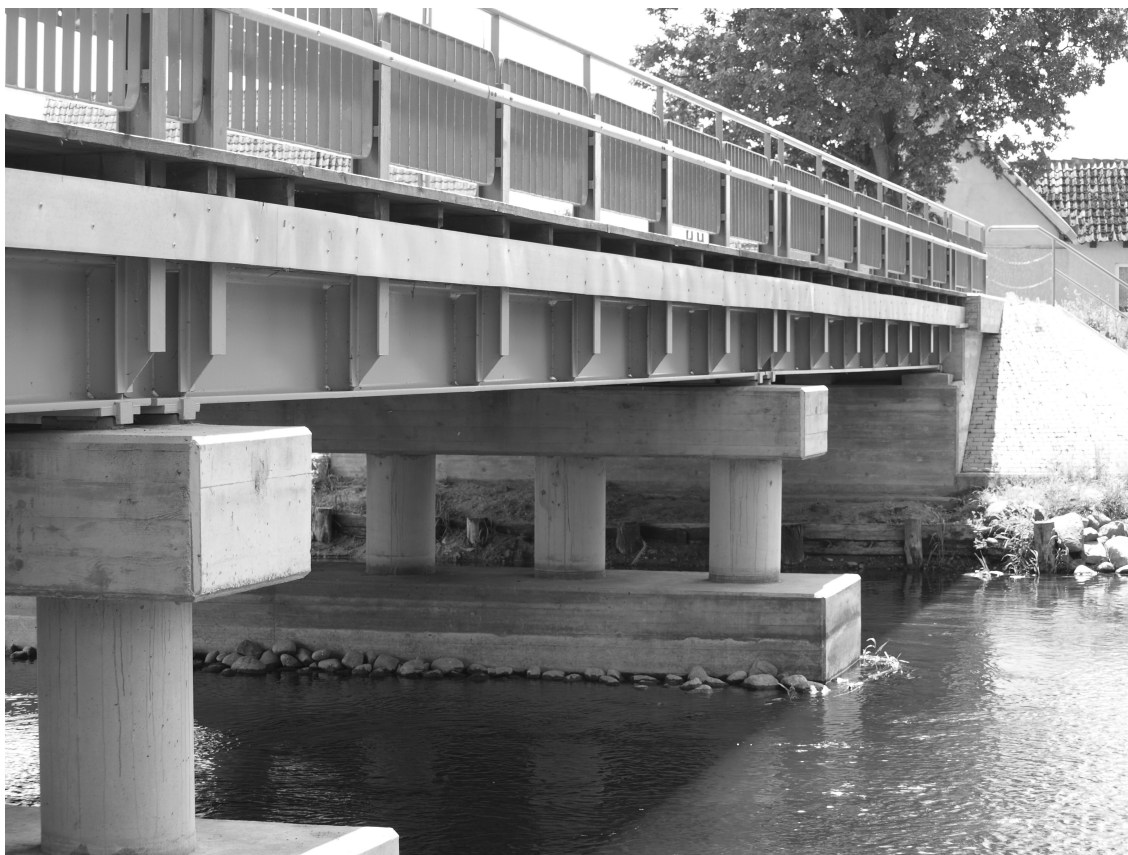
Zgodnie z wcześniej wymienionym Rozporządzeniem przy przebudowie istniejących obiektów należy pamiętać o stosowaniu materiałów o odpowiednich trwałościach, zapewniających odpowiedni okres użytkowania elementów obiektów oraz o konieczności przyjęcia odpowiednich rozwiązań ochronnych w celu zapewnienia tej trwałości. Rozwiązania ochronne powinny zatem obejmować:

- sposób usytuowania obiektu mostowego, przyjęcie z uzasadnieniem obliczeniowym właściwego światła mostu, liczbę i długości przęseł, wzniesienie dolnej krawędzi konstrukcji nad najwyższym poziomem spiętrzonej wody przepływu miarodajnego oraz najwyższym poziomem wody żeglownej, przyjęcie właściwego kąta usytuowania podpór w stosunku do przewidywanego kierunku przepływu miarodajnego wody, kąta skrzyżowania obiektu z przeszkodą wodną lub drogową, określenie wpływu nierównomiernego osiadania podpór;
- stosowanie urządzeń ułatwiających utrzymanie i konserwację obiektów mostowych;
- właściwy dobór materiałów w celu ochrony czynnej i biernej, ochrony powierzchniowej konstrukcji i jej elementów, stosowanie systemów antykorozyjnych na

metalach i betonach zgodnie z wymogami ochrony środowiska.

Problemem często pojawiającym się przy remontach obiektów istniejących są ograniczenia wynikające z określonych warunków terenowych lub konstrukcji podpór, które nie pozwalają na uzyskanie wymaganych cech mostu. W związku z tym przed przystąpieniem do opracowania projektu przebudowy obiektu mostowego należy zapoznać się z odpowiednimi wytycznymi wynikającymi np. z klasy drogi, w ciągu której obiekt ten się znajduje, a następnie określić stan techniczny i możliwości dostosowania konstrukcji do powyższych wymagań. Często istotnym czynnikiem, decydującym o rozwiązaniu konstrukcyjnym jest czynnik ekonomiczny, a więc ograniczenie kosztów remontu czy przebudowy. Z tej przyczyny stosowane są rozwiązania tańsze np. zastosowanie pomostu drewnianego, opartego na ruszcie stalowym zamiast bardziej trwałej konstrukcji w postaci płyty żelbetowej zespolonej z belkami stalowymi (rys. 1).

Innym problemem, z jakim spotykają się projektanci przy remontach mostów, jest brak dokumentacji projektowej istniejącego obiektu. Wymusza to często konieczność wykonania dodatkowych badań i analiz, pozwalających na opisanie obiektu w sposób wystarczający do sporządzenia analizy nośności konstrukcji.



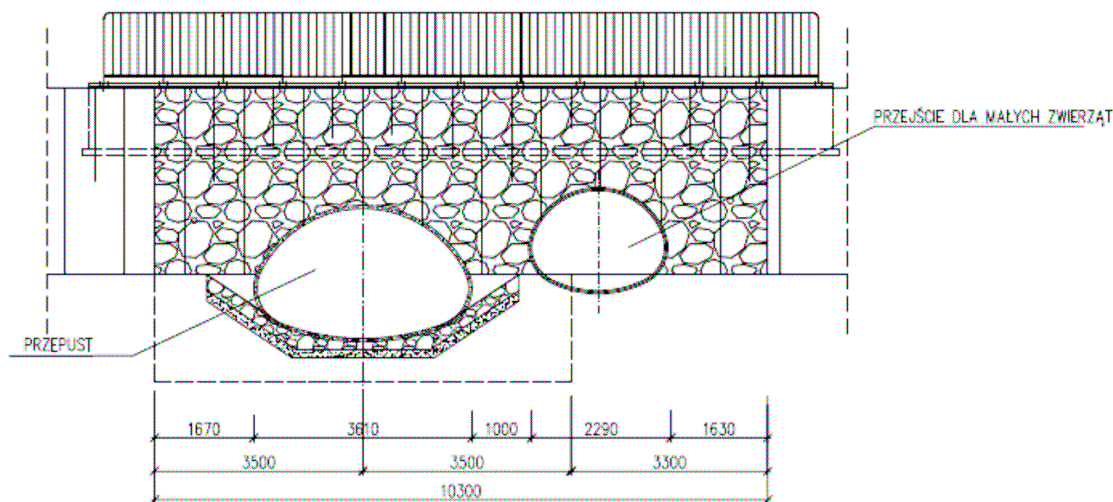
Rys. 1. Most w Lipińskich Małych nad rzeką Ełk – zastosowanie pomostu drewnianego opartego na belkach stalowych

W dobie zrównoważonego rozwoju, bez uwzględnienia w projekcie rozwiązań, które zagwarantują minimalizację oddziaływań inwestycji na środowisko, nie jest możliwe uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach i zgody na realizację przedsięwzięcia, co jest równoznaczne z brakiem uzyskania pozwolenia na budowę lub remont. Zarówno w przypadku projektowania nowych obiektów mostowych jak i przebudowy już istniejących wiąże się to często z zaprojektowaniem odpowiednich przejść dla zwierząt. Przy przejściach dla zwierząt najważniejsza jest ich właściwa lokalizacja, poprzedzona wnikliwą analizą uwzględniającą zarówno aspekty przyrodnicze jak i techniczno-budowlane (Leniak-Tomczyk i Łagoda, 2010). Często stosowanym rozwiązaniem jest łączenie w jednym obiekcie funkcji przepustów z przejściami dla małych zwierząt (rys. 2). Na właściwie zaprojektowanych i wybudowanych przejściach można zauważyć po pewnym czasie ślady migracji zwierząt.

Ostatnim kryterium, które powinno być brane pod uwagę przy projektowaniu i remontach mostów jest ich estetyka. Miano „estetycznego kształtowania” obecnie rozumiane jest bardzo szeroko (Członka i Śledziwski, 2011). Nie chodzi tylko o piękno obiektu samo w sobie, ale również o zachowanie podstawowych zasad formy. Most, zarówno pod względem funkcjonalnym, jak też

materiałowym i konstrukcyjnym powinien być dostosowany do otoczenia i nie powinien ingerować w żaden sposób w otaczające środowisko. W środowisku miejskim ważne są miejsca widokowe dla pieszych i widoki oglądane przez jadących wolno kierowców. Detale architektoniczne, specjalne materiały czy tekstura obiektu mostowego są tam zdecydowanie bardziej zauważalne niż w przypadku obiektów usytuowanych na drogach szybkiego ruchu (Jarominiak, 2011). Często występującą sytuacją przy przebudowie mostów, z jaką spotyka się projektant, jest pozostawienie ich niezmienionej formy architektonicznej, przykładowo w postaci łuku. W takich przypadkach stosowane są stalowe blachy karbowane o konstrukcji łukowej, oparte na żelbetowych przyczółkach (rys. 3a i 3b). W obszarach wiejskich wykorzystuje się krajobraz do uwydatnienia ciągłości przestrzeni z obu stron mostu. Jednym ze sposobów osiągnięcia tego celu jest użycie jednakowego rodzaju roślinności na odcinkach o odpowiedniej długości po obu stronach obiektu mostowego z minimalną przerwą na konstrukcję oraz stosowanie do zabezpieczania skarp materiałów występujących w przyrodzie, przykładowo narzutu kamiennego lub obsadzenie naturalną roślinnością (rys. 4a i 4b).

WIDOK OD STRONY WYLOTU–PRZEPUST UL. BORSUCZA

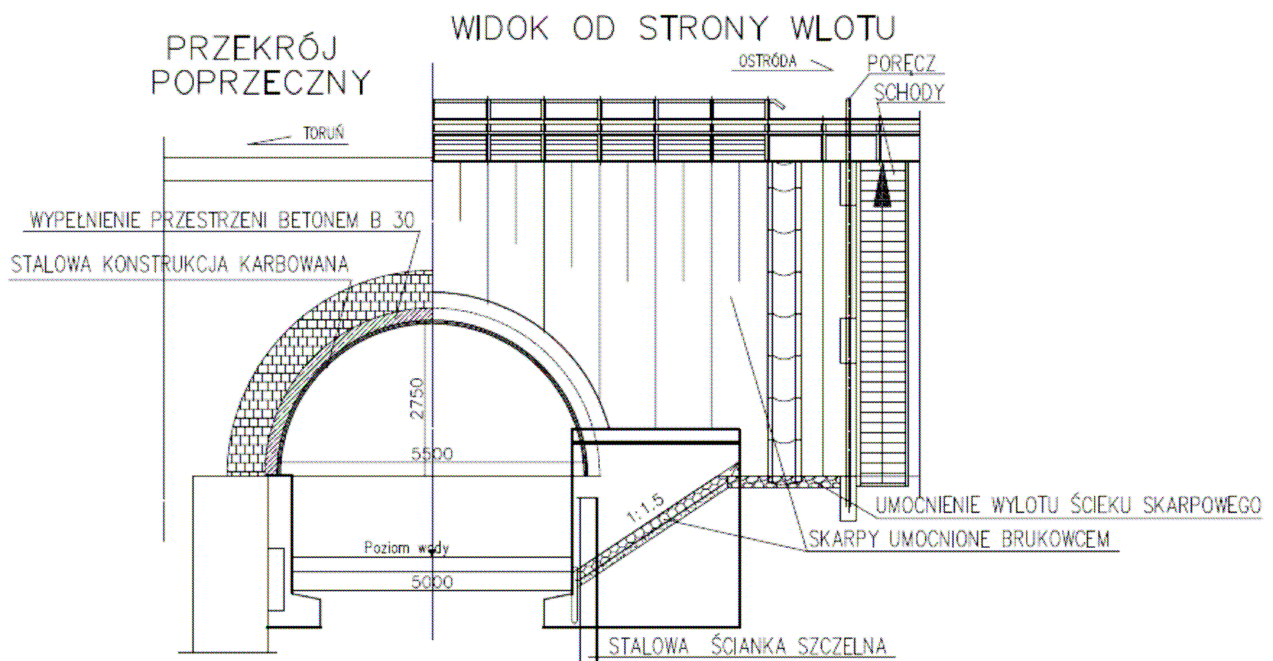


Rys. 2. Przepust z przejściem dla małych zwierząt pod ulicą Borsuczą w Białymstoku

a)

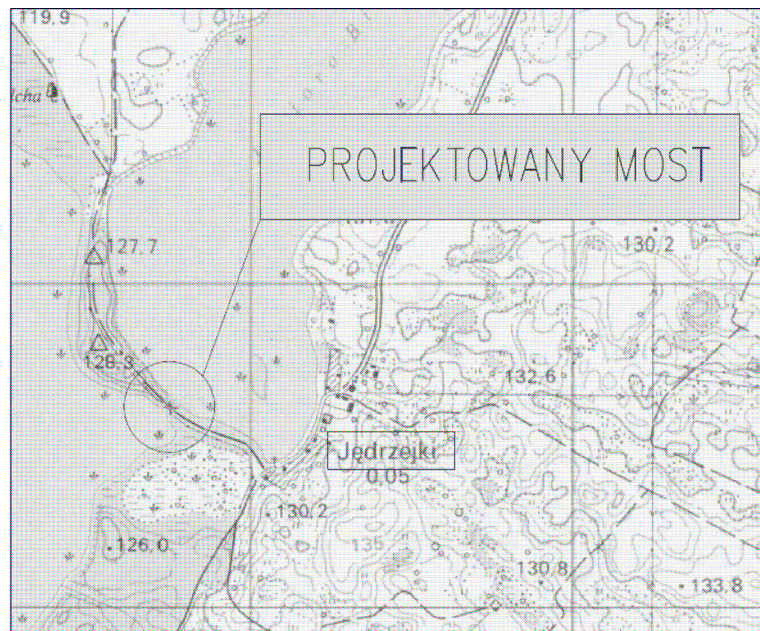


b)



Rys. 3. Most w Kołodziejkach w ciągu drogi krajowej Nr 15, odcinek Lubawa-Ostróda: a) stan przed przebudową; b) przekrój poprzeczny zmodernizowanego obiektu

a)



b)



Rys. 4. Most w Jędrzejkach w ciągu drogi powiatowej Nr 1937N na przesmyku między jeziorami Białe i Stackie: a) plan sytuacyjny; b) obsadzenie skarp roślinnością występującą w krajobrazie

3. Główne usterki i uszkodzenia istniejących mostów

Szacuje się, że wśród wszystkich istniejących obiektów mostowych około 20-30% znajduje się w złym stanie technicznym i wymaga remontu, modernizacji i wzmocnienia (Flaga, 2010). Przyczyną takiego stanu rzeczy jest to, iż mostowe obiekty inżynierskie należą do konstrukcji pracujących w trudnych warunkach środowiskowych. Są narażone na bezpośrednie oddziaływanie czynników środowiskowych, takich jak:

- spaliny samochodowe;
- chemiczne zanieczyszczenia atmosfery (związki siarki);
- środki przeciwbłędzeniowe zawierające chlorki;

Inną przyczyną niszczenia elementów konstrukcji mostów jest stale rosnący ruch pojazdów, zarówno pod względem liczby pojazdów, jak i ich masy (dawniej 30 t do 50 t obecnie). Powoduje to większe wyężenie mostu i większe prawdopodobieństwo zmęczenia tworzyw konstrukcyjnych.

Najczęstszymi uszkodzeniami obiektów mostowych betonowych są:

- odpryski i złuszczenia powierzchni betonu prowadzące do odkrycia i korozji zbrojenia;
- pęknięcia w wyniku koncentracji naprężeń (w karchach) lub pęknięcia zmęczeniowe materiału w wyniku obciążeń dynamicznych;

- zarysowanie elementów betonowych, spowodowane naprężeniami o wartości bliskiej wytrzymałości betonu na rozciąganie lub w wyniku niejednakowych współczynników rozszerzalności cieplnej różnych materiałów.

Bardzo duży wpływ na powstawanie w/w uszkodzeń mają właściwości betonów, szczególnie w istniejących starych mostach i przepustach. W zakresie cech mechanicznych ich wytrzymałość na ściskanie często oscyluje w granicach 14-25 MPa, zaś wytrzymałość na rozciąganie nie przekracza 2,5 MPa. Ponadto stosowane ówczesne techniki zgęszczania mieszanki betonowej oraz niestosowanie dodatków upłynniających do betonu przyczyniły się do ich wysokiej porowatości, co wpływa na ich podatność na nasiąkliwość i na zmniejszoną mrozoodporność. Dodatkowe błędy konstrukcyjne (zbyt mała grubość otuliny prętów zbrojeniowych, za słabe zbrojenie przypowierzchniowe-przeciwskurczowe) oraz nieszczelność izolacji, urządzeń dylatacyjnych i urządzeń odwadniających przyczyniają się do niszczenia konstrukcji mostu czy przepustu (rys. 5). W istniejących jeszcze na drogach lokalnych obiektach wykonanych z drewna często złe zabezpieczenie materiału przed korozją biologiczną wymusza ich gruntowną przebudowę (rys. 6).



Rys. 5. Most w Jaktorowie w ciągu drogi wojewódzkiej Nr 719 Grodzisk Mazowiecki-Żyrardów – widoczna korozja zbrojenia na skutek nieszczelnej izolacji

a)



b)



Rys. 6. Most w Jędrzejkach: a) stan przed przebudową – drewniana konstrukcja pomostu oparta na belkach stalowych, b) nowy obiekt – żelbetowa płyta zespolona ze stalowymi dźwigarami

W przypadku naprawy konstrukcji mostowych najważniejsze jest właściwe określenie przyczyn powstania uszkodzenia i czy jest ono rozwojowe, czy też stałe. Należy zwrócić uwagę na jego wpływ na trwałość konstrukcji nośnej. Drugim ważnym elementem jest dobór materiału zastosowanego do naprawy, zgodnego z materiałem naprawianym, przy czym należy uwzględnić, czy celem naprawy jest poprawa estetyki obiektu, czy ma on za zdanie odtworzenie sił wewnętrznych w elemencie lub konstrukcji jako całości. W przypadku niewłaściwego doboru materiału naprawczego, różniącego się zasadniczo współczynnikiem rozszerzalności i modułem Younga, może dochodzić do oddzielania materiału istniejącego od materiału dodanego lub przekazywania obciążeń na materiał o większym module sprężystości podłużnej, co prowadzi do uszkodzenia lub zniszczenia elementu. Nie należy również dopuszczać do powstawania lokalnych mikroogniw elektrycznych, powodujących korozję elektrochemiczną. Taka sytuacja może mieć miejsce w przypadku występowania na powierzchni zbrojenia miejsc o różnych wartościach pH, o różnych koncentracjach tlenu i chlorków oraz o różnej wilgotności i temperaturze zewnętrznej.

4. Podsumowanie

Małe mosty i przepusty stanowią większość drogowych obiektów inżynierskich na istniejącej sieci dróg i ulic. W związku z przebudową dróg znaczna ich liczba jest modernizowana, przebudowywana tak, aby uzyskały one parametry wytrzymałościowe odpowiadające nowym wymaganiom. Niestety należy z przykrością stwierdzić, że o tym, w jaki sposób dany obiekt będzie modernizowany decyduje często czynnik ekonomiczny, a więc środki przeznaczone na realizację danej inwestycji. Nie zawsze są wybierane rozwiązania optymalne pod względem trwałości, a to przyczynia się w dłuższej perspektywie czasu do zwiększenia nakładów finansowych na dodatkowe modernizacje i remonty, których można byłoby uniknąć wybierając pozornie droższe rozwiązanie konstrukcyjne.

Literatura

- Balcerek B. (2011). Budowa, odbudowa i utrzymanie obiektów mostowych na sieci dróg wojewódzkich regionu świętokrzyskiego. *Drogownictwo*, 4/2011, 123-132.
- Biliszczyk J., Barcik W. (2011). Mosty betonowe w Polsce-realizacje z lat 2008-2010. *Geoinżynieria*, 2/2011, 32-38.
- Członka K., Śledziwski K. (2011). Zasady estetycznego kształtowania konstrukcji mostowych. *Drogownictwo*, 3/2011, 100-105.
- Flaga K. (2010). Diagnostyka, modernizacja i rewitalizacja obiektów mostowych z betonu. W: Materiały 56. Konferencji naukowej KILiW PAN i KN PZITB, Kielce-Krynica 2010.
- Jarominiak A. (2011). Obiekty mostowe a środowisko-determinanty estetyki. *Inżynieria i Budownictwo*, 4/2011, 200-205.
- Leniak-Tomczyk A., Łagoda G. (2010). Środowiskowe uwarunkowania realizacji inwestycji drogowych w Polsce. *Drogi i Mosty*, 2/2010, 31-52.
- Pater Z. i in. (2009). Nasze osiągnięcia w budowie mostów. Praca zbiorowa. *Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne*, Wrocław.
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać drogowe budowle inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. 00.63.735).

PROBLEMS IN DESIGNING AND REBUILDING OF BRIDGES AND CULVERTS

Abstract: The paper covers problems in designing and rebuilding of bridges and culverts. All bridges should be designed with taking into consideration environmental determinants and requirements of durability. On selected examples of existing objects like bridges and culverts there were shown the practical aspects of their designing and rebuilding.

Pracę wykonano w Politechnice Białostockiej w ramach realizacji pracy statutowej S/WBiŚ/2/2008

OCENA PORÓWNAWCZA MIERNIKÓW ODPORNOŚCI HARMONOGRAMÓW BUDOWLANYCH

Piotr JAŚKOWSKI*, Sławomir BIRUK

Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin

Streszczenie: Na czas realizacji procesów budowlanych wpływa wiele czynników, których częstość i siła oddziaływania zależą od warunków realizacji – specyficznych dla danej budowy, przedsiębiorstwa, lokalizacji. Większość dotychczasowych prac z zakresu harmonogramowania koncentrowała się na modelowaniu przedsięwzięć i poszukiwaniu dokładnych oraz heurystycznych metod rozwiązywania modeli, w celu projektowania optymalnych (lub suboptymalnych) harmonogramów w warunkach deterministycznych. Podejście, zmierzające do opracowania harmonogramów odpornych na zakłócenia (stabilnych) jest określane mianem proaktywnego. Powinno ono zapewnić minimalizację odchyleń rzeczywistych terminów realizacji procesów od terminów zaplanowanych. Ze względu na dużą złożoność obliczeniową rozwiązania tego problemu w przedsięwzięciach realizowanych w praktyce (model stochastyczny), w literaturze przedmiotu są poszukiwane zastępcze mierniki odporności harmonogramów. Mierniki o potwierdzonej wiarygodności mogą stanowić podstawę tworzenia efektywnych algorytmów harmonogramowania. Celem pracy jest analiza porównawcza jakości różnych miar odporności harmonogramów z zastosowaniem metody symulacji Monte Carlo i propozycja nowego miernika oraz metody określania wielkości buforów czasu.

Słowa kluczowe: odporne harmonogramy budowlane, ryzyko realizacji przedsięwzięć budowlanych, symulacja komputerowa.

1. Wprowadzenie

Przedsięwzięcia budowlane są narażone na oddziaływanie różnych czynników ryzyka (są to między innymi warunki pogodowe, gruntowe, różne doświadczenie, kwalifikacje i wydajność brygad oraz podwykonawców, wypadki, nierzetelni dostawcy, braki materiałowe, konieczność wykonywania robót poprawkowych). Warunki środowiska, w którym przedsięwzięcia są realizowane, nie są statyczne. Ich zmienność jest źródłem niepewności i ryzyka w odniesieniu do kosztu, czasu i jakości wykonania obiektu budowlanego.

Prawdopodobieństwo, że harmonogram bazowy (opracowany przy założeniu, że wszystkie parametry są znane i niezmiennie w czasie) nie ulegnie dezaktualizacji jest małe, bowiem przebieg realizacji poszczególnych procesów zakłóca wiele czynników niekontrolowanych.

Ryzyko czasu powinno być uwzględnione już na etapie projektowania realizacji przedsięwzięć i budowy harmonogramu, w celu zwiększenia prawdopodobieństwa dotrzymania kluczowych terminów – zakończenia etapów, zatrudnienia podwykonawców, wynajmu maszyn czy zakończenia przedsięwzięcia. Harmonogram bazowy

(opracowany przed rozpoczęciem realizacji) powinien zakładać realistyczne terminy nie tylko zakończenia całego przedsięwzięcia, ale również terminów rozpoczęcia niektórych procesów, ponieważ ułatwia to zarządzanie zasobami, kontraktowanie podwykonawców i planowanie dostaw.

Dostępna wiedza statystyczna o losowych warunkach realizacji powinna być uwzględniona na etapie projektowania harmonogramu. Podejście zmierzające do zwiększenia odporności terminów rozpoczęcia realizacji poszczególnych procesów w harmonogramie i terminu zakończenia przedsięwzięcia na zakłócenia losowe w literaturze przedmiotu jest określane mianem harmonogramowania proaktywnego (Lambrechts i in., 2008). Harmonogram powinien charakteryzować się zarówno dużą odpornością jakości, jak i stabilnością (Van de Vonder i in., 2005). Tzw. odporność jakości harmonogramu (*Quality robustness*) jest definiowana jako prawdopodobieństwo dotrzymania zaplanowanego terminu zakończenia przedsięwzięcia. Odporność harmonogramu (*solution robustness*) lub stabilność jest mierzona za pomocą kosztu niestabilności harmonogramu – sumy ważonych wartości bezwzględnych odchyleń wartości oczekiwanej terminów rozpoczęcia procesów

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: p.jaskowski@pollub.pl

od terminów zaplanowanych (Schatteman i in., 2008). Wagi można interpretować jako jednostkowe koszty opóźnień rozpoczęcia procesów i zakończenia przedsięwzięcia, wynikające z kar umownych np. za przekroczenia terminów dyrektywnych, zwiększonych kosztów magazynowania materiałów, wynajmu maszyn itp.

W artykule autorzy pomijają koszty i ewentualne przychody związane z wcześniejszym rozpoczynaniem procesów.

Zastosowanie metod programowania stochastycznego do rozwiązania modelu zagadnienia budowy odpornych harmonogramów, z funkcją celu minimalizującą koszt niestabilności i czasami realizacji procesów, będącymi zmiennymi losowymi o ustalonych typach i parametrach rozkładów prawdopodobieństwa, jest złożone numerycznie. Z tego względu w literaturze przedmiotu poszukuje się zastępczych mierników odporności harmonogramów, które mogą stanowić podstawę do budowy efektywnych algorytmów harmoniogramowania.

W harmonogramowaniu proaktywnym są stosowane techniki bazujące na redundancji i kontyngencji, polegające na odpowiedniej alokacji buforów czasu. Bufor na końcu procesu (kontyngencja czasu) stanowi jego integralną część i zwiększa prawdopodobieństwo jego zakończenia w zaplanowanym terminie. W przypadku technik bazujących na redundancji, bufor mają charakter czasu bezczynności (przerw) i są umieszczane na początku lub na końcu procesu, w celu ochrony terminów rozpoczęcia procesów i przeciwdziałania propagacji zakłóceń w harmonogramie. Koncepcja alokacji zapasu swobodnego jest zatem ściśle skorelowana ze zwiększaniem odporności harmonogramu. Wielkości istniejących zapasów całkowitych wpływają natomiast na odporność jakości harmonogramu (Hazir i in., 2010).

W niewielu pracach proponuje się i bada jakość/adekwatność mierników odporności harmonogramów. M.in. Al-Fawzan i Haouari (2005) zdefiniowali odporność harmonogramów jako sumę zapasów swobodnych procesów, ułożonych w celu zwiększenia możliwości przeciwdziałania małym wydłużeniom czasu realizacji niektórych procesów, spowodowanych oddziaływaniem niekontrolowanych czynników. Badania Gorena i Sabuncuoglu (2008) potwierdziły występowanie dużej korelacji między odpornością i sumą zapasów swobodnych (lub równoważnie wartością średnią zapasu swobodnego) w przypadku przedsięwzięć przemysłowych realizowanych w systemie gniazdowym (*job shop*). Kobylański i Kuchta (2007) proponują, aby – w celu zwiększenia odporności jakości harmonogramu i jego stabilności – maksymalizować minimalną wartość zapasu swobodnego lub iloraz: zapas swobodny / czas realizacji procesu. Lambrechts i in. (2008) zaproponowali jako miernik odporności nieliniową funkcję użyteczności. Chtourou i Haouari (2008) zastosowali wiązkę dwunastu mierników do wyboru najbardziej odpornych harmonogramów z ograniczeniami zasobowymi.

2. Proponowany miernik odporności harmonogramów

Odporność harmonogramu jest uzależniona od wielkości buforów czasu i zapasów swobodnych. Przy ustalaniu wielkości buforów umieszczonych przed terminem rozpoczęcia procesu należy uwzględnić: podatność na wpływ zjawisk losowych procesów poprzedzających (co wpływa na prawdopodobieństwo rozpoczęcia procesu w założonym terminie), jednostkowy koszt (wagę) opóźnienia rozpoczęcia procesu.

Przyjmijmy, że przedsięwzięcie jest modelowane za pomocą skierowanego, niecyklicznego i spójnego unigrafu $G = \langle V, E \rangle$, bez pętli, w którym wyróżniono jeden wierzchołek początkowy o numerze $j = 1$ i jeden końcowy n . $V = \{1, 2, \dots, n\}$ jest zbiorem wierzchołków grafu (procesów budowlanych), $E \subset V \times V$ to relacja dwuczłonowa określająca zależności kolejnościowe między procesami (łuki grafu).

Czas realizacji procesu (oprócz wierzchołka końcowego) jest zmienną losową. Analiza modelu sieciowego w funkcji czasu (przeprowadzona dla planowanych czasów d_j realizacji procesów $j = 1, 2, \dots, n$; czasów równych wartościom oczekiwany zmiennych losowych) umożliwia utworzenie harmonogramu bazowego.

Procesom jest przypisany c_j – jednostkowy koszt opóźnień ich terminów rozpoczęcia w stosunku do terminów określonych w harmonogramie bazowym. Jednostkowy koszt procesu n jest kosztem opóźnienia terminu zakończenia przedsięwzięcia w stosunku do terminu dyrektywnego T_d . Procesy dla których $c_j > 0$ ($j \in H$, gdzie $H = \{j : c_j > 0\}$), rozpoczynają się zgodnie z polityką *railway* – nie wcześniej niż w terminie ustalonym w harmonogramie.

Bufory są lokowane w celu zwiększenia odporności harmonogramu z ustalonym dyrektywnym terminem zakończenia przedsięwzięcia T_d , co jest równoważne zmniejszeniu kosztu niestabilności harmonogramu.

Zadaniem buforów czasu δ_j dla procesów $j \in H$ jest zabezpieczanie przed propagacją zakłóceń w harmonogramie. Są to przerwy / czasy bezczynności między planowanymi a najwcześniejszymi możliwymi terminami rozpoczęcia procesów. Wielkość buforów czasu w proponowanej metodzie jest określana z uwzględnieniem jednostkowych kosztów opóźnień procesów i możliwych wartości przesunięcia ich rozpoczęcia w stosunku do terminów w harmonogramie bazowym. W celu określenia opóźnień terminów rozpoczęcia procesów są przeprowadzane badania symulacyjne.

Wielkość buforów jest określana według procedury obejmującej następujące etapy:

1. Obliczenie minimalnego czasu trwania przedsięwzięcia $T_{\min}$, najwcześniejszych terminów s_j^0 rozpoczynania wszystkich procesów $j \in V$ i ich całkowitego zapasu czasu zc_j^0 , na podstawie wstępnego harmonogramu bazowego (bez buforów), sporządzonego dla wartości oczekiwanych czasów d_j wykonania procesów $j = 1, 2, \dots, n$.

2. Przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych modelu sieciowego, przy założeniu, że czasy wykonania procesów są zmiennymi losowymi o wcześniej ustalonych rozkładach (na przykład β -PERT lub trójkątny, których parametry są określane na podstawie oszacowań ekspertów), a procesy rozpoczynają się zgodnie z przyjętą polityką. Na podstawie symulacji można określić wartość oczekiwaną opóźnień procesów w stosunku do terminów zaplanowanych $\Delta s_j = s_j^1 - s_j^0$, gdzie s_j^1 jest średnim terminem rozpoczęcia procesu $j \in V$ z poszczególnych przebiegów symulacyjnych.

Przy założeniu, że znany jest dyrektywny czas trwania przedsięwzięcia T_d , całkowity zapas czasu procesów jest równy $zc_j = zc_j^0 + T_d - T_{\min}$ dla $j = 1, 2, \dots, n$. Istniejący całkowity zapas czasu ciągów procesów w harmonogramie bazowym powinien być rozdzielony (w postaci buforów ulokowanych na początku procesów) pomiędzy wszystkie procesy z uwzględnieniem wag obliczanych zgodnie z wyrażeniem:

$$w_j = c_j \cdot (\Delta s_j + 3\sigma_j) \quad (1)$$

gdzie σ_j jest odchyleniem standardowym terminów rozpoczęcia procesów uzyskanych techniką symulacji;

3. Jako miarę odporności harmonogramu proponuje się minimalną wartość ilorazu $\delta_j / (zc_j \cdot w_j)$. Model matematyczny problemu określania wielkości buforów

czasu, w celu zwiększenia odporności harmonogramu, ma postać następującą:

$$\max z: z = \min_{j \in H} \left\{ \frac{\delta_j}{zc_j \cdot w_j} \right\} \quad (2)$$

$$s_1 = 0 \quad (3)$$

$$s_j - \delta_j \geq s_i + d_i, \quad \forall (i, j) \in E \quad (4)$$

$$s_n \leq T_d \quad (5)$$

$$s_j \geq 0, \quad \forall j \in V \quad (6)$$

$$\delta_j \geq 0, \quad \forall j \in V \quad (7)$$

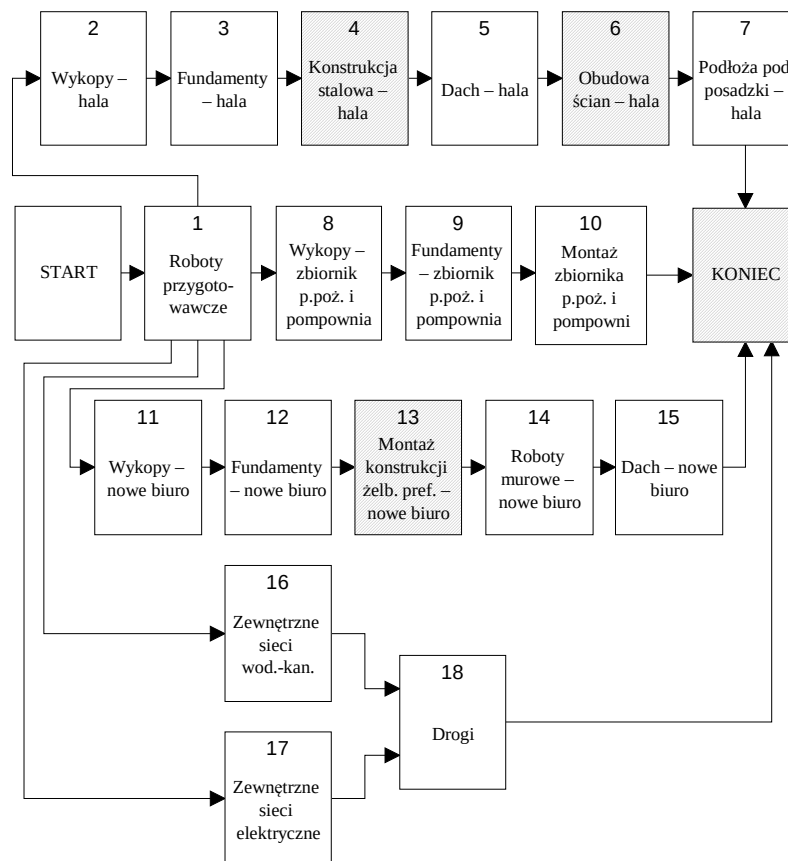
$$\delta_j = 0, \quad \forall j \in V \setminus H \quad (8)$$

$$\delta_j \in \text{int}, \quad \forall j \in H \quad (9),$$

gdzie s_j jest to termin rozpoczęcia procesu j , $j = 1, 2, \dots, n$ w harmonogramie bazowym (z buforami).

3. Ocena jakości mierników odporności harmonogramów – przykład

Na rysunku 1 przedstawiono graf zależności technologiczno-organizacyjnych przedsięwzięcia budowlanego.



Rys. 1. Graf zależności kolejnościowych (przykład); wyróżniono procesy j , dla których $c_j > 0$

W tabeli 1 zestawiono oszacowania parametrów zmiennych losowych czasów wykonania poszczególnych procesów, przy założeniu rozkładów trójkątnych (a_j – czas minimalny, m_j – najbardziej prawdopodobny, b_j – maksymalny, d_j – wartość oczekiwana), oraz c_j – jednostkowe koszty opóźnień ich rozpoczynania. Minimalny czas realizacji przedsięwzięcia, obliczony w wyniku analizy modelu sieciowego z uwzględnieniem wartości oczekiwanych zmiennych losowych czasu wykonania procesów, wynosi 277 dni.

W przykładzie oceniono jakość ośmiu zastępczych mierników odporności oraz kosztu niestabilności harmonogramu opracowanego z zastosowaniem heurystyki *adapted float factor* (Van de Vonder i in.,

2005). Poszukiwano maksymalnych wartości wszystkich mierników w celu zwiększenia odporności harmonogramu. Termin zakończenia przedsięwzięcia ustalono na 290 dzień po jego rozpoczęciu. Wartość oczekiwaną opóźnień procesów i ich odchylenia standardowe określono w badaniach symulacyjnych Monte Carlo (30000 przebiegów). Badania symulacyjne przeprowadzono za pomocą pakietu symulacyjnego GPSS Worldtm Personal Version firmy Minuteman Software (licencja edukacyjna).

Wielkości zapasów swobodnych zs_j i buforów δ_j ustalono rozwiązując modele programowania liniowego, stosując program LINGO 12.0 Optimization Modeling Software. Wyniki badań i obliczeń zestawiono w tabeli 2.

Tab. 1. Oszacowania czasów realizacji procesów i jednostkowych kosztów opóźnień terminów ich rozpoczęcia (przykład)

j	Process / work package	Czas minimalny a_j	Czas najbardziej prawdopodobny m_j	Czas maksymalny b_j	Wartość oczekiwana czasu d_j	Jednostkowy koszt opóźnień c_j
1	Roboty przygotowawcze	24	25	29	26	0
2	Wykopy – hala	19	20	24	21	0
3	Fundamenty – hala	34	35	41	37	0
4	Konstrukcja stalowa – hala	47	50	56	51	1
5	Dach – hala	34	40	51	42	0
6	Obudowa ścian – hala	52	58	68	59	1
7	Podłoża pod posadzki – hala	34	40	49	41	0
8	Wykopy – zbiornik p.poż. i pompownia	2	3	5	3	0
9	Fundamenty – zbiornik p.poż. i pompownia	4	5	7	5	0
10	Montaż zbiornika p.poż. i pompowni	15	20	37	24	0
11	Wykopy – nowe biuro	5	7	10	7	0
12	Fundamenty – nowe biuro	18	20	25	21	0
13	Montaż konstrukcji żelb. pref. – nowe biuro	12	15	29	19	1
14	Roboty murowe – nowe biuro	22	25	30	26	0
15	Dach – nowe biuro	10	12	16	13	0
16	Zewnętrzne sieci wod.-kan.	22	25	30	26	0
17	Zewnętrzne sieci elektryczne	70	75	90	78	0
18	Drogi	44	50	60	51	0
19	Koniec	0	0	0	0	1

Tab/ 2. Koszty niestabilności harmonogramów utworzonych w wyniku maksymalizacji różnych miar odporności

Lp.	Miernik odporności	zs_3	zs_5	zs_{12}	zs_7	zs_{10}	zs_{15}	zs_{18}	δ_4	δ_6	δ_{13}	δ_{19}	Koszt niestabilności
1	Suma zapasów swobodnych	13	0	178	0	232	0	135	13	0	178	0	5,2750
2	Ważona suma zapasów swobodnych ¹	13	0	178	0	232	0	135	13	0	178	0	5,2750
3	Suma buforów	13	0	178	0	232	0	135	13	0	178	0	5,2750
4	Minimalny zapas swobodny ²	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	1,0639
5	Minimalny bufor ³	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	1,0639
6	Minimalny zapas swobodny ⁴	5	4	174	4	232	4	135	5	4	174	4	1,2865
7	Minimalny bufor ⁵	5	4	174	4	232	4	135	5	4	174	4	1,2865
8	Proponowany miernik	2	4	17	7	232	161	135	2	4	17	7	0,7727
9	Adapted float factor heuristic	4	5	89	4	232	89	135	4	5	89	4	0,8666
10	Harmonogram bazowy (bez buforów)	0	0	0	13	232	178	135	0	0	0	0	3,7411

¹ wagi procesów są obliczane jako suma jednostkowych kosztów opóźnień danego procesu i jego następników;

² suma zapasów swobodnych pozostałych procesów (dla których $c_j > 0$) jest minimalna;

³ suma buforów pozostałych procesów (dla których $c_j > 0$) jest minimalna;

⁴ suma zapasów swobodnych pozostałych procesów (dla których $c_j > 0$) jest maksymalna;

⁵ suma buforów pozostałych procesów (dla których $c_j > 0$) jest maksymalna;

W przypadku mierników 1, 2, 4 i 6 (tab. 2), zapasy swobodne były przydzielane tylko bezpośrednim poprzednikom procesów, dla których $c_j > 0$. Bufory umieszczano na początkach procesów z $c_j > 0$ w przypadku stosowania mierników 3, 5, 7, 8, 9.

Koszt niestabilności harmonogramu z buforami, których wielkość określono poprzez maksymalizację zaproponowanego miernika, jest najmniejszy. Zaproponowany sposób rozdziału zapasu czasu uwzględnia informacje o zmienności czasów realizacji procesów poprzedzających w ciągu oraz dane o propagacji zakłóceń w sieci i zapewnia lepsze rezultaty niż przy zastosowaniu innych klasycznych mierników. Zauważono jednak, iż przyjęta formuła (zapewniająca możliwość przekształcenia zadania (2) do postaci liniowej) powoduje nadmierną ochronę terminów rozpoczęcia procesów na końcach dróg sieci. Sposobem przeciwdziałania temu zjawisku może być wprowadzenie dodatkowych ograniczeń wielkości buforów w modelu matematycznym.

Maksymalizacja minimalnych wielkości buforów i zapasów czasu zmniejsza koszty niestabilności harmonogramu bazowego. Większą odporność posiadają harmonogramy, w których wielkości zapasów i buforów są wyrównane. Maksymalizacja sumy wielkości buforów i zapasów prowadzi do nadmiernej ochrony terminów rozpoczęcia niektórych procesów i jednocześnie nie zapewnia dostatecznej ochrony terminu zakończenia przedsięwzięcia. W rezultacie koszty niestabilności takich harmonogramów mogą być większe niż harmonogramów bez buforów.

4. Podsumowanie

W artykule analizowano jakość prezentowanych w literaturze zastępczych mierników odporności harmonogramów. Zaproponowano miernik umożliwiający harmonogramowanie przedsięwzięć z zastosowaniem metod programowania liniowego. Jego maksymalizacja zapewnia zmniejszenie kosztu niestabilności harmonogramu.

Odporny harmonogram, w którym terminy realizacji poszczególnych etapów są ustalone z dużym prawdopodobieństwem, gwarantuje sprawną realizację przedsięwzięcia w zakresie produkcji podstawowej, pomocniczej i usług. Zmiany terminów następujące w wyniku oddziaływania zjawisk losowych utrudniają koordynację zatrudnienia podwykonawców i zarządzanie dostawami. Niedotrzymywanie terminów umownych jest źródłem kar i strat finansowych wykonawców.

Niska stabilność harmonogramu może zakłócać ciągłość pracy brygad i w efekcie oddziaływać na koszty realizacji przedsięwzięcia. Alokacja buforów czasu umożliwia zabezpieczenie harmonogramu przed negatywnym wpływem czynników ryzyka.

Literatura

- Al-Fawzan M.A., Haouari M. (2005). A bi-objective model for robust resource-constrained project scheduling. *International Journal of Production Economics*, Vol. 96, No. 2, 175-187.
- Chtourou H., Haouari M. (2008). A two-stage-priority-rule-based algorithm for robust resource-constrained project scheduling. *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 55, No. 1, 183-194.
- Goren S., Sabuncuoglu I. (2008). Robustness and stability measures for scheduling: single machine environment. *IIE Transactions*, Vol. 40, No. 1, 66-83.
- Hazir Ö., Haouari M., Erel E. (2010). Robust scheduling and robustness measures for the discrete time/cost trade-off problem. *European Journal of Operational Research*, Vol. 201, No. 2, 633-643.
- Kobyłański P., Kuchta D. (2007). A note on the paper by M.A. Al-Fawzan and M. Haouari about a bi-objective problem for robust resource-constrained project scheduling. *International Journal of Production Economics*, Vol. 107, No. 2, 496-501.
- Lambrechts O., Demeulemeester E., Herroelen W. (2008). A tabu search procedure for developing robust predictive project schedules. *International Journal of Production Economics*, Vol. 111, No. 2, 493-508.
- Schatteman D., Herroelen W., Van de Vonder S., Boone A. (2008). Methodology for integrated risk management and proactive scheduling of construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 134, No. 11, 885-893.
- Van de Vonder S., Demeulemeester E., Leus R., Herroelen W. (2005). The use buffers in project management: The trade-off between stability and makespan. *International Journal of Production Economics*, Vol. 97, No. 2, 227-240.

EVALUATING SURROGATE MEASURES OF CONSTRUCTION PROJECT SCHEDULE ROBUSTNESS

Abstract: The actual completion time of construction projects is reported to be rarely in accordance with initial plans. A schedule considered optimal with respect to project duration may become infeasible due to disruptions caused by uncontrollable factors. Deficiencies of the existing methods of project scheduling gave rise to the worldwide search for predictive (or proactive) scheduling that is expected to provide robust schedules (immune to disturbances), thus counteracting instability and "nervousness" of a project plan. A stable schedule with acceptable makespan performance should minimize the instability cost function, defined as the weighted sum of the expected absolute deviations between the predicted start times and the value that the random variable of start time will assume during schedule execution. Computational burden of optimizing this direct measure of schedule robustness in a real-life project environment is quite high. Developing surrogate quantitative measures to provide a good estimate of schedule robustness is essential for building efficient robust scheduling algorithms. For this reasons, the aim of this paper is to evaluate the quality of free-slack-based measures for a benchmark project using Monte Carlo simulation technique. The new approach, to increasing schedule robustness, based on buffer sizing and allocation, is proposed and tested against the existing free-slack times allocation approaches.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009-2011 jako projekt badawczy

FORMUŁOWANIE POLITYKI I STRATEGII EKOLOGICZNEGO ROZWOJU PRZEDSIĘBIORSTWA – ZARYS PROBLEMATYKI

Bogusław KACZMAREK*

Katedra Zarządzania, Uniwersytet Łódzki, ul. J. Matejki 22/26, 90-237 Łódź

Streszczenie: Opracowanie przedstawia zarys problematyki formułowania polityki i strategii ekologicznego rozwoju przedsiębiorstwa. Treścią opracowania są dwa zagadnienia: istota i znaczenie tak zwanego „zarządzania ekologicznego” z punktu widzenia wartości rozumianych jako strumień zasobów i „utraconych” możliwości – kosztów; oraz strategię – rodzaje strategii ekologicznego funkcjonowania przedsiębiorstwa i jej znaczenie dla rozwoju przedsiębiorstwa na dzisiaj i na przyszłość.

Słowa kluczowe: strategia ekologicznego rozwoju, rozwój przedsiębiorstwa, zarządzanie ekologiczne.

1. Wstęp

Współczesne przedsiębiorstwa stają wobec kluczowego problemu naszych czasów, jakim jest ochrona środowiska i kształtowanie jego wyższej jakości. Wymagania stawiane przedsiębiorstwom w zakresie ekologicznych aspektów ich działania stale rosną. Rosną one z tego powodu, że podstawowe pola ich aktywności: produkcja, marketing, badania i rozwój muszą być w coraz większym stopniu koordynowane z problemami ochrony środowiska. Wynika to między innymi z następujących faktów (Konin i Ambrozi, 2007);

- wzrasta liczba przepisów, ustaw i reglamentacji rządowych dotyczących użytkowania i ochrony środowiska oraz rynku towarów (produktów), szkodliwych dla środowiska (ISO 1400).
- zwiększa się społeczny nacisk na poprawę jakości ochrony środowiska i rosną wymagania „ekologiczne” konsumentów, którzy stają się bardziej wrażliwi na sprawy środowiska.
- tracą na znaczeniu technologie nie biorące pod uwagę wymogów ekologicznych a zyskują na znaczeniu te, które owe wymogi spełniają.

Istotne zatem staje się powszechne rozumienie istoty zarządzania ekologicznego i konieczności jego upowszechniania oraz budowanie i wdrażanie w przedsiębiorstwach strategii ekologicznego rozwoju przedsiębiorstw. Analiza wyżej wymienionych zagadnień jest celem niniejszego opracowania.

2. Istota zarządzania ekologicznego

Środowisko naturalne spełnia w gospodarowaniu wiele ważnych funkcji. Stąd też w zarządzaniu podmiotami gospodarczymi musi być brana obowiązkowo pod uwagę nowa wartość: ochrona środowiska – wartość rozumiana z jednej strony jako strumień zasobów, a z drugiej jako koszty utraconych możliwości. Zarządzanie tą nową wartością da się określić poprzez następujące funkcje (Górski, 2003).

- tworzenie infrastruktury biologicznej, której składnikami są wszystkie komponenty środowiska warunkujące formy życia na Ziemi;
- tworzenie infrastruktury ekologiczno-technicznej, w której dominuje udział komponentów środowiska przyrodniczego, jako zespołu warunków towarzyszących produkcji i decydujących o jej prawidłowym przebiegu;
- funkcje zasobotwórcze warunkujące ciągłość procesów gospodarczych;
- funkcje bezpośrednio produkcyjne z włączeniem poszczególnych komponentów środowiska przyrodniczego, jako bezpośrednich czynników danej produkcji.

Funkcje kulturotwórcze i cywilizacyjne związane z oddziaływaniem środowiska przyrodniczego na pozagospodarczą sferę działalności człowieka i wpływają na tworzenie się „systemu wartości danego społeczeństwa”.

Brak właściwego uwzględnienia tych funkcji, bądź niezdolność do ich spełnienia wskutek degradacji czy

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: kasia5551@op.pl

wyniszczenia środowiska, może stanowić poważną barierę wzrostu i zmniejszać drastycznie pole wyboru pomiędzy różnymi scenariuszami strategicznego rozwoju zarówno w odniesieniu do gospodarki narodowej jak i każdego przedsiębiorstwa, a poza tym może rażąco obniżyć poziom zaspokojenia potrzeb społecznych wskutek utraconych możliwości.

Przedsiębiorstwo więc podobnie jak i cała gospodarka, musi zmierzać do ekologizacji swego funkcjonowania i rozwoju. Musi przyjąć założenia leżące u podstaw tak zwanego Ekorozwoju (*sustainable development*), a więc takiego, który pozostaje w harmonii z przyrodą. Definiuje się go jako „rozwój zrównoważony, czyli rozwój, który daje się pogodzić zarówno z przyszłymi, jak i obecnymi potrzebami” (Nasza Wspólna Przyszłość, 2001).

Przedsiębiorstwo musi dbać o ochronę środowiska (ekologię) i to bez względu na wielkość, rodzaj działalności i lokalizację, a jeśli tego nie robi naraża społeczeństwo na olbrzymie koszty ekologiczne, podważając także podstawy swego rozwoju.

Szkody bowiem wyrządzone środowisku psują jego „image”, a to osłabia jego pozycję w stosunku do konkurencji i budzi niezadowolenie „stakeholders” (kary, niższe zyski netto, trudności z pozyskiwaniem nowego kapitału, przyciąganiem nowych inwestorów itp.) Poza tym niszczenie środowiska może zagrażać przyszłemu popytowi i ograniczyć przyszłe przychody wynikające z chęci korzystania z jego walorów i obudowy infrastrukturalnej.

W razie zniszczenia walorów tych nie da się oczywiście odtworzyć, a korzyści z ich „eksploatacji” mogą być nawet większe niż z przemysłowego zagospodarowania środowiska (Majchrzak i Zimniewicz, 2004).

A zatem istotę zarządzania ekologicznego można określić jako ...”część całościowego systemu zarządzania, która zawiera strukturę organizacyjną, planowanie działań, odpowiedzialności, zasady postępowania, procedury, procesy i środki przeznaczone na opracowanie praktyki środowiskowej” (BSEN ISO 14 000, 1999).

Ogólnie obejmuje on zasób wiedzy, umiejętności i technik zarządzania, który zapewnia uzyskanie wysokiej efektywności ekonomicznej produkcji i usług, minimalne obciążenie środowiska przyrodniczego i dobry komfort pracy wytwórców (załogi przedsiębiorstwa). System ten dotyczy także wytwarzanych produktów, które są oceniane również według tych kryteriów, a więc ekonomicznej efektywności, komfortu użytkowania i ekologicznych reguł produkcji.

3. Formułowanie polityki i strategii ekologicznego rozwoju przedsiębiorstwa – zarys problematyki

Ekologiczny rozwój przedsiębiorstwa oznacza taki wybór strategii oraz zbudowanie takich struktur i stworzenie takiej kultury, aby nastąpiła integracja ochrony

środowiska ze wszystkimi funkcjami i zadaniami przedsiębiorstwa.

Wydaje się, że można to osiągnąć w dwojaki sposób:

- reaktywny – podejmowanie przedsięwzięć, których celem jest eliminacja lub minimalizacja emisji zanieczyszczeń i odpadów powstających w procesach produkcji i konsumpcji;
- prewencyjny – stymulowanie innowacji technologicznych, by następowało przechodzenie od „brudnych” do „czystych” lub niskoemisyjnych produkcji, wytwarzanie produktów bardziej przyjaznych środowisku (surowcowooszczędnych i nadających się do recyklingu), a także stymulowanie struktury popytu na rzecz produktów w mniejszym stopniu obciążających środowisko.

Prowadzenie aktywnej polityki ekologicznej, wymuszającej respektowanie obowiązujących norm i celów w zakresie ochrony środowiska umożliwia przedsiębiorstwu wdrażanie zarządzania ekologicznego i osiąganie takich rezultatów, jak (Grawczyk, 2004):

- określenie polityki środowiskowej właściwej dla przedsiębiorstwa;
- zidentyfikowanie skutków w środowisku spowodowanych przeszłą, aktualną i planowaną działalnością w zakresie wytwarzania dóbr lub usług oraz określanie zakresu oddziaływania na środowisko poszczególnych rodzajów działalności organizacyjnej;
- określanie związanych z systemem wymagań prawnych i regulacyjnych;
- określenie priorytetów oraz ustalenie właściwości, celów i zadań środowiskowych;
- stworzenie programów oraz form organizacyjnych umożliwiających wdrożenie założeń polityki środowiskowej oraz osiągnięcie celów z nią związanych;
- usprawnienie przedsięwzięć w zakresie planowania, sterowania, monitorowania, podejmowania działań korygujących oraz audytów;
- elastyczne i umiejętne przystosowanie się do zmieniających się okoliczności.

Właściwie sformułowana i prowadzona polityka ekologiczna powinna wyzwać procesy innowacyjne sprzyjające środowisku i tworzyć warunki dla opłacalności działań chroniących jego zasoby i podnosząc jego jakość, a także kształtować świadomość ekologiczną i poczucie odpowiedzialności producentów i konsumentów za przyszłość naszej przyrody.

Powinna też stanowić podstawę dla kształtowania postaw i nastawień kadry menedżerskiej wobec środowiska i opracowanie strategii jego ochrony.

Przedsiębiorstwa mogą przyjmować wobec spraw ochrony środowiska cztery podstawy (Stoner i in. 1997):

1. Postawa legalistyczna. Organizacje bez sprzeciwu przestrzegają przepisów prawa, reguł i postanowień dotyczących środowiska. Postawa ta oznacza, że organizacja będzie się starała stosować prawo na swoją korzyść, np. poprzez wynalezienie technologii zapewniającej większą sprawność i spełniającą wymagania dotyczące ochrony

środowiska, która może pomóc tej organizacji w uzyskaniu przewagi nad innymi konkurencyjnymi firmami.

2. Postawa rynkowa. Organizacje przyjmują, że będą reagować na ekologiczne preferencje swych klientów. Dotyczy to zarówno masowych odbiorców, którzy często wymagają od producentów przestrzegania określonych norm ekologicznych dotyczących wyrobów i technologii, jak i klientów, którzy mogą wymagać, by kupowane przez nich wyroby łatwo poddawały się przerobowi wtórnemu lub były wytwarzane z makulatury.
3. Postawa interesariuszy. Postawa ta stanowi dalszy etap poprzedniej, gdyż uwzględnia poglądy szerszego kręgu interesariuszy na zagadnienia ekologiczne. Wyrazem tej postawy są np.
 - wykorzystywanie surowców wtórnych do produkcji opakowań przeznaczonych dla klientów,
 - szkolenie pracowników w zakresie ochrony środowiska,
 - uczestniczenie w działaniach miejscowej społeczności zmierzających do oczyszczania środowiska,
 - przyciąganie inwestorów pragnących inwestować w „zielone” firmy.
4. Postawa „ciemnozielona”. Postawa ta opiera się na koncepcji ekologii głębokiej, sformułowanej przez skandynawskiego filozofa Arnego Naessa. W odniesieniu do organizacji postawa ta wyraża się między innymi: w pozostawianiu w większej harmonii z Ziemią, nie wykorzystywaniu jej zasobów jedynie do osiągnięcia własnego zysku, a zwłaszcza nie w sposób nie odtwarzalny i nie zrównoważony, nie wykorzystywaniu zwierząt do mało ważnych eksperymentów, takich jak badanie kosmetyków, utrzymywanie Ziemi w niezmiennym stanie. Przy dzisiejszym stanie świadomości ekologicznej, postawa ta jest trudna do konsekwentnego stosowania w praktyce.

Opracowując strategię ochrony środowiska przedsiębiorstwa mogą wybrać jeden z czterech jej typów:

1. Strategię ofensywną, polegającą na wykorzystaniu wszystkich środków, w tym również kredytów bankowych, do poprawy procesów produkcyjnych pod kątem ochrony środowiska, doskonaleniu struktur organizacyjnych w taki sposób, aby łączyły one ochronę środowiska ze wszystkimi zadaniami przedsiębiorstwa, a także na tworzeniu kultury ekologicznej utrwalającej przeświadczenie, że odpowiedzialność za środowisko spoczywa na każdym pracowniku, stosownie do jego możliwości i kompetencji.
2. Strategię innowacyjną, która polega na poszukiwaniu nowych technologii, konstrukcji i wyrobów dostosowanych do wymagań ochrony środowiska, czyli na wytwarzaniu „czystych” ekologicznie produktów, budowie obiektów zamkniętych i przekształceniu odpadów w zasoby naturalne, a więc na działaniach poprawiających radykalne stosunki przedsiębiorstwa ze środowiskiem.

3. Strategię defensywną, polegającą wycofaniu z rynku wyrobów i częściowej rezygnacji z technologii nie spełniających kryteriów ekologicznych, a także na podnoszeniu stopnia ich „ekologiczności”, dzięki usprawnianiu i modyfikowaniu stosowanych procesów produkcyjnych i ich organizacji (częściowy recykling, częściowa likwidacja szkód środowiskowych, usprawnienia transportu, oszczędniejsze zużywanie zapasów itp.)
4. Strategię pasywną, (bierną, obojętną), która polega na przestrzeganiu tylko koniecznych przepisów o ochronie środowiska, aby nie narazić przedsiębiorstwa na opłaty karne (np. za szkodliwe emisje) i straty związane z utratą dobrego wizerunku (image) w otoczeniu.

W nowocześnie zarządzanym przedsiębiorstwie podstawą zintegrowanej strategii jego działania powinna być naturalnie strategia ofensywna, a nawet innowacyjna, gdyż tylko aktywne zapobieganie zagrożeniom i dostosowywanie badań do potrzeb środowiska oraz włączenie jego ochrony do wszystkich funkcji przedsiębiorstwa może mu zapewnić przejście do rozwoju gospodarczego (ekorozwoju), który będzie można kontynuować w przyszłości.

Budowa strategii ochrony środowiska, naturalnie co najmniej ofensywnej, musi się zacząć od stworzenia „wizji środowiska” w przedsiębiorstwie i opracowaniu scenariuszy uwzględniających zadania przedsiębiorstwa w przyszłości, wynikające z zaostrożonych rygorów ochrony środowiska, a więc od sformułowania zasad polityki swego rozwoju, która powinna być zgodna z hierarchią wartości uznawanych przez społeczeństwo i przepisami prawa krajowego i międzynarodowego. Działalność gospodarcza przedsiębiorstw w krajach zachodnich zostaje bowiem coraz bardziej podporządkowana łaadowi społecznemu, a same przedsiębiorstwa włączane w polityczną zależność państwa i społeczeństwa. Toteż przedsiębiorstwa muszą przyjmować „społecznie odpowiedzialne” aspiracje a wszelkie decyzje kierownicze muszą uwzględniać normy środowiskowe, zaś podejmowane działania czynić ten proces opłacalnym ekonomicznie.

Takie też podejście do ochrony środowiska będzie musiało cechować nasze przedsiębiorstwa, przejmujące wzorce zachowań firm zachodnich. Będą one musiały odejść od traktowania ochrony środowiska wyłącznie w kategoriach kosztów, a więc jako bariery dla rozwijania swej działalności, na rzecz jej potraktowania jako instrumentu promocji swych wyrobów i swego wizerunku w otoczeniu.

Zgodnie z tak zwaną „magicznym trójkątem zarządzania” (strategia – struktura – kultura) przedsiębiorstwo musi także zaprojektować nowe struktury, które zintegrują ochronę środowiska ze wszystkimi jego zadaniami i stworzyć kulturę ekologiczną orientującą podzielone wartości, zachowania i normy, a zwłaszcza działań kierownictwa w kierunku tworzenia proekologicznych postaw, oznaczających względnie stałą gotowość kadry menedżerskiej i pracowników do działań i pracy w tym kierunku.

Budowa strategii ekologicznej i jej skuteczna realizacja jest często związana ze znacznymi nawet inwestycjami, ale są to w efekcie inwestycje w przyszłość, w której tylko ekologiczne przedsiębiorstwa, a więc te, które utrzymują jak najlepsze stosunki z otoczeniem, będą mogły zapewnić sobie sukces na rynku oraz zaufanie i sympatię społeczeństwa.

4. Zakończenie

W najbliższej przyszłości nasze przedsiębiorstwa będą musiały sprostać nowym problemom, które stwarzają zaostrezone rygory ochrony środowiska. Należy się bowiem liczyć z silną konkurencją zagraniczną czystych ekologicznie technologii i produktów, a także ze wzmożeniem społecznej troski o środowisko naturalne. Z jednej strony postęp ekologiczny, jaki dokonuje się na Zachodzie i wrażliwość tamtych społeczeństw na sprawy ekologiczne, będą skutecznie blokować eksport naszych technologii i produktów, jeśli nie będą one odpowiadały standardom europejskim (światowym).

Z drugiej strony rosnąca świadomość ekologiczna społeczeństwa, a zwłaszcza młodego pokolenia, lepiej wykształconego i bardziej wrażliwego na deprawację ekologiczną oraz katastrofalne spustoszenia w zdrowiu i życiu narodu, wzmoże społeczny nacisk na nasze elity władzy i zmusi je do zmiany strategii gospodarowania, w której troska o czyste środowisko zostanie bardziej wyeksponowana. Taka zresztą tendencja nasila się w krajach Unii Europejskiej, z którą integracja gospodarcza zmusi kierownictwo naszych przedsiębiorstw do zmiany świadomości i wprowadzenie skutecznego i kompleksowego systemu zarządzania chroniącego środowisko.

Tendencja ta znalazła konkretny wyraz także i w zobowiązaniach naszego państwa wobec Unii Europejskiej. Zgodnie z artykułem 80 Układu Europejskiego Polska powinna rozwijać współpracę w zakresie ochrony środowiska i realizować następujące zadania (Górka i in., 1998):

- wdrażanie instrumentów ekonomicznych w zakresie ochrony środowiska;
- utworzenie systemu współpracy za szczeblu regionalnym i międzynarodowym;
- wprowadzenie europejskich systemów zbierania i wymiany informacji związanych z ochroną środowiska;
- koordynacja działań na rzecz ochrony środowiska z procesami restrukturyzacyjnymi, modernizacji i rozwoju gospodarczego;
- harmonizacja regulacji prawnych oraz norm ochrony środowiska z obowiązującymi w Unii Europejskiej;
- nowelizacja ustaw dotyczących ochrony środowiska;

- podjęcie prac związanych z dostosowaniem do wymogów Unii przepisów z zakresu: nadzwyczajnych zagrożeń środowiska, ocen oddziaływania na środowisko obiektów przemysłowych i rolnictwa, monitoringu środowiska, łowiectwa i ochrony przyrody.

Z tych faktów musi zdać sobie sprawę już dziś kadra kierownicza. Będzie ona musiała uczynić swoje przedsiębiorstwa terenem autentycznej gry o zyski, ale o zyski moralne, osiągane w zgodzie ze społecznie akceptowaną, jakością środowiska. Będzie, więc musiała uznać środowisko przyrodnicze za uniwersalne dobro społeczne (narodowe), a jego ochronę wpisać na trwałe w taktykę rynkowego działania i strategię rozwoju swojej firmy. U podstaw działania na rzecz ochrony środowiska musi stać nie tylko dobra wola, ale także ekonomiczny interes przedsiębiorstwa, które stawać się będzie organizacją działającą w sposób społecznie odpowiedzialny, stale poszerzającą możliwość kreowania własnej przyszłości w zgodzie z prawami natury.

Literatura

- Górka K., Poskrobko B., Radecki W. (1998). Ochrona Środowiska. PWE, Warszawa.
- Górski K. (2003). Polityka ekologiczna w ujęciu makroekonomicznym oraz regionalnym. AE, Kraków.
- Grawczyk M. (2004). Integracja systemów zarządzania jakością i środowiskiem w przedsiębiorstwie. *Management*, nr 4, 149.
- Majchrzak J., Zimniewicz K. (2004). Ochrona środowiska w strukturze celów przedsiębiorstwa. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa*, nr 4, 18.
- Stoner J. A. F., Freeman R. E., Gilbert D. R. (1997). Kierowanie. PWE, Warszawa, 103-105.
- Zonin R., Ambrozi L. (2007). Etyka, środowisko, ekonomia. *Spółeczeństwo*, nr 4, 716.
- Nasza Wspólna Przyszłość (2001). *Raport Światowej Komisji do Spraw Środowiska i Rozwoju*. PWE, Warszawa, 27.
- BSEN ISO 14 000 – System zarządzania środowiskiem (1999). *Kontekst Poznań*, 8.

FORMULATING POLICY AND STRATEGY FOR ECOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISE - A SKETCH OF THE PROBLEM

Abstract: The paper presents a sketch of a problem of formulating policy and strategy on an enterprise. Two issues are taken into consideration: essence and meaning of ecological management from the point of view of values understood as a stream of resources and lost opportunities (cost), strategy types of strategies of ecological functioning of the enterprise and its meaning for present and future development.

PROBLEMATYKA INŻYNIERII PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH W ŚWIELE ANKIETY SEKCJI KILiW PAN

Oleg KAPLIŃSKI*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 5, 60-950 Poznań

Streszczenie: Artykuł charakteryzuje środowisko zajmujące się technologią, organizacją i ekonomiką budownictwa – głównie środowisko akademickie zgrupowanego wokół Sekcji Inżynierii Przedsięwzięć Budowlanych KILiW PAN. Wyniki opracowano na podstawie ankiety obejmującej okres 2007-2010. Przedstawiono zagadnienia finansowe rzutujące na zakres prowadzonych badań oraz na proces dydaktyczny. Dokonano przeglądu między innymi tematyki badań, studiów podyplomowych, stopni naukowych a także publikacji i współpracy międzynarodowej. Uogólnienia przedstawiono w postaci wniosków ze sfery nauka i dydaktyka.

Słowa kluczowe: inżynieria przedsięwzięć budowlanych, ankieta, środowisko akademickie.

1. Wprowadzenie

Zjazdy zespołów jednoimiennych z zakresu technologii, organizacji i ekonomiki budownictwa są okazją do prezentacji danych charakteryzujących tę specjalność oraz ludzi zajmujących się na co dzień, zwłaszcza w ośrodkach akademickich. Ta specjalność i to środowisko jest reprezentowane na zewnątrz poprzez Sekcję Inżynierii Przedsięwzięć Budowlanych (IPB). Sekcja IPB jest częścią Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN (Wydział IV). Pod koniec kadencji wymaga się sprawozdań z działalności i dorobku Sekcji. Sprawozdań dokonuje przewodniczący Sekcji na forum Komitetu. Tym razem sprawozdanie poprzedzone zostało ankietą, która obejmowała okres 2007-2010.

Sekcja zaczęła kadencję już z nową nazwą – poprzednia nazwa: Sekcja Organizacji i Zarządzania w Budownictwie. Mocnym akcentem na początku kadencji było opublikowanie monografii *Metody i modele badań w inżynierii przedsięwzięć budowlanych* (Kapliński, 2007). Ta zespołowa praca została nagrodzona przez Ministra Infrastruktury (2008), doczekała się też licznych recenzji (Zavadskas, 2008a).

W mijającej kadencji należy podkreślić udział członków Sekcji w posiedzeniach plenarnych KILiW PAN, tj. dra hab. inż. Dariusza Skorupki (WOSWL): „Zarządzanie ryzykiem realizacji przedsięwzięć budowlanych” (23 października 2009) oraz mgra inż. Ryszarda Trykosko (Prezesa Zarządu Biura Inwestycji EURO Gdańsk 2012): „Proces inwestycyjny budowy

stadionu Arena Gdańsk oraz infrastruktury drogowej związanej z EURO 2012” (9 kwietnia 2010).

Rozpisana latem 2010 ankieta liczyła 9 działów, zawierała łącznie kilkadziesiąt pytań. Odpowiedzi nadeszły z 22 ośrodków lub pojedynczych członków Sekcji (2). Brak jest odpowiedzi z Kielc, Koszalina i Zielonej Góry. Wyniki ankiety mają dać podstawę do analizy dorobku i problemów nie tylko Sekcji ale i społeczności (i specjalności), której reprezentantem jest właśnie Sekcja. Tym samym ankieta ma za zadanie określenie tożsamości Sekcji oraz środowiska. W poprzednich latach wszystkie syntetyczne wnioski spotykały się z dużym odzewem. Przegląd poprzednich problemów i zjawisk towarzyszących rozwojowi naszej specjalności znajdziemy w: Kapliński (1998, 2001, 2002a, 2002b) oraz Kapliński i in. (2002a, 2002b). Polsko-litewska ocena badań w naszym środowisku została przedstawiona w (Kapliński i Zavadskas, 2002).

2. Wyniki ankiety

2.1. Problem podstawowy

Po raz pierwszy problemy finansowe (zwłaszcza zarobki) zeszły na nieco dalszy plan, natomiast uwypukliły się inne problemy a przede wszystkim nieźrównoważona relacja między popytem a podażą. Strona popytu przejawia się dużą liczbą studentów, natomiast strona podaży przejawia się brakiem kadry. Sytuacja ta powoduje bardzo duże obciążenie pracowników. Obserwuje się niechęć

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: oleg.kaplinski@put.poznan.pl

do prowadzenia specjalności. Zanotowano nawet w jednej uczelni przypadek likwidacji (jednej z dwóch) specjalności, jako forma ratowania się przed nadmiarem godzin dydaktycznych. Zaistniał „ewolucyjny” podział instytutów (przykładowo PW), stopniowe przekształcanie instytutu w zakłady (przykładowo PKr), czy też „wchłanianie” osłabionych zespołów przez inne katedry (silniejsze kadrowo, przykładowo PG).

2.2. Specjalności

Wyróżnikiem i rangą zespołów w poszczególnych uczelniach jest realizacja specjalności dydaktycznej. W tej chwili liczba zespołów związane tematycznie z Sekcją a realizujących specjalności wynosi 17, z czego 12 zespołów prowadzi specjalności ściśle związanych z profilem Sekcji. Najpowszechniejsze nazwy tych specjalności to: Technologia i organizacja budownictwa (7) oraz Inżynieria procesów budowlanych (3). Jest też Organizacja i zarządzanie w budownictwie (1) oraz ECEM – inżynier europejski (1, PS).

2.3. Badania w ramach BW oraz DS

Dane napłynęły z 16 ośrodków. Wyraźna jest zależność badań od kategorii wydziału. Zespoły pracują na wydziałach od pierwszej do czwartej kategorii, co rzutuje na zakres finansowy tych badań. Charakterystyczne są następujące przypadki nie prowadzenia badań w problematyce Sekcji: UWM Olsztyn (z powodu IV kategorii wydziału), PŁ (zbyt mały zespół), a zespół PŚI nie realizuje tematów z zakresu organizacji i zarządzania lecz prowadzi intensywne badania technologiczno-materiałowe. Oto przykłady tematów (niektóre z nich przedstawione są w formie uogólnionej):

- zrównoważony rozwój,
- harmonogramowanie w warunkach deterministycznych i stochastycznych,
- zarządzanie ryzykiem,
- eksploatacja,
- zastosowania metod sztucznej inteligencji,
- koszt życia obiektów budowlanych,
- opłacalność inwestycji,
- koszt kapitału własnego i obcego.

W tym okresie realizowano tylko kilka grantów, natomiast wyróżnić należy realizację projektu celowego: „Krajowy system zarządzania budowlanymi przedsięwzięciami inwestycyjnymi finansowanymi ze środków publicznych” (2005-2009). Był to projekt zamówiony przez Ministerstwo Infrastruktury, a realizowany przez Zakład Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie na Politechniki Warszawskiej.

W opiniach respondentów (a tym samym ośrodków) na temat poziomu badań widoczne jest dobre samopoczucie, albowiem oceniono rozważania teoretyczne na poziomie innych ośrodków zagranicznych, natomiast zwrócono uwagę na nie nadążanie z aplikacją.

2.4. Doktoraty, habilitacje, profesury

W okresie sprawozdawczym uzyskano 19 doktoratów, co oznacza, że jest to mniej niż 1 doktorat w ciągu 3 lat/ośrodek. Otwarto 10 przewodów. Przewiduje się w najbliższych 3 latach zakończenie (obrony) 19 doktoratów, w tym najwięcej (4) na PW. Dwie prace zostały nagrodzone lub wyróżnione w konkursie przez Ministra Infrastruktury: K. Zimy (PKr) oraz M. Gajzlera (PP).

Odbiło się 5 kolokwium habilitacyjnych w tej kadencji. Większość (4) dotyczyła dotychczasowych członków Sekcji: Skorupka (2007), Minasowicz (2008), Hoła (2008), Paślawski (2009). Jedno kolokwium dotyczyło osoby nie będącej członkiem naszej Sekcji: Koźniewski (2007). W przygotowaniu jest jedno wystąpienie o tytuł naukowy (Sobotka, 2010). Warto zaznaczyć, że pojawiły się trudności w pozyskaniu recenzentów ze względu na szczupłość kadry samodzielnych pracowników.

Zaskoczenie budzi fakt przewidywania w najbliższych trzech latach aż 20 kolokwium habilitacyjnych (z tego najwięcej – 4 na PKr) oraz 5 wystąpień o tytuł. Sytuacja rozrzućnego planowania powtarza się z lat poprzednich – por. uwagi podane w (Kapliński, 2004).

2.5. Druki zwarte (książki, skrypty, poradniki)

Dorobek publikacyjny przejawia się w różnej formie: druki zwarte, referaty, artykuły. Miłym zaskoczeniem jest stosunkowo duża liczba wydanych tak zwanych druków zwartych obejmujących monografie, podręczniki, poradniki oraz materiały konferencyjne. Jest ich łącznie 45 pozycji. Dopiero ich zestawienie pokazuje aktywność tej społeczności akademickiej. Innym zaskoczeniem jest to, że często wydawane są one przez inne uczelnie i fundacje a nie przez macierzyste uczelnie. Wśród podręczników dominuje problematyka organizacji procesu inwestycyjnego. Wysoko też należy ocenić zestaw podręczników dla kierunku Zarządzanie i marketing w PKr, niestety ten kierunek został zawieszony przez PKA z powodu braku samodzielnej kadry. Oprócz wspomnianej nagrody zespołowej Ministra Infrastruktury (Kapliński, 2007) przypadła nam również nagroda Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Członek naszej Sekcji otrzymał z rąk Pani Minister nagrodę indywidualną drugiego stopnia za podręcznik (Orłowski, 2010).

2.6. Organizacja konferencji i sympozjów

Organizacja konferencji i sympozjów (o różnym profilu) jest elementem charakteryzującym to środowisko. Wyróżnić można dwa typy konferencji. Typ I to tzw. zjazdy zespołów jednoimiennych z zakresu technologii, organizacji i ekonomiki budownictwa (zapoczątkowane w 1966 roku). Typ II to konferencje z patronatem Sekcji. Konferencje typu I to sztabowe konferencje Sekcji, organizowane corocznie, przemiennie przez olejne uczelnie. W mijającej kadencji zorganizowano cztery konferencje, których

organizatorami były politechniki: Gdańska (w Jelitkowie, 2007), Wrocławska (w Łądku, 2008), Śląska (w Wiśle, 2009), Krakowska (w Muszynie, 2010). Wszystkim towarzyszyły wydane materiały konferencyjne. Każda z nich związana była z jubileuszem lub emeryturą liderów tych zespołów, kolejno: Zdzisław Kowalczyk, Ewa Macinkowska, Janusz Szwabowski, Janusz Biernacki.

W typie II wyróżnia się cykliczna konferencja nt. „Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie”, które odbywają się co roku w Ciechocinku, organizowane przez UTP w Bydgoszczy. Łącznie odbyło się ich już 12. Sekcja patronowała też kolejnej edycji warsztatów inżynierów budownictwa (PZITB) nt. „Problemy przygotowania i realizacji inwestycji budowlanych”, 18-20 października 2010 w Puławach.

Niezależnie od wymienionych dwóch typów konferencji na uwagę zasługują konferencje organizowane przez członków Sekcji. W minionej kadencji zarejestrowano 6 takich imprez. Materiały konferencji zorganizowanej przez WSOWL we Wrocławiu w październiku 2010 na temat „Zarządzanie kryzysowe w regionie” wycenione były za 6 punktów. Podaję tę informację z premedytacją, albowiem coraz częściej liczba zgłoszeń na konferencje zależy od sposobu wydania materiałów i liczby punktów.

2.7. Referaty, artykuły, czasopisma i członkostwa w redakcjach

Z danych wynika następująca tendencja: więcej jest referatów aniżeli artykułów. Proporcja między referatami krajowymi a opublikowanymi za granicą wynosi: 314/100. Skrajny przypadek występuje w PW, gdzie opublikowano 17 referatów krajowych, 25 zagranicznych, ale przy szczątkowej liczbie artykułów.

Zmalała liczba czasopism, w których pisują członkowie tej społeczności, w stosunku do poprzedniej ankiety aż o połowę. Liczby te niegdyś przedstawiały się: 60 czasopism krajowych i 15 zagranicznych (Kapliński, 2004). Natomiast zwiększyła się liczba artykułów opublikowanych w czasopismach ISI. Jest głównie zasługa kolegów z Lublina, Poznania i Wrocławia. Najpopularniejszymi zagranicznymi czasopismami dla naszych autorów to: *Journal of Construction Engineering and Management* oraz *Technological and Economical Development of Economy* (oba litewskie), natomiast z krajowych: *Przegląd Budowlany*, *Builder* (PW) oraz *Zeszyty/Prace uczelniane, instytutowe*.

12 ośrodków może poszczycić się członkostwami w redakcjach. Góruje tu *Builder* (3 przedstawicieli), a ponadto mamy przedstawicieli w sześciu kolegiach zagranicznych: *International Journal of AHP*, *Journal of Construction Engineering and Management*, *Technological and Economical Development of Economy*, *International Journal of Strategic Property Management*, *TRB-Washington*, *TU Ostrawa*. Dr hab. Edwin Koźniewski (PB) jest redaktorem naczelnym *The Journal of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics*.

2.8. Aktywność zawodowa, uprawnienia zawodowe

Członkowie naszej społeczności biorą czynny udział w pracach: IZBY, PZITB, SITK, TNOiK; PIB (funkcje), Dolnośląski ZMRP (1). Są przewodniczącymi lub członkami komisji kwalifikacyjnych na uprawnienia zawodowe. Współpracują: np. z Głównym Urzędem Nadzoru Budowlanego; Generalną Dyрекcją Dróg Krajowych i Autostrad; PIP.

W 18 ośrodkach zanotowano własne firmy, bądź udział w radach programowych, nadzorczych. Pośród członków Sekcji mamy 1 dziekana, 3 prodziekanów, 2 kierowników studiów doktoranckich. 49 osób na 79 posiada uprawnienia budowlane, co stanowi 38,3%, przy czym wielu z nich ma inne uprawnienia (np. majątkowe). Rekordzistą jest tu zakład z PW, gdzie proporcja osób z uprawnieniami do bez uprawnień wynosi 10:1. Powstaje rozbieżność w danych o liczbie całej społeczności: 128 lub 159. Wynika to z różnej struktury zatrudnienia (są mechanicy i ekonomiści) oraz różnej struktury organizacyjnej (np. uwzględnienie w ankiecie pracowników z dwóch katedr lub dwóch zakładów).

2.9. Współpraca międzynarodowa

Niektóre ośrodki prowadzą współpracę na zasadzie indywidualnych kontaktów. Większość poprzez wydziały (w ramach umów). Oto przykłady kierunków współpracy: Brno, Koszyce, Żylna, Szt. Petersburg, Mińsk, Purdue University, VITUS Bering (Dania), Lipsk, Wilno.

Członkostwa w stowarzyszeniach międzynarodowych: Euro Real Estate Society, Reseaux de PGV, Euro Working Group OR in Sustain Development & CE. Mamy po jednym przedstawicielu w International Council for Thermal Energy Storage oraz w Ukraińskiej Akademii Budownictwa. Są też członkowie: IPMA, CIOB, PMI, EAPPM. Najintensywniej współpracuje Zakład Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie Politechniki Warszawskiej, albowiem współpracuje z 11 ośrodkami, głównie poprzez wspólne projekty.

Zakład TOB z Politechniki Poznańskiej współpracuje w trójkacie Litwa – Niemcy – Polska. Kolokwia odbywają się co 2 lata a rezultaty tej współpracy doczekały się licznych opracowań, np. Kaklauskas i in. (2005), Kapliński (2010), Peldschus i in. (2006), Tamosaitiene i in. (2010), Zavadskas i Kaklauskas (2001), Zavadskas (2008b).

Zmienił się udział we wspólnych publikacjach. Największy udział mają koledzy z PCz, to jest 4 publikacje z kolegami w Rosji, 6 w Brześciu, 1 w Koszycach.

2.10. Studia podyplomowe

W ramach ankiety zgłoszono realizację 13 studiów podyplomowych. Oto przykładowe tematy:

- zarządzanie projektami,
- zarządzanie w budownictwie,
- zarządzanie nieruchomościami,
- kosztami przedsięwzięć budowlanych,

- wycena, zarządzanie i utrzymanie nieruchomości,
- pośrednictwo w obrocie nieruchomościami,
- metody kosztorysowania w gospodarce rynkowej,
- audyty, świadectwa charakterystyk energetycznych,
- realizacja inwestycji – procedury FIDIC, wymogi Banku Światowego.

Z perspektywy czasu widać, że zmieniła się opcja, tj. z wycen nieruchomości na rzecz kosztów i procedur międzynarodowych. Zmalała też ich liczba (przykładowo w PSz było 7, obecnie jest jedno studium). Ponadto prowadzenie różnego rodzaju kursów, głównie z kosztorysowania, jest charakterystyczne dla większości ośrodków.

2.11. Współpraca z gospodarką i administracją

W większości przypadków współpraca w tym zakresie odbywa się indywidualnie. Ponadto pracownicy poprzez macierzyste uczelnie prowadzą szkolenia w różnych formach dla podmiotów gospodarczych, a także dla PZITB, IZB i innych towarzyszeń. Na uwagę zasługuje aktywność w zakresie rzeczoznawstwa, aktywna współpraca z Izbami, PZITB, udział w pracach rad programowych, w organizacji uczelni i w prowadzeniu własnej działalności gospodarczej itp.

3. Komentarze i wnioski ze sfery NAUKA

Respondenci zwrócili uwagę na różne aspekty działalności badawczej, zarówno o charakterze pozytywnym jak i negatywnym.

Zgłoszono znaczne ograniczanie finansowania działalności naukowo-badawczej, co między innymi powoduje ograniczenie bezpośrednich kontaktów. W tej grupie wniosków zgłoszono trudności pozyskania grantów. Pozytywnie oceniono globalizację w sferze nauki poprzez dostęp do baz bibliotecznych on-line. Nawet zgłoszono wniosek (choć tylko nieliczne ośrodki), że tematyka badawcza zbieżna jest z tendencjami na świecie. Duża grupa wniosków dotyczyła parametryzacji:

- referaty konferencyjne są niepunktowane, co powoduje m.in., że uczestnictwo w obradach jest niedotowane i zamyka się możliwość wyjazdu zwłaszcza młodym pracownikom na konferencje w następnym roku;
- niewielka liczba polskich czasopism jest w bazach cytowań (w tym Archiwum Inżynierii Lądowej);
- punktacja przy ocenie parametrycznej jednostek nie odzwierciedla rangi czasopism i monografii; zasygnalizowano absurdalny przypadek: w formie monografii są publikowane zarówno rozprawy doktorskie jak i materiały lokalnych konferencji!

Rozwój kadry w naszej specjalności (liczba samodzielnych pracowników nauki) nie ma odpowiedniej dynamiki w porównaniu z innymi specjalnościami.

Ewidentna jest potrzeba wypromowania samodzielnych pracowników naukowych. Brak ich był/jest przyczyną „zmian organizacyjnych”

- przykładowo w ośrodkach do tej pory bardzo silnych: Kraków, Warszawa, Gdańsk.

Podkreślono w kilku wypowiedziach, że zawodowa aktywność pracowników specjalności IPB poza murami uczelni jest niezbędna dla prawidłowego prowadzenia badań naukowych i aktywności dydaktycznej. Nawet jeden wniosek był sformułowany w formie kategorycznej: praca w pozauczelnianych organizacjach gospodarczych powinna być obowiązkiem, a nie tylko przywilejem pracownika naukowo-dydaktycznego.

Z ankiety wynika też, że ośrodki mniejsze wyżej cenią możliwość uczestniczenia w pracach sekcji, nawiązywania kontaktów, uczestniczenia w organizowanych pod patronatem sekcji konferencjach, seminariach itp., aniżeli ośrodki silniejsze kadrowo.

Tendencje w zakresie tematyki badań można sformułować następująco:

- powszechna jest świadomość, że uwzględnianie jedynie kosztów realizacji jest niewystarczające, bowiem koszty eksploatacji mogą mieć decydujące znaczenie (o kosztach rozbiórki lub modernizacji nie wspominając); baczniejszą uwagę zwraca się na problematykę cyklu życia obiektu (LCC);
- „nowa”, obszerna tematyka badawcza obejmuje problemy zarządzania kosztami przedsięwzięć budowlanych;
- kilka ośrodków zasygnalizowało konieczność traktowania problematyki zarządzania organizacją jako system socjo-techniczny, a nie tylko techniczny.

Generalnie, zauważyć można brak efektywnego finansowania badań z przemysłu. Pojawiły się różne formy współpracy, a także różne zabiegi w tym względzie. W ostatnich latach nasiliły się kłopoty z pozyskaniem materiałów do celów badawczych z zakresu przedsięwzięć inwestycyjnych. Wynikają one nie tylko z przyczyn finansowych lecz także ze względu na poufność danych. Oznacza to, że dość istotnie zmieniły się warunki pozyskiwania danych.

Jest i minorowy wniosek, a mianowicie obserwuje się brak studentów studiów doktoranckich zainteresowanych tematyką IPB.

4. Komentarze i wnioski ze sfery DYDAKTYKA

Wszystkie ośrodki podkreślają duże obciążenia dydaktyką. Widoczny jest brak asystentów (nie tylko pracowników samodzielnych). Respondenci sygnalizują przekroczone pensum rzędu 200-400%, co sprzeczne jest z Ustawą (nie więcej niż 125%). Tym samym, przeciążenie dydaktyczne kadry ogranicza realizację badań, publikowanie itp.

Ponadto wprowadzenie dwustopniowego systemu kształcenia spowodowało podwojenie liczby prac dyplomowych.

Obserwuje się zróżnicowany poziom kształcenia. W większości przypadków poziom stale obniża się: odwrotnie proporcjonalnie do liczby przyjmowanych kandydatów na studia. Drastycznie widoczne jest obniżenie poziomu wykształcenia studentów

z matematyki.

Na ten stan nakłada się „rozgardiasz” wynikający wprowadzeniem studiów 3-stopniowych i niejednoznacznej sytuacji dotyczącej uprawnień budowlanych. Wdrażanie systemu studiów trzy-stopniowych przebiegało dość opornie. Niektóre uczelnie nie mają naboru na II stopień (studia dzienne). Podano w odpowiedziach chęć powrotu do jednolitych studiów 5-letnich. Niepewność wśród studentów i pracowników wynika dodatkowo z niejednoznacznej sytuacji dotyczącej uzyskiwania uprawnień budowlanych, tj. czy po drugim czy po pierwszym stopniu studiów. Stwierdzono, że w świetle przepisów Prawa budowlanego (które ciągle się zmienia – chyba zbyt dynamicznie) – planowane wprowadzenie pełnych uprawnień wykonawczych dla absolwentów studiów I stopnia spowoduje deprecjację i uprawnień i specjalności.

Stwierdzono też, że aktualne standardy kształcenia są niedostosowane do współczesnych warunków i potrzeb.

5. Podsumowanie

Podsumowując można zauważyć, że najważniejsze „akcje” Sekcji IPB to przygotowywanie tradycyjnych konferencji/zjazdów zespołów jednoimiennych. Przemienne co roku zjazdy te organizowane są przez kolejne uczelnie, zachowując bardzo wysoki poziom organizacyjny. W mijającej kadencji rozpoczęto redagowanie podręcznika „Decyzje kierownicze w budownictwie” przy współudziale członków Sekcji z pięciu ośrodków akademickich.

Na zadawane pytanie w KILiW PAN, co by było, gdyby nie było Sekcji? Odpowiedź jest jednoznaczna: nadal spotykalibyśmy się co roku w ramach zjazdów zespołów jednoimiennych zapoczątkowanych przez prof. A. Dyżewskiego w 1966 roku.

Pada też pytanie, jaka jest tzw. „wartość dodana” – wynikająca z istnienia Sekcji. Odpowiedź jest wielowątkowa.

Po pierwsze, poza sprawami prestiżu jest lepsze oddziaływanie gremium Sekcji na całe środowisko związane z tą specjalnością.

Po drugie, jest możliwość koordynacji działań: przygotowywanie wspólnych publikacji i innych zadań.

Po trzecie, jest możliwość sterowania poziomem prac promocyjnych i publikacji (referatów na konferencje) i narzucanie standardów. Kilkanaście lat temu wprowadziliśmy triadę Nauka – Metoda – Aplikacja, według której zaczęliśmy recenzować prace na konferencje, aby podnieść poziom wystąpień i pozbyć się odium zarzutu uprawiania rzemiosła a nie nauki (Kapliński, 2000, 2004). Ten kierunek powinien być utrzymany w następnej kadencji.

Po czwarte, organizacja zjazdów poprzez Sekcję jest bardzo wysoko oceniane przez uczestników, rekrutujących głównie ze środowisk akademickich, albowiem zjazdy te umożliwiają:

- konsultacje (pierwsza ocena) doktoratów i habilitacji,
- integrację środowiska,

- wymianę informacji.

Wszystkim respondentom składam podziękowania za trud włożony w przygotowanie odpowiedzi na pytania ankiety Sekcji. Członkom Sekcji Inżynierii Przedsięwzięć Budowlanych dziękuję za współpracę w mijającej kadencji.

Literatura

- Hoła B. (2008). Modelowanie jakościowe i ilościowe wypadkowości w budownictwie, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Prace Instytutu Budownictwa P.Wr. nr 89, seria Monografie nr 38*.
- Kaklauskas A., Kapliński O., Peldschus F., Zavadskas E. (2005). Historie und Trends des Kolloquiums, 20 Jahre wissenschaftlicher Gedankenaustausch, *Podium, Sonderheft HTWK*, 3- 9.
- Kapliński O. (1998). Conditions and trends of changes in CM education in Poland. W: *Proc. of the Second A.J.Etkin International Seminar: Education in Construction Management*. Haifa, May 4-6, 147-156.
- Kapliński O. (2000). Problematyka organizacji i zarządzania w budownictwie na konferencjach krynickich. W: *Materiały Konferencji „Procesy Budowlane”*, Gliwice-Kokotek, 81-86.
- Kapliński O. (2001). Prace promocyjne i dorobek publikacyjny w ankiecie Sekcji Organizacji i Zarządzania w Budownictwie KILiW PAN. W: *Materiały Konferencji „Technologia i Organizacja Budownictwa na Progu XXI Wieku”*. Puławy, 67-88.
- Kapliński O. (2002a). Analiza problematyki organizacji i zarządzania w budownictwie w KILiW PAN. *Przegląd Budowlany*, 9/2002, 9-12.
- Kapliński O. (2002b). Charakterystyka środowiska naukowego zajmującego się zagadnieniami technologii, organizacji i ekonomiki budownictwa. *Problemy Rozwoju Budownictwa*, 1/2002, 41-45.
- Kapliński O. (2004). Sekcja Organizacji i Zarządzania w Budownictwie KILiW PAN: retrospekcja i najbliższa kadencja. W: *Materiały Konferencji naukowej „Zarządzanie procesami inwestycyjnymi w budownictwie”*, Politechnika Krakowska, Kraków, 55-77.
- Kapliński O. (2010). Review of trans-border co-operation in construction management between Lithuania, Germany and Poland. *Evolution of Science and Technology*. Vilnius, Technika, Vol. 2, No. 1, 5-18.
- Kapliński O. (red.). (2007). Metody i modele badań w inżynierii przedsięwzięć budowlanych. PAN, KILiW, IPPT, *Seria Studia z Zakresu Inżynierii Nr 57*, Warszawa.
- Kapliński O., Werner W., Kosecki A., Biernacki J., Kuczmarski F. (2002a). Organizacja, zarządzanie i mechanizacja w budownictwie. W: *Materiały Konferencji KILiW PAN oraz KN PZITB, Krynica 2002, tom 1 (Nauka w dziedzinie inżynierii lądowej i wodnej. Diagnoza i prognoza rozwoju)*, 81-103.
- Kapliński O., Werner W., Kosecki A., Biernacki J., Kuczmarski F. (2002b). Current state and perspectives of research on construction management and mechanization in Poland. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 8, No. 4, 221-230.
- Kapliński O., Zavadskas E.K. (2002). An overview of problems related to the research in construction engineering, management and economics in Poland. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 8, No. 4, 231-239.

- Koźniewski E., (2007). Geometria dachów. Teoria i zastosowanie. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok.
- Minasowicz A. (2008). Analiza ryzyka w projektowaniu przedsięwzięcia budowlanego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Budownictwo, z. 150.
- Orłowski Z. (2010). Podstawy technologii betonowego budownictwa monolitycznego. PWN, Warszawa.
- Pasławski J. (2009). Elastyczność w zarządzaniu realizacją procesów budowlanych. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, seria rozprawy nr 437.
- Peldschus F., Kapliński O., Zavadskas E. K., Kaklauskas A. (2006). Historie und Trends des Kolloquiums, *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 12, No. 3, 227-235.
- Skorupka D. (2007). Metoda identyfikacji i ocena ryzyka realizacji przedsięwzięć budowlanych. WAT, Warszawa.
- Sobotka A. (2010). Logistyka przedsiębiorstw i przedsięwzięć budowlanych. Wydawnictwa AGH, Kraków.
- Tamosaitiene J., Bartkiene L., Vilutiene T. (2010). The new development trend of operational research in civil engineering and sustainable development as a result of collaboration between German-Lithuanian-Polish scientific triangle. *Journal of Business Economics and Management*, Vol. 11, Issue 2, 316-340
- Zavadskas, E. K. (2008a). Book review. Methods and models of research in construction projects engineering. W: Metody i modele badań w inżynierii przedsięwzięć budowlanych, O. Kapliński (Ed.), PAN, KILiW, Warszawa
- 2007]. *Journal of Business Economics and Management*, Vol. 9, No. 3, 240-243.
- Zavadskas, E. K. (2008b). History and evolving trends of construction colloquia on sustainability and operational research. *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 14, No. 4, 578-592.
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A. (2001). History and trends of development of colloquy, Statyba. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 8, No. 4, 265-275.

**PROBLEMS OF CONSTRUCTION ENGINEERING
PROJECTS IN THE LIGHT OF THE SURVEY
OF CIVIL ENGINEERING COMMITTEE SECTION
OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES**

Abstract: Problems arising in the community of construction engineering and management experts are presented here. Results are based on a survey covering the period 2007-2010. Financial issues involved in research and teaching, and the overview of topics, including research, postgraduate studies, degrees, publications, international cooperation and collaboration with industry are presented. General conclusions have been drawn regarding teaching and learning, on the basis of suggestions presented by the surveyed academic community.

SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS: A SCHOOL OF PROFESSOR ROMUALDAS GINEVIČIUS

Oleg KAPLIŃSKI^{a*}, Friedel PELDSCHUS^b

^a Poznań University of Technology, Potrowo 5, 60-965 Poznań, Poland

^b Leipzig University of Applied Science, 132 Karl Liebknecht Str., 04227 Leipzig, Germany

Abstract: The management of complicated systems, including socio-economic systems (SES), is aimed at achieving their sustainable development. This process can be controlled only if the state of such systems can be quantitatively evaluated. Prof. R. Ginevičius was the first in Lithuania to undertake the research into the problems associated with quantitative evaluation of various types of SES, based on the long-term experience of comprehensive quantitative evaluation of various engineering systems. He investigated and quantitatively evaluated socio-economic development of various states and their regions, the effectiveness of the performance of higher and professional training schools, and determined the strategic potential of enterprises and other institutions.

Keywords: socio-economic systems, diversification of enterprise activities, scientific school.

1. Introduction

Parallel to the problems and concepts of sustainable development exist, and almost competing concepts and problems of socio-economic systems (SES). We live in the world of socio-economic systems (SES). People come across them in real life as often as across engineering systems. Socioeconomics or socio-economics or social economics is an umbrella form with different usages. „Social Economics“ may refer broadly to the „use of economics in the study of society“.

The main principles of the theory and practice of social economics are being more widely used not only in the field of economics but in management and in widely understood engineering. SES refers to the higher level systems because a socio-economic system is a social system in which an engineering system is integrated. The effective management of such complicated systems, aimed at their sustainable development, requires primarily quantitative evaluation of their performance.

Quantitative evaluation of socio-economic systems may be performed by using different methods, in this by multicriteria evaluation methods. These methods allow us to generate an integrated criterion reflecting various SES aspects observed in the reality. Given the methods of quantitative SES evaluation, we can solve such important problems associated with the economic

development of a country as the determination of enterprise development strategy, the formation of flexible enterprise organizational structures, etc. Attempts to quantify this problem are taken in Poland and neighboring countries.

2. A school of socio-economic systems

Research in this area have been undertaken in Lithuania and in the framework of international cooperation in the triangle Lithuania - Germany - Poland. Prof. Romualdas Ginevičius (Fig. 1) from VGTU was the first to undertake the research into the problems associated with quantitative evaluation of SES, based on the experience gained in complex quantitative evaluation of engineering systems.

Professor began scientific work after 1969. At that time a professor supervised nine PhD dissertations and successfully participated in the presentation of numerous PhD theses. He is the author of 3 monographs and co-author of 14 monographs. Achievements in research of SES are evident – for example: Ginevičius and Sudžius (2005), Ginevičius and Aukščiūnas (2007), Ginevičius and Silickas (2008), Ginevičius et al. (2005a and b, 2006).

* E-mail of correspondence author: oleg.kaplinski@put.poznan.pl



Fig. 1. Professor Romualdas Ginevičius
– Rector of Vilnius Gediminas Technical University.

The paper presented by Kapliński and Peldschus (2011) discusses the 166 items of references. Of course, research synthesis of Prof. R. Ginevičius and his team are presented there. Apart from this, it can be seen a very wide list of researchers who have worked with Professor.

Partners and co-authors of the publications are as follows (in alphabetical order): Andruskevičius A., Antuchevičienė J., Aukščiūnas V., Bivainis J., Brauers W. K. M., Bruzgė Š., Butkevičius A., Chlivickas E., Čirba S., Ginevičienė V. B., Ginevičius T., Ginevičius A., Grybaitė V., Gudačiauskas D., Hausmann T., Hink W., Kaklauskas A., Kalašinskaitė K., Komka A., Korsakienė R., Krivka A., Kutut I., Lisauskaitė V., Malinauskas P., Martinkutė R., Melnikas B., Merkevičius J., Mikelis D., Pabedinskaitė A., Paliulis N. K., Patalavičius R., Petraškevičius V., Podvezko V., Rakauskienė O. G., Raslanas S., Rimkus L., Rutkauskas A. V., Schafir S., Šečkutė L., Šimkūnaitė J., Stankevičienė J., Staškevičius A. J., Stasytė V., Stein H. D., Sturm R., Sudžius V., Tamošauskas P., Tamošiūnas A., Tvaronavičienė M., Ustinovichius L., Zavadskas E. K., Zubrecovas V., Zubrecovas V.

We can see from the list of publications that Prof. V. Podvezko was (and is) most active collaborator with Prof. R. Ginevičius (c.f., Ginevičius and Podvezko, 2008).

In addition to the problems of quantitative evaluation of socio-economic systems Professor analyzed above all the problem of enterprise diversification activities. He and his team analyzed and studied the problems distinguished in Figure 2.

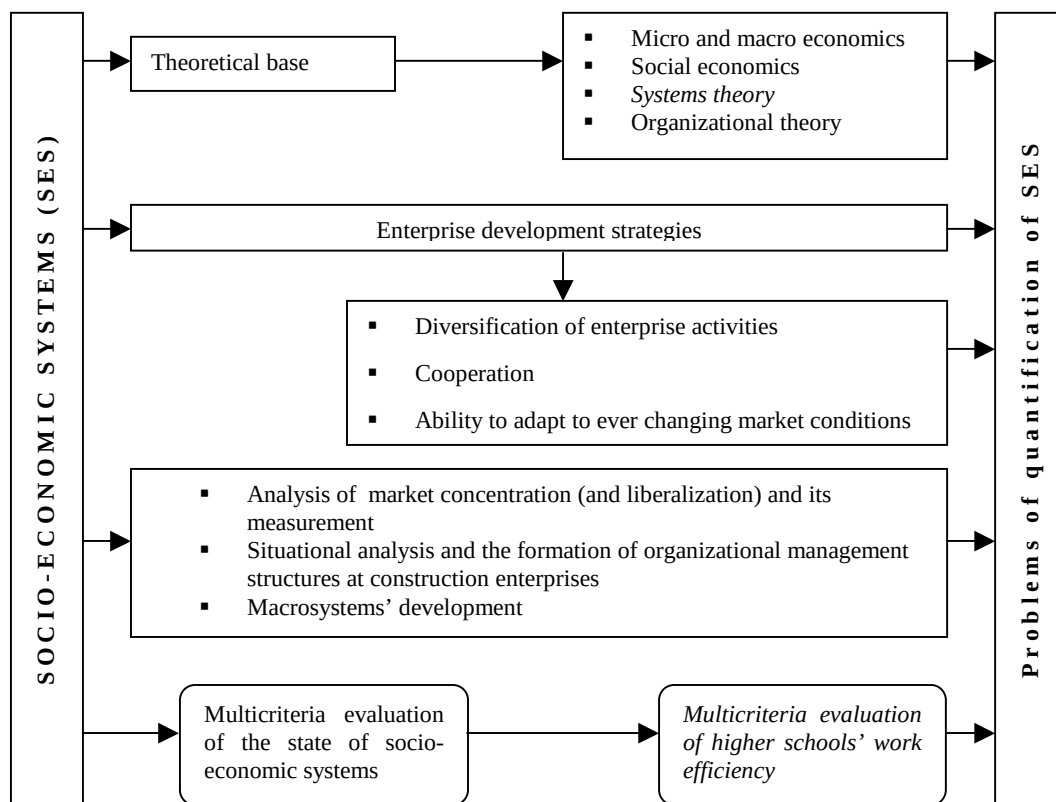


Fig. 2. Research problems investigated by Prof. Ginevičius and his team.

Jointly analyzed the development strategy in the framework of research on the survival of enterprises in market conditions. Professor suggested a new criterion for quantitative evaluation of enterprise diversification (Ginevičius 1998, 2008, 2009, 2010) and demonstrated by calculations that this criterion is more accurate than Herfindahl-Hirschman index, which is most widely used now (Ansoff, 1965; Horowitz and Horowitz, 1968).

The ability to adapt to ever changing market conditions was also investigated. Research to situational analysis and the formation of organizational management structures at construction enterprises has been implemented. Professor offered a set of criteria for describing enterprise organizational management structure.

The investigations performed by R. Ginevičius may be subdivided into four main groups. Table 1 presents the main results obtained in these groups of investigations.

As shown in Figure 2, multicriteria methods have been developed and used for evaluating the performance of socio-economic systems and for solving the problems associated with engineering systems. Prof. R. Ginevičius in these methods offered or suggested:

- offered some new methods, such as the use of mathematical statistics in developing a set of criteria for evaluating a research object,
- suggested the way of arranging a large number of evaluation criteria into the hierarchical structure and thereby to reduce the number of criteria which should be assigned the weights by experts,
- offered a new method of determining the criterion weight, allowing us to considerably increase the number of criteria whose weights should be determined,

- suggested the way of applying the well-known methods of multicriteria evaluation to the analysis of a hierarchically structured system of criteria,
- suggested a graphical-analytic multicriteria evaluation method.

He collaborated with a Professor E. K. Zavadskas and his team in the field of multicriteria optimization (c.f., Zavadskas et al., 2004; Kaklauskas et al., 2006).

3. Final remarks

The achievements of the school of socio-economic systems led by Professor Ginevičius are significant and are of international rank.

Professor Romualdas Ginevičius is celebrating his 65th birthday this year. Professor is the chair of the Department of Economy and Management of Enterprises at the Faculty of Business Management and Rector (from 2002) of Vilnius Gediminas Technical University. He is also an Doctor honoris causa of Belorussian State Technological University, Tbilisi David Agmashenebeli Technical University, Karaganda State Industrial University, Kiev National Aviation University and an academician of International Academy of Information. Professor Romualdas Ginevičius is editor in chief of three journals. Professor Romualdas Ginevičius is also one of the organizers and active participants of the Colloquiums in the German–Lithuanian–Polish Scientific Triangle.

We can celebrate the jubilee of Professor during the conference organized by the Bialystok University of Technology.

Table 1. Four main groups of the investigations performed by R. Ginevičius and his team.

Main areas of research	The main results obtained
Systems theory	A description and thorough analysis of the mechanism of systems' formation and the suggestion of a universal system's definition; a description of the mechanism of socio-economic system's formation and the suggestion of a formalization model allowing for quantitative evaluation of the state of these systems.
Organizational theory	The suggestion of methods of thorough analysis and formation of organizational management structures of construction enterprises, allowing for the formation of flexible organizations' structures easily adaptable to ever changing internal conditions.
Enterprise development strategies	Thorough analysis of the problem of enterprise activities' diversification, the suggestion of a more accurate indicator of diversification level (compared to the currently used ones), the determination of the dependence of diversification effect produced on enterprise performance on the market state; the selection of the indicator of the cooperation level of enterprises and its use for calculating the cooperation effect on enterprise commercial activities.
Market concentration	The suggestion of the criterion, evaluating the concentration of the markets and its role in the calculation of the cooperation effect on enterprise performance.

References

- Ansoff H. J. (1965). Corporate strategy. *McGraw-Hill Book Comp*, New York.
- Ginevičius R. (1998). Diversification of enterprise activities. Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, *Technika*.
- Ginevičius R. (2008). Quantitative evaluation of unrelated diversification of enterprise activities. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 15, No. 1, 105-111.
- Ginevičius R. (2009). Some problems of quantitative evaluation of the state of social-economic systems, *Business: Theory and Practice*, Vol. 10, No. 2, 69-83.
- Ginevičius R. (2010). The effectiveness of cooperation of industrial enterprises. *Journal of Business Economics and Management*, Vol. 11, No. 2, 283-296.
- Ginevičius R., Aukščiūnas V. (2007). The economics of construction resources and expenses: a methodical book. *Technika*, Vilnius.
- Ginevičius R., Bivainis J., Melnikas B., Paliulis N., Rutkauskas A. V., Staškevičius A. J., Pabedinskaitė A., Šečkaitė L., Tamošiūnas A. (2005a). Modern business: the priorities of development. *Technika*, Vilnius.
- Ginevičius R., Paliulis N. K., Chlivickas E., Merkevičius J. (2006). Challenges of the 21st century: changes in organizations and society. *Technika*, Vilnius.
- Ginevičius R., Rakauskienė O. G., Patalavičius R., Tvaronavičienė M., Kalašinskaitė K., Lisauskaitė V. (2005b). Measuring export and investment in Lithuania. *Technika*, Vilnius.
- Ginevičius R., Podvezko V. (2008). Evaluating the financial activities of construction enterprises by multicriteria graphical-analytical method. *Technological and economic development of economy*, Vol. 14, No. 4, 452-461.
- Ginevičius R., Sudžius V. (2005). The theory of organizations. Vilnius: *Technika*.
- Ginevičius R., Silickas J. (2008). Fundamentals of system enterprise management. *Technika*, Vilnius.
- Horowitz A. R., Horowitz J. (1968). Entropy, Markov processes and competition in the brewing industry. *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 16, No. 3, 196-211.
- Kaklauskas A., Zavadskas E. K., Raslanas S., Ginevičius R., Komka A., Malinauskas P. (2006). Selection of low-e windows in retrofit of public buildings by applying multiple criteria method COPRAS: A Lithuanian case. *Energy and Buildings*, Vol. 38, No. 5, 454-462.
- Kapliński O., Peldschus F. (2011). The problems of quantitative evaluation of socio-economic systems' development. *Engineering Economics*, Vol. 22, No. 4.
- Zavadskas E. K., Ginevičius R., Andruškevičius A. (2004). Multicriteria evaluation for the sequence of the technological operations in construction. W: Proc. of the 8th international conference on modern building materials, structures and techniques, Vilnius 2004, Lithuania, 326-329.

SYSTEM SPOŁECZNO-EKONOMICZNY: SZKOŁA PROFESORA ROMUALDASA GINEVIČIUSA

Streszczenie: Zarządzanie złożonymi systemami, w tym systemami społeczno-ekonomicznymi (SES) ma na celu osiągnięcie zrównoważonego rozwoju. Proces ten może być osiągnięty, gdy stany systemów mogą być określone ilościowo. Prof. R. Ginevičius był pierwszym na Litwie, który podjął się badań nad problemami ilościowej oceny różnych typów SES. Ocenę przeprowadzano w ujęciu kompleksowym. Prowadził badania i dokonywał oceny jakościowej rozwoju społeczno-gospodarczego poszczególnych państw i ich regionów. Badał skuteczność organizacji szkół wyższych oraz określał strategię adaptacji przedsiębiorstw budowlanych i innych instytucji w gospodarce rynkowej. Wykorzystał między innymi metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji. W referacie przedstawiono główne założenia i osiągnięcia szkoły naukowej z zakresu systemów SES.

CHALLENGES OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY OF TRANSITION COUNTRIES

Tamás KOCSIS, Miklós HAJDU, Orsolya BOKOR*

Szent István University, Ybl Miklós Faculty of Architecture and Civil Engineering,
Department of Construction Management, Budapest, Thököly út 74., H-1145

Abstract: Construction industry is often criticized around the world, especially in the so-called transition countries. The faults, which it is always accused of, originate from the nature of the projects. These weak points include corruption, cost overrun, inadequate quality, not paying the subcontractors, tax evasion etc. This paper attempts to shed a light on the fact that these phenomena are not new and specific to this area. They have always existed in the history of civilization. The authors can only hope that some time we can overcome these problems that have always darkened the construction industry.

Keywords: construction management, failed projects, history.

1. Introduction

Construction industry is a vital sector in the economy of the transition countries. It has a significant share of their GDP and employs hundreds of thousands of people continuously. The importance has been obvious for centuries, millennia. It is expected to be a major industrial branch as long as mankind has to protect themselves against the forces of nature, their food has to be produced in industrial volumes, they would like to travel great distances in a short amount of time and so on. We could list many more demands whose satisfaction requires the contribution of the construction industry and the existence of a built environment.

It is unique to the construction industry that the realization of the projects is happening in public and the ready building can be seen, used and evaluated – based on appearance and practicability – by all social strata. Everyone can form and spread their own opinions, even via the media, regardless of whether they are experts or laymen. Most of the time even professionals argue about whether the project is necessary at all, about the site, the necessary dimensions, functions, layout. The ready creation enjoys either recognition – which then of course concerns the architect as well – or public loathing. Quite often, the latter is not due to the architectural or engineering values or the lack thereof. They are rather owing to the function or the fact that the aim of the project was misguided or ill-defined, or that

the solution does not fit the project scope. These problems are not included in the responsibilities of the engineers. The extent of construction costs that is considered inordinate or the project duration that is perceived as endless can be subjects of disputes as well.

Owing to the fact that the circumstances of the realization of projects are unique and unrepeatable – this is a fundamental criterion of the project definition – these debates are usually academic in nature. The fact that construction projects are more difficult to monitor and control – as opposed to the planted industry – from the preparation to the handing over phase stems from the character of these projects. The situation gets tinged further by the fact that the end result can only be compared to an imagined “it-could-have-been-this-way” state, of which we can never tell whether it would have been disadvantageous in another aspect.

Due to the above-mentioned particularities, construction industry is almost always surrounded by suspicion that assumes corruption, lack of competence, bad quality, insufficient protection of the domestic labor pool, defrauding workers and subcontractors and inadequate preparation concerning the given project. These negative associations are indeed most typical of the construction industry of all the branches. Unfortunately, there is a little truth in these accusations. One of the objective reasons for that originates from the nature of the projects. In the light of this, it is not surprising that the governments of different eras try

* E-mail of correspondence author: bokor.orsolya@ybl.szie.hu

to control construction activity continuously and with more and more strict regulations. However, construction industry is so complicated and is embedded into the world to such a great extent that the laws introduced with good intentions can create new and bigger problems than the ones they have solved.

This paper will not attempt to solve the actual problems of the construction industry, or even to discuss them in depth. The knowledge of the authors is insufficient for comprehending and solving such complex matters. The aim is to show through some interesting examples, stories that these issues are not new, most of them existed hundreds, thousands of years ago. When the organization of the society and the development of construction technology have reached a certain level, the above-mentioned problems appeared and in a sense became constant companions of our lives. This statement certainly does not mean that we have to accept these issues and handle them as inalterable. It indicates that past attempts to solve these matters have to be analyzed and consequences have to be drawn from the successes and the failures in order for these questions to be answered now.

2. Public Procurement

The purpose of public procurement is the same now as it was in the past: to spend the public's money effectively. In case of the construction industry, it meant that if the realization of a construction project was financed from this source, the client chose the winner within the framework of tendering. The chosen contractor then signed a contract in which they undertook the construction of the given object meeting the given deadline and quality specifications in return for the contracted price. This never occurred without troubles. The quotation from Vitruvius 24BC book (Vitruvius, 1914) from the ancient times shows how they tried to protect the public's money in these cases.

"In the famous and important Greek city of Ephesus there is said to be an ancient ancestral law, the terms of which are severe, but its justice is not inequitable. When an architect accepts the charge of a public work, he has to promise what the cost of it will be. His estimate is handed to the magistrate, and his property is pledged as security until the work is done. When it is finished, if the outlay agrees with his statement, he is complimented by decrees and marks of honour. If no more than a fourth has to be added to his estimate, it is furnished by the treasury and no penalty is inflicted. But when more than one fourth has to be spent in addition on the work, the money required to finish it is taken from his property."

Later he writes that: *"This fault appears not only in the matter of buildings (i.e. financial problems of projects financed from public sources), but also in the shows given by magistrates, whether of gladiators in the forum or of plays on the stage. Here neither delay nor postponement is permissible, but the necessities*

of the case require that everything should be ready at a fixed time,..."

It is quite interesting that even back then the author could only reference an alleged case from the long past.

3. Corruption in the Construction Industry

The Panama Canal is one of the world's most important engineering works from the point of view of trade. By using this, ships can spare more than ten thousand kilometers when they go from the Eastern coast of America to the Western coast and back. After the handing over of the canal, the distance between New York and San Francisco decreased from more than 22.000 km to 9.600 km. In spite of all the advantages it has, the Panama Canal is infamous for the corruption that took place in the construction phase. It has become the very definition of swindling.

The construction of the canal began in 1880, following many years of preparation. In fact, the preparation itself ensured the future failure of the project. Ferdinand Lesseps, the site manager, estimated the costs to be 400 million dollars, but the construction company wanted to spend only 130 million. The reasons why Lesseps, who had been responsible for the construction of the Suez Canal as well, accepted the significantly smaller budget are unknown. Later, he contradicted his previous estimations by stating that he expected much lower costs (www.czbrats.com/Builders/FRCanal/failure.htm)

The construction took place under terrible circumstances. Yellow fever and malaria decimated the – mostly black – laborers. More than 20.000 died in the first few years. The plans were modified many times. The original idea of the sea level canal was scrapped because it proved to be too big a task to excavate a 100-m deep trench in that rocky soil. Due to the modification of plans, lack of professional workforce, the inhuman circumstances, the works were constantly delayed and soon the financial resources ran dry. The scandal started in 1888 when the construction, which was 40% completed, paused. The costs at the time added up to 240 million dollars in contrast to the approved 130 million dollars. (www.canalmuseum.com)

The bankruptcy of the French Panama Canal Company stirred up a great storm in France. The public prosecutor's office opened an inquiry into the whole project. More than a hundred deputies were found guilty of corruption. Even de Lesseps was called to account for receiving reports that had not shown the actual situation of the projects. He was sentenced to jail, but he did not have to serve his time after all (www.pancanal.com/eng/history/history/index.html).

After a few years, the project was overtaken by the Americans. From this time on, the construction took place at a steady pace. The canal was handed over in 1914, two years after the scheduled deadline.

4. Cost Overrun

The fact that in the construction industry the costs usually overrun the predetermined budget is widely known. According to an international survey, this phenomenon occurs in case of 85% of the projects in general. Since the products of the construction industry are all projects, which are unique and unrepeatable, this statement can be accepted to be true for the construction industry as well. There can be many reasons for overrunning costs: from the inadequate preparation through the modifications in the meantime to the obstacles that arise during the realization that could or could not have been foreseen. This problem alone can be analyzed through thousands of pages, if there is a solution at the end or if it just partly contributes to the decrease in cost overruns. But this is not this paper's subject.

In order to prove that this issue is as old as the construction industry itself and has practically existed since the money was invented, let's look at the quotation from Vitruvius 24BC below (Vitruvius, 1914).

"Would to God that this were also a law (i.e. for punishing, the architects in case the costs overrun the budget determined previously by them) of the Roman people, not merely for public, but also for private buildings. For the ignorant would no longer run riot with impunity, but men who are well qualified by an exact scientific training would unquestionably adopt the profession of architecture. Gentlemen would not be misled into limitless and prodigal expenditure, even to ejectments from their estates, and the architects themselves could be forced, by fear of the penalty, to be more careful in calculating and stating the limit of expense, so that gentlemen would procure their buildings for that which they had expected, or by adding only a little more. It is true that men who can afford to devote four hundred thousand to a work may hold on, if they have to add another hundred thousand, from the pleasure which the hope of finishing it gives them; but if they are loaded with a fifty per cent increase, or with an even greater expense, they lose hope, sacrifice what they have already spent, and are compelled to leave off, broken in fortune and in spirit."

The phenomenon that the actual costs exceed the calculated costs is characteristic of every type of projects nowadays as well, the construction industry projects are no exceptions. The question is: What are the reasons for the overruns? In the quotation above, Vitruvius suggested that the architect was responsible for the extra costs because he had been careless and negligent when estimating the costs, or perhaps he had not considered the financial situation of the client. Other times, the master builders, the contractors were blamed for the escalated costs. These disputes cannot be solved definitely even now. The law that Vitruvius urged, which held the architect responsible for the problems, was introduced in one form or another. For example, in case the consequence was a loss of human life. However, the architects are rarely impeached for the mistakes in the design that include, for example, not taking

the financial situation of the client into account and held financially responsible. It should be added in defence of the architects that the charges do not allow for thorough preparation and elaborate investigation. Owing to this, in case of certain project types – for example, reconstructions and huge underground structures – cost overruns are inevitable because the price of an adequately detailed and accurate preparation can be so significant that they do not want to pay at this phase of the project.

5. Bad Quality

Quality problems have always been present and are always going to be until the contractors can no longer increase their profits by using bad-quality construction materials and ignoring the specifications of the chosen technology. Of course, there can be other reasons for inadequate quality, for example, rush. The contractor's interest in raising the profit by decreasing the costs has always been top priority. A couple of examples are listed below to demonstrate that these matters have existed even in the ancient times.

5.1. Code of Hammurabi, Babylon

Hammurabi, the Babylonian king, introduced his code carved in stone in the 18th century BC. Even among these ancient laws, we can find ones about the responsibilities of the builders and the serious consequences of malpractice.

"228. If a builder has built a house for man, and finished it, he shall pay him a fee of two shekels of silver, for each SAR built on."

229. If a builder has built a house for a man, and has not made his work sound, and the house he built has fallen, and caused the death of its owner, that builder shall be put to death."

230. If it is the owner's son that is killed, the builder's son shall be put to death."

231. If it is the slave of the owner that is killed, the builder shall give slave for slave to the owner of the house."

232. If he has caused the loss of goods, he shall render back whatever he has destroyed. Moreover, because he did not make sound the house he built, and it fell, at his own cost he shall rebuild the house that fell."

233. If a builder has built a house for a man, and has not keyed his work, and the wall has fallen, that builder shall make that wall firm at his own expense."

5.2. Amphitheatre in the city of Fidenae

The following tale is told in Ambrus Seidl's fine book (Seidl, 2004).

Publius Cornelius Tacitus (55-120AD) described this instance that happened during the times of Marcus Licinius and Lucius Calpurnius in his work, *Annales*. An amphitheatre was being built in Fidenae, not far from Rome. They were in a hurry because they wanted

to organize gladiator games as soon as possible. This caused some serious problems with the structure. For example, the foundation's load bearing capacity was not enough; the material the auditorium was made of was not satisfactory either. This led to the sad event that during the games the whole amphitheatre collapsed and 50.000 people died. This large-scale catastrophe was dealt with by the Roman Senate in great details. It made them introduce many regulations concerning the construction of huge establishments. For example, employing a geotechnical engineer to investigate the soil before the construction became mandatory.

5.3. St. Peter's Basilica in Rome

This story is also described in the interesting book of Ambrus Seidl (Seidl, 2004).

The most famous church of the Catholic world, the Basilica of St. Peter does not have a tower. In the beginning of the 17th century Carlo Maderna (1556-1629) was appointed to augment the basilica designed by Michelangelo. Maderna was not paying enough attention to the low load-bearing capacity of the soil. In addition, he also made a mistake when aligning the footing.

The foundation was ready when he realized his fault and tried to correct it by placing the walls on the edge of the foundation, where they should be according to the plans. They finished the construction without noticing the mistake. Four decades later, Pope Urban VIII (1623-1644) appointed his favourite architect, Bernini to build two towers on the façade of the basilica. Bernini did not trust the elaborateness of his predecessor, so he gradually loaded the walls, soon cracks began to show. Experts said that they could solve the problem by strengthening the foundation. Despite this fact, the parts that had been constructed so far were demolished and the towers have not been built since. While being cautious saved Rome from a disaster, Budapest was not so lucky. St. Stephen's Basilica (Fig. 1), one of the most famous buildings of Budapest, collapsed during the construction.

5.4. St. Stephen's Basilica in Budapest

According to the website of the city of Budapest (<http://budapestcity.org/03-muehlekek/05/Bazilika/index-hu.htm>), the significant mistakes that were made during the design and construction phases led to the collapse of the huge building January 22, 1868.



Fig. 1. St. Stephen's Basilica, Budapest.

The little church that stood at the place of the Basilica was destroyed in 1849 due to cannonading by the Austrians. Pest City Council appointed József Hild, the famous architect of the time, to build a more spacious and beautiful church than those that could be found in Pest. The construction started in 1851. Owing to the fact that donations from the citizens of Pest were needed for the building, it proceeded rather slowly. Some people contributed to the realization of the project with money, others provided construction materials, such as stone, mortar, timber. The constant lack of financial resources and the mostly inadequate materials influenced the quality to a great extent. After the death of Hild in the spring of 1867, Miklós Ybl took over the management of the construction. After thoroughly studying the plans, he aired his views many times. He believed that the structural engineering calculations were wrong but the city council thought that he was exaggerating the problem. However, cracks started to appear on the building. On 21st January 1868 Ybl decided that the construction site had to be evacuated and the neighbourhood closed. The last straw was a huge storm the next night. The enormous building collapsed the following afternoon. As a result, Ybl redesigned the basilica, and the construction resumed according to his plans. Exactly 23 years after this incident, Ybl died, and could not complete his work. The basilica was handed over in 1905; 54 years after its construction had begun.

6. Domestic Industry and the Insufficient Protection of the Workforce

Localists, those people who are committed to developing their own environments, frequently voice their view

on the topic mentioned in the title. They support the idea that local companies should have an advantage over “foreign” ones in case of projects – including constructions – that are financed from public sources. Their most important reason, which is accepted by their opponents as well, is that local contractors pay taxes to local authorities, spending their money locally, meaning that their profit will be beneficial for the city, region or country in the end. The opposing view believes that in order to optimize the costs, that contractor should be employed which undertakes the job for the lowest price. Today’s world is capital-driven. However, the different economic approaches are unable to agree on whether the latter, global view or the cleverly protectionist system leads to greater welfare in the end.

One thing is for sure: the problem is not new. Here is an example to prove this point.

In 1865, before the Austro-Hungarian Compromise was signed, Franz Joseph ordered the construction of a headquarters for the parliament. On 18th August 1865 the city council decided that the building had to be at the place of the Sándor garrison. (The address of this plot today is 8 Bródy Sándor Street (Fig. 2). Now the Italian Institute of Culture operates here.) Ybl was appointed to make the designs. He was told that his fee would be defined as a percentage of the construction costs and if he managed to spend less than the predetermined sum, he would get 10 percent of the savings as a premium.

The plans were ready by August 24, which shows how hard-working Ybl and his design firm were. Two days later the ruler approved the design and obliged Ybl to present the detailed budget in 48 hours. On 29th August the budget was approved as well. Ybl made the working drawings and the construction started September 11.



Fig. 2. The old parliament, Budapest (György Klösz, 1890s).

The task was undertaken by building master, József Diescher. The contracted project duration was 90 days, so the building had to be ready by December 9, 1865. Ybl and Diescher did their best to accelerate the rate of the construction. In certain periods they allegedly employed 800 people. The bouquet celebration, marking the finish of the masonry works, was held November 4, 1865.

The benches and the furnishing of the great council hall had to be done in a hurry as well. Pressed by time, Ybl decided to hire carpenters from Vienna instead of the less experienced Hungarian ones. As a result, on 9th October, in the evening, 30-40 carpenters held a demonstration in front of Ybl's apartment. They smashed the windows of his flat and office and serenaded him. Apart from this disturbing incident, the construction was eventless.

7. Retaining the Remuneration of Subcontractors

It is almost every day that we can hear news in different media that say that the contractor was not paid by the client or the subcontractor was not paid by the contractor. Thinking that this phenomenon is only characteristic of recent projects is a mistake.

According to Christian teachings, the sins that people can commit can be put into different categories. There are the so-called heinous sins, which incite God's punishment. These are the following:

- Intentional murder (Genesis 4,10), (blood of Abel)
- Homosexuality (Genesis 18,20; 19,13), (sin of Sodomites)
- Oppression of the nation (Exodus 3,7-10), (Egyptians)
- Oppression of widows and fatherless children (Exodus 22,20-22)
- Retaining the earning of laborers

o Book of Deuteronomy 24,14-15

¹⁴ "Thou shalt not oppress an hired servant that is poor and needy, whether he be of thy brethren, or of thy strangers that are in thy land within thy gates:

¹⁵ At his day thou shalt give him his hire, neither shall the sun go down upon it; for he is poor, and setteth his heart upon it: lest he cry against thee unto the LORD, and it be sin unto thee." (en.wikisource.org/wiki/Bible_King_James_Deuteronomy).

o James 5,4

⁴ "Behold, the hire of the labourers who have reaped down your fields, which is of you kept back by fraud, crieth: and the cries of them which have reaped are entered into the ears of the Lord of sabaoth." (en.wikisource.org/wiki/Bible_(King_James)/James).

Retaining the earnings of the laborers was so common in Moses' time, more than 3.000 years ago, that he even codified its condemnation. This clearly shows that this kind of behavior of the clients and contractors is not a new concept.

The builders of the St. Stephen's Basilica had to fight against constant financial problems. In 1862, the masons, stonemasons and sculptors made a complaint that they

could not continue with their tasks if they were not paid. (Budapest)

8. Conclusion

The past decades, centuries and millennia do not only provide us with bad experience. Our magnificent built environment proves that those examples that should be followed have always outnumbered the bad ones. When making this statement we accept the fact that every building could have realized for less money and with better quality. We cannot forget, however, that every construction industry project is unique and unrepeatable. It is impossible to make something right for the first time, and, of course, there is no way of correcting our mistakes as there would never be another project just like this one.

Finally, the authors would like to share one more thought with the readers, which can give reasons for some contemplation. The negative examples listed in this article: St. Peter's Basilica, St. Stephen's Basilica, Panama Canal are all part of our architectural heritage. When standing in front of these monumental structures, we rarely think about the perversions that occurred during the realization of these grandiose projects, we rather admire their majesty. The buildings usually serve their users for a much longer time than their construction lasted. They can add to or subtract from the picture that is formed about the surrounding society with their appearance and utility. This could be a potent argument favoring those architects who believe that not the client's ideas and capital should determine how the built environment is formed, the buildings are designed in the first place, because these structures should satisfy the builders, the users and the whole society for centuries. Society tries to grant this by certain systems of regulations but they do not necessarily succeed, creating a topic for another paper.

References

- Seidl A. (2004). Mesélő épületek – mesélő építészek. Holnap Kiadó, Budapest.
- Vitruvius (1914). The Ten Books on Architecture, translated by: Morris Hickey Morgan PhD, Harvard University Press, Cambridge.

WPŁYW ŚWIATOWEGO KRYZYSU GOSPODARCZEGO NA POLSKI RYNEK ZAMÓWIEŃ PUBLICZNYCH NA ROBOTY BUDOWLANE

Renata KOZIK*, Elżbieta STARZYK

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

Streszczenie: Podjęto próbę ustalenia, jaki wpływ na rynek zamówień publicznych na roboty budowlane w Polsce wywarł trwający obecnie światowy kryzys gospodarczy. W tym celu przeanalizowano dotyczące funkcjonowania tego rynku dane statystyczne z okresu 2005-2010. W artykule przedstawiono także opis rozwiązań antykryzysowych wprowadzonych ustawą z dnia 5 listopada 2009 r. (tak zwaną „małą nowelizacją”), które miały zmniejszyć skutki spowodowane bieżącą sytuacją gospodarczą kraju wywołaną światowym kryzysem gospodarczym.

Słowa kluczowe: zamówienia publiczne na roboty budowlane, rozwiązania antykryzysowe.

1. Wprowadzenie

Kryzys, który na początku obecnego stulecia dotyczył instytucji finansowych USA, z biegiem czasu przekształcił się stopniowo w globalny kryzys gospodarczy przejawiający się istotnym spadkiem tempa rozwoju gospodarczego licznych krajów, w tym dekoniunkturą w budownictwie. Poniżej omówiono zmiany w przepisach dotyczących zamówień publicznych wprowadzonych w Polsce ustawą z dn. 5 listopada 2009 roku (zwaną „małą nowelizacją”), czyli w okresie ujawnienia się wpływu kryzysu na gospodarkę Polski.

Prezentowano także analizę danych statystycznych, na podstawie których Autorki próbowały ocenić wpływ światowego kryzysu na polski rynek zamówień publicznych w Polsce.

2. Rozwiązania antykryzysowe wprowadzone „małą nowelizacją”

Do rozwiązań antykryzysowych wprowadzonych w celu zmniejszenia wpływu kryzysu gospodarczego na rynek zamówień publicznych należą, między innymi:

- dopuszczalność korzystania z zasobów podmiotów trzecich w celu potwierdzenia spełnienia warunków udziału w postępowaniu;
- rezygnacja z obligatoryjnego wymogu żądania zabezpieczenia należytego wykonania umowy dla zamówień, których wartość przekracza progi unijne;

- zwalnianie wadium wykonawcom, których oferty nie zostały wybrane już po czynności wyboru oferty najkorzystniejszej;
- możliwość udzielania zaliczek na poczet wykonania zamówienia;
- zastrzeżenie, że o udzielenie zamówienia mogą ubiegać się wyłącznie wykonawcy, u których ponad 50% zatrudnionych stanowią osoby niepełnosprawne.

2.1. Dopuszczalność korzystania z zasobów podmiotów trzecich w celu potwierdzenia spełnienia warunków udziału w postępowaniu

Zgodnie z przepisami art. 26. ust. 2b wykonawca w celu potwierdzenia spełniania warunków udziału w postępowaniu może polegać na wiedzy i doświadczeniu, potencjale technicznym, osobach zdolnych do wykonania zamówienia oraz zdolnościach finansowych innych podmiotów – niezależnie od charakteru prawnego łączących go z nimi stosunków. Wykonawca musi udowodnić zamawiającemu iż będzie dysponował zasobami niezbędnymi do realizacji zamówienia, w szczególności przedstawiając w tym celu pisemne zobowiązanie tych podmiotów do oddania mu do dyspozycji niezbędnych zasobów na okres korzystania z nich przy wykonaniu zamówienia.

Wykonawcy mogą na potwierdzenie znajdowania się w odpowiedniej sytuacji ekonomicznej lub finansowej przedstawić dokumenty inne niż wymagane przez zamawiającego – pod warunkiem że w wystarczający

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: kozik@ztob.pk.edu.pl

sposób potwierdzą one spełnianie opisanego przez zamawiającego warunku.

2.2. Rezygnacja z obligatoryjnego wymogu żądania zabezpieczenia należytego wykonania umowy dla zamówień, których wartość przekracza progi unijne

Z obecnej treści artykułu 147 ust. 1 Pzp wynika, że zamawiający może żądać od wykonawcy wniesienia zabezpieczenia należytego wykonania umowy. Wykonawcy mają więc obowiązek wniesienia zabezpieczenia należytego wykonania umowy tylko w przypadku, jeżeli stosowne żądanie zamawiający umieści w treści specyfikacji istotnych warunków zamówienia (art. 36 ust. 1 pkt. 15 Pzp). Na mocy poprzednich przepisów zamawiający miał obowiązek zażądać zabezpieczenia należytego wykonania umowy, o ile wartość zamówienia przekraczała kwoty określone w przepisach wydanych na podstawie art. 11 ust. 8. Zabezpieczenie należytego wykonania umowy służy pokryciu roszczeń z tytułu niewykonania lub nienależytego wykonania umowy.

2.3. Zwalnianie wadium wykonawcom, których oferty nie zostały wybrane już po czynności wyboru oferty najkorzystniejszej

Zgodnie z obowiązującą treścią art. 46. ust. 1 zamawiający jest zobowiązany do zwrotu wadium wszystkim wykonawcom niezwłocznie po wyborze oferty najkorzystniejszej lub po unieważnieniu postępowania. Wyjątek dotyczy wykonawcy, którego oferta została wybrana lub wykonawców, którzy w odpowiedzi na wezwanie zamawiającego zgodnie z art. 26 ust. 3 Pzp nie złożyli oświadczeń, dokumentów lub pełnomocnictw, chyba że udowodnią, iż wynika to z przyczyn nieleżących po ich stronie. Nałożenie na zamawiającego obowiązku niezwłocznego zwalniania wadium było podyktowane potrzebą łagodzenia negatywnego wpływu dekonunktury gospodarczej na kondycję ekonomiczną wykonawców (art. 46 ust. 4a).

Na mocy przepisów, które obowiązywały przed „małą nowelizacją” wadium zwracane było po zawarciu umowy w sprawie zamówienia publicznego.

2.4. Możliwość udzielania zaliczek na poczet wykonania zamówienia

Zgodnie z treścią art. 151a Pzp, zamawiający może udzielać zaliczek na poczet wykonania zamówienia, o ile przewidział to w ogłoszeniu o udzielenie zamówienia lub specyfikacji istotnych warunków zamówienia. Możliwość udzielania zaliczek uzależniona jest spełnienia jednego z dwóch warunków określonych w art. 151a ust 2 Pzp, który stanowi, że zaliczki mogą być udzielane, jeżeli:

- 1) Zamówienie jest finansowane z udziałem:
 - środków pochodzących z budżetu Unii Europejskiej
 - niepodlegających zwrotowi środków z pomocy udzielonej przez państwa członkowskie Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA),

- środków niepodlegających zwrotowi innych niż wymienione powyżej, a pochodzących ze źródeł zagranicznych, lub

- 2) przedmiotem zamówienia są roboty budowlane

Zaliczek nie można udzielać, jeżeli wykonawca został wybrany w trybie negocjacji bez ogłoszenia lub z wolnej ręki (art. 151a ust. 3). Zamawiający może przekazać wykonawcy zaliczkę, jeżeli ten został wyłoniony w trybie, takim jak: przetarg nieograniczony, przetarg ograniczony, negocjacje z ogłoszeniem, dialog konkurencyjny, zapytanie o cenę, licytacja elektroniczna. Ograniczenie możliwości zaliczkowania, w zależności od trybu postępowania o udzielenie zamówienia publicznego, miało na celu zachęcanie zamawiających do stosowania otwartych, konkurencyjnych trybów udzielania zamówień publicznych.

Ograniczenia powyższe nie dotyczą zamawiających, o których mowa w art. 3 ust. 1 pkt. 2 - 7 Pzp, a ponadto ograniczenie w zakresie uregulowanym w art. 151a ust. 2 ustawy nie dotyczy jednostek samorządu terytorialnego oraz ich związków oraz innych jednostek sektora finansów publicznych, dla których organem założycielskim lub nadzorującym jest jednostka samorządu terytorialnego.

Wykonawca może otrzymać kilka zaliczek na poczet realizacji poszczególnego zamówienia, pod warunkiem jednak, że wykonawca wykaże, że wykonał zamówienie w zakresie wartości poprzednio udzielanych zaliczek. Zamawiający może żądać od wykonawcy wniesienia zabezpieczenia zaliczki w formach przewidzianych dla zabezpieczenia należytego wykonania umowy. Zabezpieczenie jest wymagane, jeżeli przewidywana wartość zaliczek przekracza 20% wysokości wynagrodzenia wykonawcy.

Dopuszczenie zaliczkowego finansowania robót budowlanych może w pozytywny sposób wpłynąć na kondycję ekonomiczną wykonawców oraz co za tym idzie na konkurencyjność ofert w poszczególnych postępowaniach. W tabeli 1 przedstawiono opublikowane przez Urząd Zamówień Publicznych dane dotyczące postępowań, w których przewidziano udzielenie zaliczek na roboty budowlane dla zamówień o wartości mniejszej niż progi unijne. Dane te odzwierciedlają tylko rok 2010 ze względu na czas wprowadzenia przepisów. Łatwo zauważyć, że udział postępowań, w których przewidziano zaliczkowanie w ogólnej liczbie zamówień publicznych w pierwszym roku obowiązywania „małej nowelizacji” był znikomy.

Tab. 1. Postępowania, w których przewidziano zaliczkowanie (zamówienia powyżej 14 000 euro ale poniżej progów unijnych)

Rodzaj zamówienia	Liczba postępowań	Odsetek w ogólnej liczbie postępowań
roboty budowlane	279	0,17%
dostawy	168	0,10%
usługi	303	0,19%
Razem	750	0,46%

Źródło: Biuletyn Informacyjny Urzędu Zamówień Publicznych, nr 12/2010; 01.01.2010-31.12.2010

2.5. Postępowania, w których zamawiający zastrzegł, że o udzielenie zamówienia mogą ubiegać się wyłącznie wykonawcy, u których ponad 50% zatrudnionych stanowią osoby niepełnosprawne

Na mocy art. 22 ust. 2 Zamawiający może zastrzec w ogłoszeniu o zamówieniu, że o udzielenie zamówienia mogą ubiegać się wyłącznie wykonawcy, u których ponad 50 % zatrudnionych pracowników stanowią osoby niepełnosprawne w rozumieniu przepisów o rehabilitacji zawodowej i społecznej oraz zatrudnianiu osób niepełnosprawnych lub właściwych przepisów państw członkowskich Unii Europejskiej lub Europejskiego Obszaru Gospodarczego.

Według danych opublikowanych w Biuletynie Informacyjnym Urzędu Zamówień Publicznych w roku 2010 udział postępowań o roboty budowlane, w których zamawiający zastrzegł, że o udzielenie zamówienia mogą ubiegać się wyłącznie wykonawcy, u których ponad 50% zatrudnionych stanowią osoby niepełnosprawne jest bardzo mały, zaledwie 0,12% (tab. 2).

Tab. 2. Postępowania, w których zamawiający zastrzegł, że o udzielenie zamówienia mogą ubiegać się wyłącznie wykonawcy, u których ponad 50% zatrudnionych stanowią osoby niepełnosprawne (zamówienia powyżej 14 000 euro ale poniżej progów UE)

Rodzaj zamówienia	Liczba postępowań	Odsetek w ogólnej liczbie postępowań
roboty budowlane	192	0,12%
dostawy	127	0,08%
usługi	228	0,14%
Razem	547	0,34%

Źródło: Biuletyn Informacyjny Urzędu Zamówień Publicznych, nr 12/2010; 01.01.2010-31.12.2010

3. Zamówienia publiczne na roboty budowlane w Polsce w latach 2005-2010

W tabeli 3 zawarto dane opublikowane w Sprawozdaniach Rocznych Urzędu Zamówień Publicznych z Funkcjonowania Systemu Zamówień Publicznych za lata 2005-2009 oraz w Biuletynie Informacyjnym Urzędu Zamówień Publicznych za okres 2007-2010 dotyczące liczby udzielonych zamówień na roboty budowlane w ujęciu wartościowym i ilościowym. Należy dodać, że w okresie 2005 do 2010 zmieniały się progi finansowe, od których uzależnione było stosowanie procedur ustawowych. Kolejnymi rozporządzeniami Prezesa Rady Ministrów (Dz.U. z 2006 r. Nr 87, poz. 604; Dz. U. z 2007 r. Nr 241 poz. 1762; Dz. U. z 2009 r. Nr. 224, poz. 1795) w sprawie kwot wartości zamówień oraz konkursów, od których jest uzależniony obowiązek przekazywania ogłoszeń Urzędowi Oficjalnych Publikacji Wspólnot Europejskich wprowadzano nowe progi unijne dla robót budowlanych. Były to kolejno 5 278 00 euro, 5 150 000 euro i następnie 4 845 000 euro obowiązujący do dnia dzisiejszego. W wyniku uchwalonej 13 kwietnia 2007 r. Ustawy o zmianie ustawy Prawo zamówień publicznych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2007 r. Nr 82, poz. 560) podniesiono podstawowy próg, od którego powstał obowiązek stosowania ustawy z 6000 euro na 14 000 euro. Podniesiono także z 60000 euro do progów wynikających z dyrektyw (dla robót budowlanych 5 278 000 euro) próg, poniżej którego stosować należało tzw. procedurę uproszczoną. Informacje z roku 2010 zawarte są w ograniczonym zakresie ze względu na ograniczony dostęp do danych.

Tab. 3. Liczba udzielonych zamówień publicznych na roboty budowlane w ujęciu wartościowym i ilościowym

Rok	Wartość udzielonych zamówień publicznych [mld zł]	Udział zamówień na roboty budowlane w ogólnej wartości zamówień publicznych	Wartość zamówień publicznych na roboty budowlane [mld zł]	Ilościowy udział zamówień na roboty budowlane w ogólnej liczbie zamówień publicznych
2005*	68,1	35%	23,8	39%
2006*	76,6	46%	35,2	37%
2007	103,1 (44,3 **)	51% (65%**))	52,6	24%
2008	109,5 (52,5)***	47% (64%)***	51,5	28%
2009	126,7 (54,025)***	48% (65%)***	60,8	27%
2010	(57,207)***	(69%)***	(39,5)***	(40%)***

* wartość określono na podstawie danych z ogłoszeń opublikowanych w BZP dotyczących postępowań o wartości powyżej 60 000 euro.

** wartość określono na podstawie danych z ogłoszeń o udzieleniu zamówienia opublikowanych w BZP dotyczących postępowań:- wszczętych przed dniem wejścia w życie przepisów ustawy z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zmianie ustawy – Prawo zamówień publicznych oraz niektórych innych ustaw, tzn. przed 11.06.2007 r., o wartości powyżej 60.000 euro do progów UE, wszczętych po wejściu w życie ww. ustawy, tzn. od dnia 11.06.2007 r., o wartości powyżej 14.000 euro do progów UE, źródło: Biuletyn Informacyjny Urzędu Zamówień Publicznych za okres 1.01-31.12. 2007)

(...)** w nawiasach - wartość określona na podstawie danych z ogłoszeń o udzieleniu zamówienia opublikowanych w Biuletynie Zamówień Publicznych (dotyczących postępowań o wartości od 14.000 euro do progów UE), źródło: Biuletyn Informacyjny Urzędu Zamówień Publicznych za okres 1.01-31.12. 2008-2010)

Źródło: Opracowania własne na podstawie Sprawozdań z funkcjonowania systemu zamówień publicznych w 2005 r., 2006 r. 2007 r., 2008 r. 2009 r. oraz Biuletynu Informacyjnego Urzędu Zamówień Publicznych (1.01.-31.12. 2007-2010)

Z analizy danych uzyskanych z rocznych sprawozdań Urzędu Zamówień Publicznych o udzielonych zamówieniach publicznych wywnioskować można, że w latach 2006-2009 pod względem wartości wydatkowanych środków w zamówieniach publicznych dominowały roboty budowlane a w roku 2005 dostawy.

Wartość wydatkowanych środków na roboty budowlane w roku 2009 stanowiła 48% ogólnej kwoty udzielonych zamówień (w roku 2008 – 47%, 2007 – 51%). Pomimo dużego odsetka wartości, liczba postępowań na roboty budowlane w 2009 roku stanowiła tylko 27% zamówień (w roku 2008 – 28%, w roku 2007 – 24%).

Zaobserwowano wzrost liczby ofert składanych podczas jednego postępowania na roboty budowlane. W kolejnych latach liczba ta przedstawiała się następująco: w roku 2006 – 3,24, 2007 – 2,57, w roku 2008 z 3,05 wzrosła do 4,16 w roku 2009 w postępowaniach o wartości mniejszej niż „progi unijne” oraz z 3,95 w roku 2008 do 5,95 w roku 2009 w postępowaniach o wartości przekraczającej „progi unijne”. (źródło: Sprawozdania z funkcjonowania systemu zamówień publicznych)

Według „Sprawozdania z funkcjonowania systemu zamówień publicznych w 2009 roku” należy również zwrócić uwagę na znaczący wzrost udziału wartości kontraktów uzyskanych przez wykonawców zagranicznych (z 7,9 mld zł w roku 2008 do 17,2 mld zł w roku 2009). Pomimo tego, iż jedynie 5% wszystkich kontraktów udzielonych wykonawcom zagranicznym stanowiły kontrakty na roboty budowlane to jednak co do zasady ich wysoka wartość spowodowała wzrost wartości udziału w rynku przedsiębiorców zagranicznych. Należy przy tym podkreślić, iż zamówienia na roboty budowlane udzielane przedsiębiorcom zagranicznym były udzielane przedsiębiorcom mającym swe siedziby w państwach członkowskich UE lub państwach stowarzyszonych oraz, że we wszystkich przypadkach były to zamówienia udzielane konsorcjom w skład których wchodził przedsiębiorca mający siedzibę w Polsce.

Najczęściej udzielającym zamówień na roboty budowlane była, podobnie jak w latach ubiegłych, administracja samorządowa. Odsetek robót budowlanych w ogólnej liczbie zamówień udzielonych w roku 2009 przez tę grupę zamawiających stanowił 42% (Urząd Zamówień Publicznych Sprawozdanie z funkcjonowania systemu zamówień publicznych w 2009 roku) w 2008 – także 42%, w 2007 – 40%, a w latach 2006-2005 – około 64%). Na zmianę tego odsetka ma wpływ zwiększanie się liczby zamówień udzielanych przez administrację samorządową na usługi.

4. Zakończenie

Ograniczony dostęp do informacji służących do analizowania różnych zjawisk zachodzących na rynku zamówień publicznych, uniemożliwia zweryfikowanie skutków wszystkich nowo wprowadzonych przepisów prawnych. W „Sprawozdaniu z funkcjonowania systemu zamówień publicznych w 2009 roku” (strony 66-67) stwierdzono, że właściwą ocenę skutków wprowadzonych rozwiązań prawnych utrudnia światowy kryzys gospodarczy, który niewątpliwie miał wpływ na zachowania zarówno zamawiających jak i wykonawców. W analizowanym przez Autorki okresie nie zaobserwowano wprawdzie spadku udziału zamówień publicznych na roboty budowlane pod względem ich wartości i ilości w porównaniu do poprzednich lat, niemniej jednak trudno ocenić rzeczywisty wpływ kryzysu.

Ograniczenie barier utrudniających dostęp wykonawców do zamówień publicznych poprzez między innymi uelastycznienie wymagań w zakresie warunków udziału w daje możliwość zwiększenia liczby potencjalnych wykonawców przystępujących do postępowania. W analizowanym okresie zaobserwowano wzrost liczby ofert składanych w postępowaniach na roboty budowlane, co jest zjawiskiem pozytywnym. Jednak precyzyjne ustalenie, ile przedsiębiorstw aktywnie uczestniczy w rynku zamówień publicznych na roboty budowlane jest niemożliwe z uwagi na brak pełnych danych w tym zakresie.

Literatura

- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo Zamówień Publicznych, z późn. zm.
- Ustawa z dnia 5 listopada 2009 r. o zmianie ustawy – Prawo zamówień publicznych oraz ustawy o kosztach sądowych w sprawach cywilnych (Dz. U. Nr 206, poz. 1591).
- Okresowe Biuletyny Informacyjne Urzędu Zamówień Publicznych, (01.0–31.12. 2007-2010).
- Sprawozdania Urzędu Zamówień Publicznych z funkcjonowania rynku zamówień publicznych, za lata 2005-2009.

INFLUENCE OF GLOBAL ECONOMIC CRISIS ON PUBLIC CONSTRUCTION ORDERS IN POLAND

Abstract: The paper presents public construction orders in the period of present crisis in world economy. Statistical data presented in the paper describing years 2005-2010 show the shape of public construction market. The anticrisis solutions (changes in law) were also described. Analysis presented in the paper allows to ascertain that the influence of economic crisis on Polish public construction orders was insignificant..

OBSZARY EFEKTYWNEGO ZASIĘGU BETONOWNI

Edwin KOŹNIEWSKI*, Marcin ORŁOWSKI

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: Z geometrycznego punktu widzenia obszarami optymalnego zasięgu obiektów oddziałujących na otoczenie w różny sposób (jednostki świadczące usługi produkcyjne, handlowe, socjalne, kulturalne, pedagogiczne, ratunkowe, bezpieczeństwa) są obszary określone według diagramów Voronoja, w określonej metryce przestrzeni (w praktyce najczęściej miejskiej indukowanej przez sieć dróg). W odniesieniu do jednostek takich jak pogotowie ratunkowe, pogotowia awaryjne (różnego rodzaju), straż pożarna, policja i, interesująca nas szczególnie tym artykule, dostawa betonu towarowego, ważną sprawą jest nie tyle odległość, co czas (a dokładniej odległość czasowa). Przy tworzeniu diagramów Voronoja należałoby posługiwać się właśnie odległością czasową, czyli korzystać z odległości z wagami. W artykule zaproponowano sposób wyznaczania odległości czasowych (w efekcie obszarów zasięgu betonowni) z wykorzystaniem sformułowanego (w tej pracy) współczynnika czasu przejazdu pojazdu w danej porze dnia. By dokonać optymalizacji lokalizacji betonowni wprowadzono wskaźniki transportochłonności czasowej.

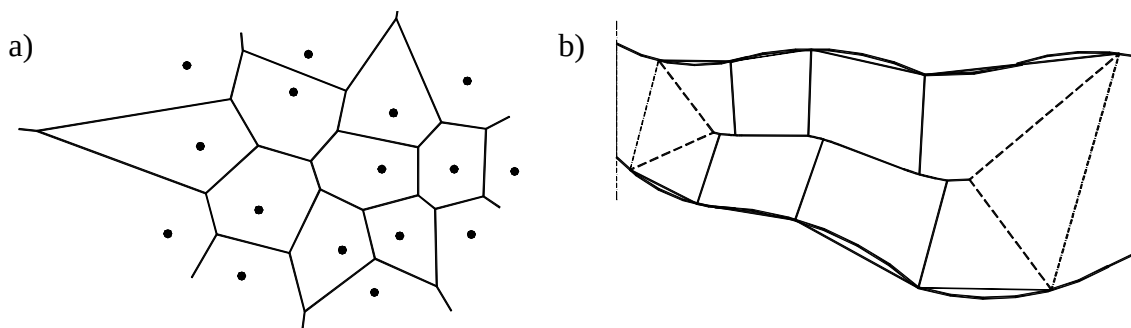
Słowa kluczowe: wagowe diagramy Voronoja, odległość czasowa, współczynnik czasu przejazdu pojazdu w danej porze dnia, wskaźnik transportochłonności czasowej, transport mieszanki betonowej, zasięg czasowy.

1. Wprowadzenie

Transport betonu towarowego wymaga wyjątkowej dyscypliny czasowej. Zatem, przy planowaniu transportu mieszanki do miejsca wbudowania powinno się brać pod uwagę nie tyle odległość, co czas. Interesuje nas więc „odległość w czasie” między miejscem produkcji i miejscem wbudowania, przy uwzględnieniu sposobu transportu (środek transportu, trasa, pora dnia, nośność dróg, ...) (Kozniewski i Orłowski, 2001). Stąd pojawia się pojęcie odległości czasowej jako geometrycznej odległości z przypisaną wagą, określoną przez czas pokonania tej odległości w danych warunkach. W odniesieniu do wytwórni mieszanki betonowej jej

lokalizacja względem odbiorców ma wpływ na możliwość zaopatrzenia. Celem artykułu jest opis sposobu wyznaczania wag czasowych odległości odbiorców betonu towarowego od wytwórni w aspekcie oceny efektywności transportu.

W każdej przestrzeni metrycznej dla każdego elementu należącego do danego zbioru punktów (lub ogólnie zbiorów) S , określony jest jednoznacznie obszar Voronoja zawierający punkty, dla których dany punkt jest najbliższy spośród punktów ze zbioru S . Na rysunku 1 zilustrowano taki zbiór obszarów, zwanym diagramem Voronoja na płaszczyźnie euklidesowej (Preparata i Samos, 2003) (rys. 1a) oraz diagram Voronoja dla wielokąta wpisanego w krzywą wyrażający optymalny

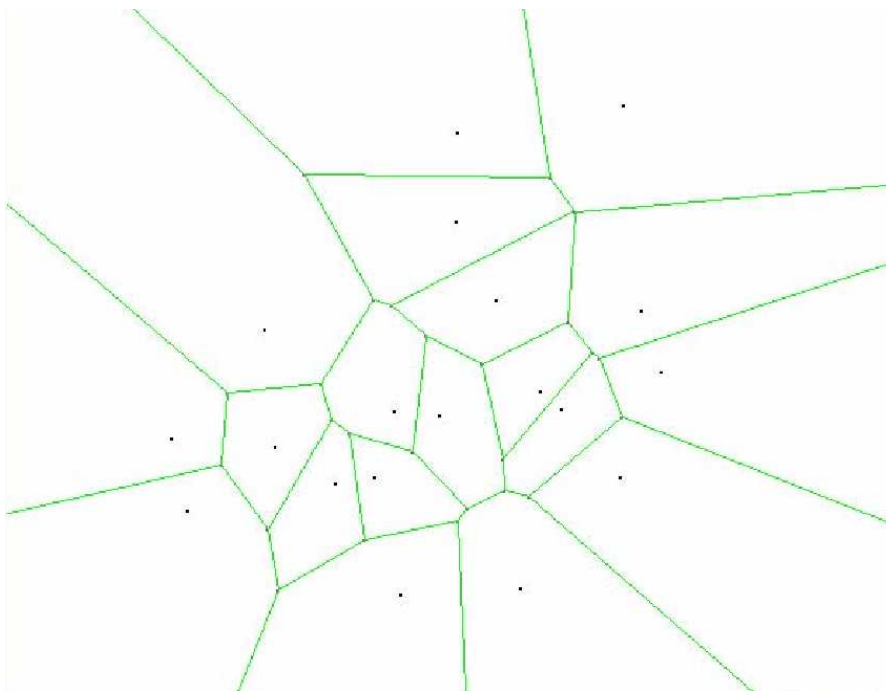


Rys. 1. Przykładowe diagramy Voronoja (Kozniewski, 2007): a) klasyczny na płaszczyźnie euklidesowej; b) dla odcinków brzegu wielokąta wyrażający optymalny podział rzeki na obszary pozyskiwania kruszywa płukanego

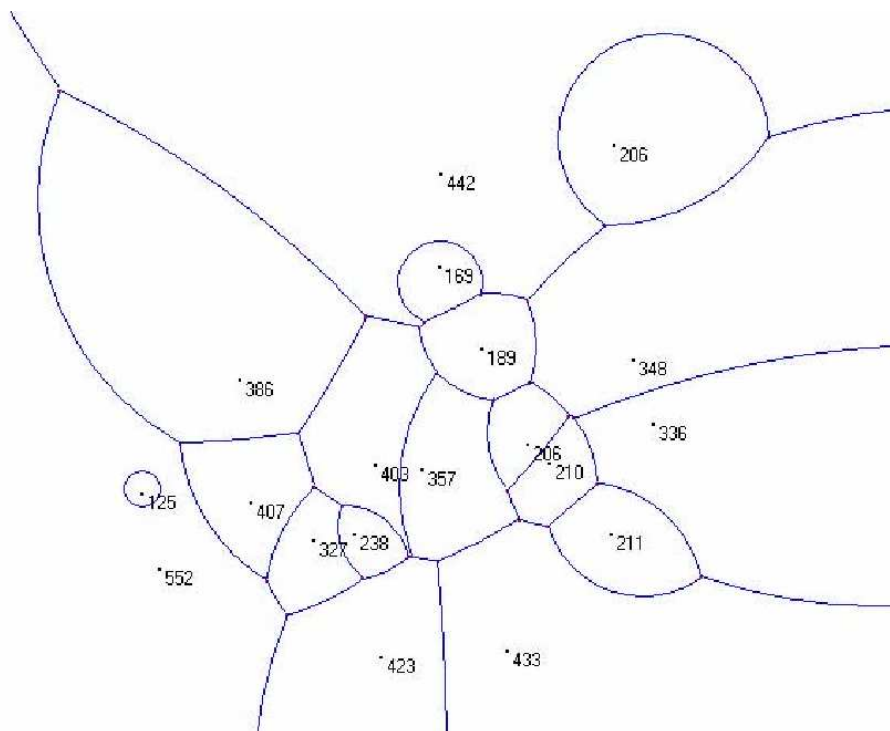
* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: e.kozniewski@pb.edu.pl

podział rzeki na obszary, których punkty pozyskiwania kruszywa płukanego są położone najbliżej prostoliniowych odcinków brzegu, które aproksymują linię brzegową (Koźniewski, 2006; Koźniewski, 2007) (rys. 1b). Jeśli punkty zbioru S oznaczają jedną z jednostek świadczących usługi produkcyjne, handlowe, socjalne, kulturalne, pedagogiczne, ratunkowe, bezpieczeństwa, to wyznaczone obszary są *obszarami optymalnego zasięgu* tej jednostki. W literaturze znane są

algorytmy tworzenia diagramów Voronoja dla różnych metryk, w tym dla metryki euklidesowej (Preparata i Samos, 2003) i miejskiej oraz metryk z wagami (Tiefelsdorf i Boots, 1997; Okabe i in., 2000; Novaes, 2010; Ahmadi, 2010) (rys. 2 i 3). W dalszych rozważaniach zaproponowana zostanie metoda tworzenia tak zwanych *odległości czasowych*, będących pewną interpretacją wag w uogólnionej metryce miejskiej (Koźniewski, 2010).



Rys. 2. Diagram Voronoja skonstruowany według odległości euklidesowej dla zbioru szkół w wybranym regionie (Ahmadi, 2010)



Rys. 3. Mnożnik wagowy diagram Voronoja skonstruowany z uwzględnieniem liczby uczniów dla tego samego, co na rysunku 2, zbioru szkół (Ahmadi, 2010)

2. Czas transportu mieszanki betonowej

Czas transportu mieszanki betonowej wyraża się sumą

$$t_{\text{tran}} = t_{\text{zal}} + t_{\text{trd}} + t_{\text{roz}}, \quad (1)$$

gdzie: t_{zal} jest czasem załadunku, t_{trd} jest czasem transportu dalekiego, t_{roz} jest czasem rozładunku. Wielkości t_{zal} i t_{roz} są zdeterminowane ilością mieszanki, sposobem ładowania i technologią rozładunku, są zależne od użytych urządzeń załadunkowo-rozładunkowych i technologii układania mieszanki. Są więc stałe dla danego procesu budowlanego i przyjętej technologii i organizacji układania mieszanki. Zwłaszcza pierwszy parametr t_{zal} jest stały – zależny jedynie od parametrów, zainstalowanych w betonowni, urządzeń do komponowania i załadunku transportowanej mieszanki i od jej objętości. Trzeci parametr t_{roz} zależy od sposobu układania i, znów, od objętości transportowanej mieszanki. Natomiast wielkość t_{trd} wyraźnie zależy od odległości punktu odbioru od miejsca usytuowania betonowni, jakości dróg, natężenia ruchu. Na wielkość parametru możemy mieć wpływ przez dobór pory dnia (zmniejszenie czasu transportu poprzez wybór mniejszego natężenia ruchu) lub zmniejszenie odległości poprzez przyjęcie innej lokalizacji betonowni.

W niżej omówionym modelu zajmujemy się optymalizacją lokalizacji betonowni z uwagi na czas t_{tran} , dokładniej w aspekcie efektywnego zasięgu czasowego betonowni. Przez *efektywny zasięg czasowy* betonowni, rozumiemy będziemy obszar w którym betonownia jest w stanie dostarczać beton towarowy. Bowiem czas t_{tran} transportu musimy dobrać tak, by zapewnić poprawność procesu technologicznego (zdążyć przed czasem rozpoczęcia wiązania betonu). Tzn. $t_{\text{tran}} \leq t_{\text{dop}}$, gdzie t_{dop} oznacza największy czas poprawności procesu technologicznego, tj. czas, w którym nie zachodzi proces wiązania betonu. Maksymalny czas transportu mieszanki betonowej t_{dop} związany jest z temperaturą i rodzajem środka transportu. Szczególnie krótki jest czas w okresie letnim przy wyższych temperaturach. Ilustruje to tabela 1 (Orłowski, 2010).

Tab. 1. Maksymalny czas transportu betonu towarowego w różnych warunkach klimatycznych (Orłowski, 2010)

Temperatura mieszanki betonowej [°C]	Dopuszczalny czas transportu t_{dop} [min]	
	rodzaj środka transportowego	
	bez miesadła	z miesadłem
5 – 10	70	120
10 – 20	50	90
20 – 25	30	60
25 – 30	20	30

Zmiana lokalizacji betonowni mobilnej jest stosunkowo łatwa. Jednakże wybór nowego miejsca (optymalnego spośród dopuszczalnych) może być dokonany pod warunkiem posiadania informacji

o prognozowanym zapotrzebowaniu na mieszankę betonową (Koźniewski i Orłowski, 2001 i 2007). Mając miejsca i wielkości zapotrzebowania betonu towarowego możemy przeprowadzić symulację transportu dla dopuszczalnych miejsc usytuowania węzłów produkcji betonu towarowego. Z ekonomicznego punktu widzenia właściciela betonowni, przy wyborze miejsca lokalizacji należy wziąć pod uwagę koszty dzierżawy terenu i inne koszty (Koźniewski i Orłowski, 2001), które w naszych rozważaniach pominiemy.

3. Czasy przejazdu samochodów specjalnych w różnych okresach dnia

Czasy t_i^{GPS} ($i = 1, 2, \dots, n$, gdzie n jest liczbą rozważanych tras) przejazdu samochodów możemy otrzymać na przykład za pomocą programowania GPS, dostępnego na stronach internetowych (<http://mapa.targeo.pl>). Wymagają one jednak korekt. Samochody specjalne (tu mamy na myśli betonowozy) poruszają się z określoną prędkością niezależnie od ograniczeń prędkości wynikających z organizacji ruchu. Stąd trzeba doświadczalnie wyznaczyć odpowiednie współczynniki (mnożniki i składniki). Wzorcowy czas t_i^{wz} dla trasy i wyznaczamy doświadczalnie lub korzystając z odległości d_i^{GPS} wyznaczonej za pomocą przelicznika (odległość d_i^{GPS} dzielimy przez średnią prędkość środka transportu v)

$$t_i^{\text{wz}} := \frac{d_i^{\text{GPS}}}{v}, \quad (2)$$

gdzie t_i^{wz} jest czasem wzorcowy transportu dalekiego, d_i^{GPS} jest odległością otrzymaną za pomocą programu GPS, v jest dopuszczalną prędkością środka transportu w danym terenie. Otrzymaną wielkość przyjmujemy to jako $t_i^{22.00-6.00}$ w okresie czasu w godzinach 22.00-6.00:

$$t_i^{22.00-6.00} := t_i^{\text{wz}}. \quad (3)$$

Aby wyznaczyć czas dla okresu 6.00-7.30 należy przejechać (najlepiej kilkakrotnie) dowolnym samochodem (ale z prędkością dopuszczalną dla betonowozy, odliczając ewentualne przestoje wymuszone sygnalizacją świetlną) przez wybraną reprezentatywną trasę i zmierzyć czas $t_i^{6.00-7.30\text{dosw}}$ w porze 6.00-7.30 a potem określić, wspólny dla wszystkich tras, *współczynnik czasu przejazdu pojazdu w danej porze dnia* $c_{6.00-7.30}$ (iloraz otrzymanego czasu [min] do czasu $t_i^{22.00-6.00}$ w godz. 22.00-6.00, bez postojów przed sygnalizacją świetlną)

$$c_{6.00-7.30} := \frac{t_i^{6.00-7.30\text{dosw}}}{t_i^{\text{wz}}}, \quad (4)$$

gdzie $c_{\text{od-do}}$ jest współczynnikiem czasu przejazdu pojazdu w porze dnia od-do, t_i^{wz} jest czasem wzorcowym transportu dalekiego i -tej trasy, $t_i^{6.00-7.30\text{dosw}}$ jest czasem zmierzonym doświadczalnie lub obliczony na podstawie

odległości wyznaczonej za pomocą odpowiedniego programu GPS.

W niniejszej pracy zakładamy, że otrzymany współczynnik czasu przejazdu w danej porze dnia jest ogólny i dotyczy wszystkich tras (nie zależy od i). Dlatego w opisie współczynnika $c_{6,00-7,30}$ pomijamy indeks i oznaczający numer trasy. Wyznaczenie wartości t_i^{wz} odbywać się powinno na podstawie wielokrotnie powtórzonego badania, w następstwie opracowania statystycznego. Ponadto, przyjęty, wspólny dla wszystkich tras, współczynnik $c_{6,00-7,30}$ jest znaczącym uproszczeniem, gdyż każda trasa ma swoją specyfikę (przykładowo jest bardziej lub mniej uczęszczana, znajduje się, w całości, w mieście lub wychodzi poza miasto).

Procedurę powtarzamy dla przedziałów czasowych: 7.30-9.00, 9.00-14.30, 14.30-16.30, 16.30-22.00 i wyznaczamy współczynniki $c_{6,00-7,30}$, $c_{7,30-9,00}$, $c_{9,00-14,30}$, $c_{14,30-16,30}$, $c_{16,30-22,00}$.

Przez przejazd z pominięciem postoju z powodu „czerwonych świateł” rozumiemy taką sytuację kiedy mamy na każdym skrzyżowaniu zielone światło („zieloną falę”).

Aby wyznaczyć czasy przejazdu t_i^{od-do} otrzymany poprzednio czas t_i^{wz} (czas wzorcowy transportu dalekiego) należy pomnożyć przez obliczone współczynniki c_{od-do} doliczając (dodając) czas zmiany świateł (plus długość trwania czerwonego światła na skrzyżowaniu pomnożona przez liczbę skrzyżowań z sygnalizacją świetlną). Trzeba więc obliczyć liczbę lss_i skrzyżowań z funkcjonującą sygnalizacją świetlną nadając każdemu skrzyżowaniu wartość równą długości czs_i czasu zmiany świateł (suma czasów trwania świateł czerwonych i żółtych na danym skrzyżowaniu, z uwzględnieniem przybliżonego średniego czasu potrzebnego do ruszenia samochodu stojącego w kolejce). Mamy więc

$$t_i^{od-do} = c_{od-do} t_i^{wz} + lss_i \cdot czs_i, \quad (5)$$

gdzie t_i^{od-do} jest czasem przejazdu na trasie i w przedziale czasowym od-do, c_{od-do} jest współczynnikiem przedziału czasowego, t_i^{wz} jest czasem wzorcowym transportu dalekiego, lss_i jest liczbą skrzyżowań z funkcjonującą sygnalizacją świetlną, czs_i jest czasem zmiany świateł.

Trzeba dodać, że ważne znaczenie mają skrzyżowania bez sygnalizacji świetlnej, które spowalniają ruch samochodu, często bardzo istotnie, jak na przykład skrzyżowanie z drogą podporządkowaną. Istotne znaczenie mają także sygnalizacje akomodacyjne, których powyższy schemat nie obejmuje. Jednakże na tym etapie rozważań w niniejszym artykule, w celu uproszczenia, przypadki te pominięto w obliczeniach.

4. Model lokalizacji jednej betonowni

Załóżmy, że mamy dane n punktów O_i odbioru mieszanki betonowej o zapotrzebowaniach V_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Mogą to być odbiorcy, których zaopatrywała betonownia B w ciągu pewnego czasu, np. jednego roku ($i = 1, 2, \dots, n$). Oznaczmy przez t_i czasy transportu mieszanki o objętości V_i z betonowni B do punktu odbioru O_i . Wówczas

możemy określić wskaźnik transportochłonności czasowej L lokalizacji betonowni względem odbiorców jako sumę

$$L = \sum_{i=1}^n t_i V_i \text{ [min} \cdot \text{m}^3\text{]}. \quad (6)$$

Można powiedzieć, że wielkości t_i stanowią wagi poszczególnych transportowanych mas V_i mieszanki betonowej. Przy z góry zadanych zapotrzebowaniach V_i ($i = 1, 2, \dots, n$) usytuowanie jest tym lepsze im mniejsza jest wartość wskaźnika (6).

Określmy teraz zbiór dopuszczalny $\{1, 2, \dots, m\}$ lokalizacji betonowni B. O dopuszczalności zbioru decyduje tak rzeczywista możliwość instalacji w danym miejscu jak i istnienie intratnego odbiorcy O_{i^*} o dużym zapotrzebowaniu V_{i^*} . Lokalizację j ($j \in \{1, 2, \dots, m\}$) betonowni B oznaczmy przez B^j . Jeżeli zapotrzebowania V_i potraktujemy jako wielkości stałe (wielkości zdeterminowane potrzebami technologicznymi odbiorców) a wielkości t_i^j ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$) jako zmienne indukowane przez różne położenie betonowni B^j (przyjęte jako możliwe potencjalne lokalizacje j) względem punktów odbioru O_i , to można

porównywać sumy $L(j) = \sum_{i=1}^n t_i^j V_i$ i znaleźć wartość j_0 , dla której funkcja $L(j)$ przyjmuje minimum, tj.

$$L(j_0) = \min_{j \in \{1, 2, \dots, m\}} \sum_{i=1}^n t_i^j V_i \text{ [min} \cdot \text{m}^3\text{]}, \quad (7)$$

gdzie ($j = 1, 2, \dots, m$). Lokalizacja w miejscu j_0 -tym jest optymalna.

Dla każdego usytuowanego węzła B^j ($j \in \{1, 2, \dots, m\}$) produkcji mieszanki betonowej należy wyznaczyć czasy t_i^j ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$) wykonać mapę zasięgu czasowego.

W przypadku, gdy nie znamy rzeczywistych wielkości sprzedanego betonu a znamy jedynie udział procentowy odbiorców w sprzedanej masie materiału, funkcja-wskaźnik L (7) może być określona następująco. Niech

$$V = \sum_{i=1}^n V_i, \text{ przyjmujemy } u_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} = \frac{V_i}{V}. \text{ Oczywiście}$$

wtedy $\sum_{i=1}^n u_i = 1$. Zaś funkcja $L^*(j)$ jest określona:

$$L^*(j) = \sum_{i=1}^n t_i^j u_i. \text{ Otrzymujemy wtedy unormowany}$$

wskaźnik transportochłonności czasowej L^* lokalizacji betonowni

$$L^*(j_0) = \min_{j \in \{1, 2, \dots, m\}} \sum_{i=1}^n t_i^j u_i \text{ [min]}. \quad (8)$$

Nietrudno zauważyć, że obie funkcje $L(j)$ i $L^*(j)$ dają to samo rozwiązanie j_0 . Stosowanie postępowania (8) jest wygodniejsze, jeżeli przy ustalaniu optymalnej lokalizacji węzła nie posiadamy lub nie chcemy publikować wielkości sprzedaży betonu.

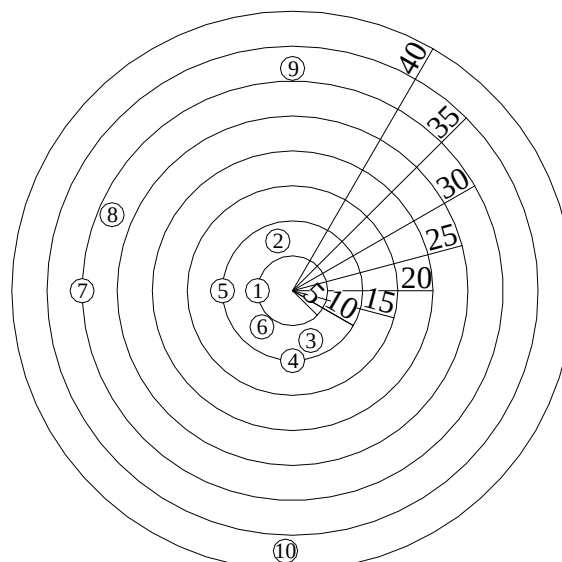
Wskaźnik L^* może być obliczany także w wyniku sumowania po porach dnia $p = 1, 2, \dots, k$. Otrzymujemy wówczas

$$L^{pd*}(j) = \sum_{p=1}^k \sum_{i=1}^n t_{pi}^j u_i \quad [\text{min}]. \quad (9)$$

Taki właśnie wskaźnik $L^{pd*}(j)$ został w niniejszej pracy obliczony dla poszczególnych lokalizacji.

5. Ilustracja odległości czasowych na „tarczy czasowej”

Odległości czasowe odbiorców od betonowni można zilustrować na tzw. „tarczy czasowej” – układzie okręgów współśrodkowych o promieniach, których długości oznaczają czasy wyrażone w minutach (rys. 4). Odbiorcy przedstawieni są za pomocą liczb (w „kółeczkach”) oznaczających przypisane im numery. Dla przyjętego czasu t_{dop} efektywnym obszarem zasięgu danej betonowni będzie zbiór tych odbiorców, którzy zmieścili się w okręgu o promieniu t_{dop} .



Rys. 4. „Tarcza czasowa” odległości czasowych [min] odbiorców dla lokalizacji betonowni

6. Przykład liczbowy dla betonowni na terenie Suwałk

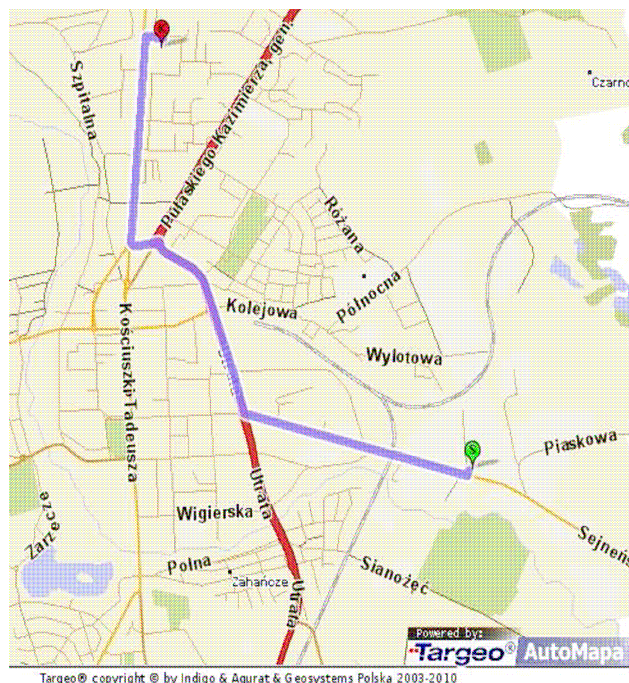
Do analizy przyjęto mobilny zakład produkcji betonu towarowego RAK-BUD (www.rakbud.com.pl), który aktualnie znajduje się na terenie miasta Suwałki przy ulicy Sejneńskiej 63. Ponadto przyjęto następujące trzy hipotetyczne lokalizacje węzła mobilnego przy: ul. Mariana Buczka 132, ul. Ignacego Krasickiego 48, ul. Knuta Olofa Falka 78 (Krzymiński, 2010).

Odległości, odległości czasowe i wizualizacje trasy zostały uzyskane ze strony internetowej mapa.targeo.pl. Odległości czasowe [min] podane w tabeli 2 są to czasy przejazdu t_i^{wz} środka transportu od węzła betoniarskiego do losowo wybranych lokalizacji, które będą traktowane jako hipotetyczni odbiorcy.

Tab. 2. Odległości [km] i nocne (wzorcowe) czasy przejazdu betonowozu [min] z istniejącego węzła przy ul. Sejneńskiej 63

Lp.	punkt docelowy	pora dnia	odległość [km]	czas przejazdu t_i^{wz} [min]
SUWAŁKI				
1	ul. Reja 90	22.00-6.00	4,49	8
2	ul. Mała 5	22.00-6.00	2,85	4
3	ul. Ogrodowa 28	22.00-6.00	4,31	9
4	ul. Bydgoska 46	22.00-6.00	4,28	8
5	ul. Władysława Jagiełły 76	22.00-6.00	5,68	12
6	ul. Różana 7	22.00-6.00	3,57	8
POZA SUWAŁKAMI				
7	Augustów, ul. Kardynała Wyszyńskiego 2	22.00-6.00	31,00	25
8	Sejny, ul. Piłsudskiego 20	22.00-6.00	28,00	21
9	Wiązajny, ul. Suwalska 15	22.00-6.00	38,00	33
10	Olecko, ul. Produkcyjna 19	22.00-6.00	40,00	38

Czas transportu betonu betonowozem o pojemności 6m^3 określono na przykładzie betonowania płyty basenu sportowego Aquaparku w Suwałkach (Krzymiński, 2010). Skorzystano z zależności (5). W celu określenia średniego czasu przejazdu z uwzględnieniem sygnalizacji świetlnych wykonano kilkakrotny przejazd trasą ul. Sejneńska 63 – ul. Reja 84a (rys. 5). Średni czas przejazdu betonowozu zestawiono w tabeli 3.



Rys. 5. Wizualizacja drogi dojazdu z poz.1 z tabeli 2

Tab. 3. Zestawienie średnich czasów przejazdu w różnych porach dnia na trasie ul. Sejneńska 63 → ul. Reja 84a [min]

Odległość [km]	Średni czas przejazdu w różnych porach dnia [min]					
	$t_{i, 22.00-6.00}^{\text{GPS}} = t_{i, \text{wz}}$	$t_{i, 6.00-7.30\text{dosw}}$	$t_{i, 7.30-9.00\text{dosw}}$	$t_{i, 9.00-14.30\text{dosw}}$	$t_{i, 14.30-17.30\text{dosw}}$	$t_{i, 17.30-22.00\text{dosw}}$
4,49	8	9	10	10	11	9

Uwzględniając zależności (2)-(4) wyznaczono współczynniki czasów przejazdu pojazdu w danej porze dnia, które zestawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Współczynniki czasów przejazdu pojazdów (według pory dnia)

$C_{22.00-6.00}$	$C_{6.00-7.30}$	$C_{7.30-9.00}$	$C_{9.00-14.30}$	$C_{14.30-17.30}$	$C_{17.30-22.00}$
1	1,125	1,25	1,25	1,375	1,125

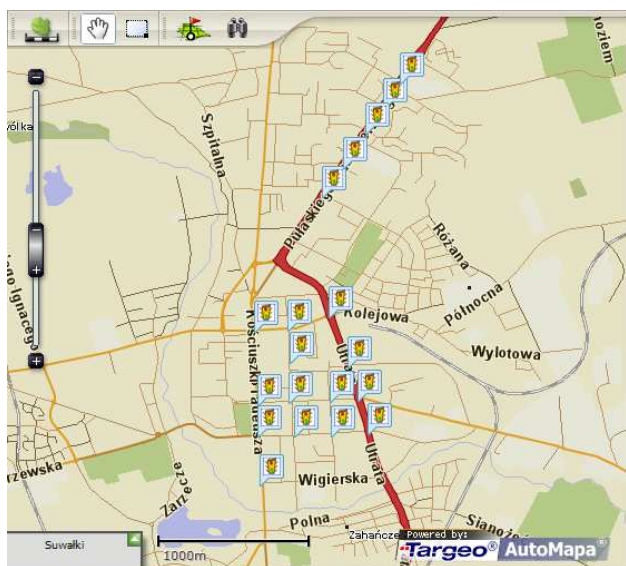
Biorąc pod uwagę liczbę skrzyżowań z sygnalizacją świetlną (tab. 5, rys. 6) i czas zmiany świateł (łączny czas ekspozycji światła czerwonego i żółtego), który tu przyjęto jako średni 50s wyznaczono czasy transportu dalekiego dla poszczególnych wariantów lokalizacji betonowni. Tak przyjęty średni czas odpowiada poziomowi C swobody ruchu (PSR). W tabeli 6 zamieszczono wyniki dla lokalizacji betonowni przy ul. Sejneńskiej 63.

Tab. 5. Zestawienie liczby sygnalizacji świetlnych (czas trwania zmiany sygnalizacji około 50s)

Lp.	Punkt docelowy	Liczba sygnalizacji świetlnych			
		Punkt startowy			
	SUWAŁKI	Sejneńska 63	Buczka 132	Krasickiego 48	Falka 78
1	ul. Reja 84a	3	4	0	2
2	ul. Mała 5	3	1	6	9
3	ul. Ogrodowa 28	4	0	0	5
4	ul. Bydgoska 46	3	0	0	9
5	ul. Władysława Jagiełły 76	4	0	0	5
6	ul. Różana 7	2	6	3	5
	POZA SUWAŁKAMI				
7	Augustów, ul. Kardynała Wyszyńskiego 2	3	0	2	9
8	Sejny, ul. Piłsudskiego 20	0	6	4	7
9	Wizajny, ul. Suwalska 15	2	4	0	0
10	Olecko, ul. Produkcyjna 19	4	0	0	5

Tab. 6. Zestawienie czasów transportu dalekiego (t_{trd}) betonu towarowego z ul. Sejneńskiej 63

Lp.	Punkt docelowy	Odległość [km]	Czas przejazdu w różnych porach dnia [min]					
SUWAŁKI			22.00-6.00	6.00-7.30	7.30-9.00	9.00-14.30	14.30-17.30	17.30-22.00
1	ul. Reja 84a	4,49	8,00	11,50	12,50	12,50	13,50	11,50
2	ul. Mała 5	2,85	4,00	7,00	7,50	7,50	8,00	7,00
3	ul. Ogrodowa 28	4,31	9,00	13,46	14,58	14,58	15,71	13,46
4	ul. Bydgoska 46	4,28	8,00	11,50	12,50	12,50	13,50	11,50
5	ul. Władysława Jagiełły 76	5,68	12,00	16,83	18,33	18,33	19,83	16,83
6	ul. Różana 7	3,57	8,00	10,67	11,67	11,67	12,67	10,67
POZA SUWAŁKAMI								
7	Augustów, ul. Kardynała Wyszyńskiego 2	31,00	25,00	30,63	33,75	33,75	36,88	30,63
8	Sejny, ul. Piłsudskiego 20	28,00	21,00	23,63	26,25	26,25	28,88	23,63
9	Wiżajny, ul. Suwalska 15	38,00	33,00	38,79	42,92	42,92	47,04	38,79
10	Olecko, ul. Produkcyjna 19	40,00	38,00	46,08	50,83	50,83	55,58	46,08



Rys. 6. Wizualizacja rozmieszczenia sygnalizacji świetlnej w wybranym fragmencie miasta Suwałki

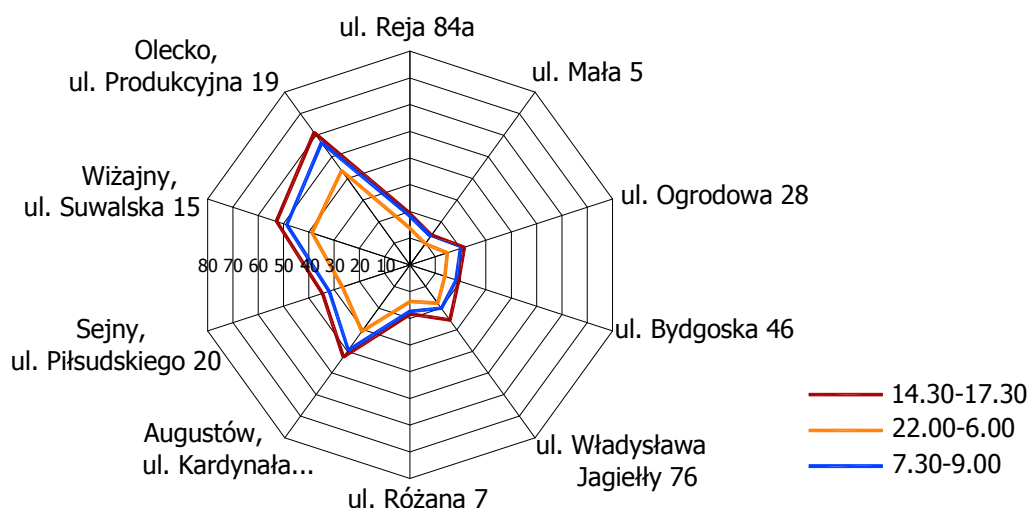
Jak już zaznaczono, szczególnym wymogiem technologicznym jest całkowity czas transportu mieszanki betonowej. Czas jaki upływa od momentu przygotowania mieszanki do chwili jej wbudowania, powinien być krótszy od czasu wiązania betonu w danych warunkach (t_{dop}). Czas załadunku betonowozu o pojemności 6 m^3 wyznaczono zgodnie z regułą podaną w monografii (Orłowski, 2010) w odniesieniu do węzła betoniarskiego wyposażonego w mieszalnik dwuwałowy MARC-MDE3000, w którym jednorazowo można wykonać zarób o objętości 2 m^3 w ciągu 50 s przy czasie załadunku i rozładunku mieszalnika wynoszącym po 25 s. Czas załadunku betonowozu o pojemności 6 m^3 wynosi więc 5 min. Do wyznaczenia czasów rozładunku przyjęto

proces układania mieszanki betonowej przy budowie płyty basenu sportowego w realizowanym Aquaparku w Suwałkach z użyciem pompy do betonu PUTZMEISTER M42-4 BSF 42-4.14H o teoretycznej wydajności $140 \text{ m}^3/\text{h}$ (<http://www.swiatbetonu.pl>, Krzemiński, 2010). Po przyjęciu parametrów geometrycznych płyty i odpowiedniego podziału na działki robocze betonowanego obszaru po wykorzystaniu (Ormowski, 2010) otrzymano czas rozładunku betonowozu o pojemności 6 m^3 równy 9,32 min. Po uwzględnieniu zależności (1) dla obliczonych wartości $t_{zal} = 5 \text{ min}$, $t_{roz} = 9,32$ otrzymujemy całkowite czasy transportu (t_{tran}). W tabeli 7 zamieszczono wartości czasów przejazdu dla lokalizacji przy ulicy Sejneńskiej 63.

Tabelę 7 zinterpretowano na "tarczy" odległości czasowej (rys. 7).

Tab. 7. Zestawienie czasów transportu betonu towarowego (t_{tran}) z ul. Sejneńskiej 63

Lp	punkt docelowy	odległość [km]	czas przejazdu t_{tran} w różnych porach dnia [min]					
SUWAŁKI			22.00-6.00	6.00-7.30	7.30-9.00	9.00-14.30	14.30-17.30	17.30-22.00
1	ul. Reja 84a	4,49	13,71	17,21	18,21	18,21	19,21	17,21
2	ul. Mała 5	2,85	9,71	12,71	13,21	13,21	13,71	12,71
3	ul. Ogrodowa 28	4,31	14,71	19,17	20,29	20,29	21,42	19,17
4	ul. Bydgoska 46	4,28	13,71	17,21	18,21	18,21	19,21	17,21
5	ul. Władysława Jagiełły 76	5,68	17,71	22,54	24,04	24,04	25,54	22,54
6	ul. Różana 7	3,57	13,71	16,38	17,38	17,38	18,38	16,38
POZA SUWAŁKAMI								
7	Augustów, ul. Kardynała Wyszyńskiego 2	31,00	30,71	36,34	39,46	39,46	42,59	36,34
8	Sejny, ul. Piłsudskiego 20	28,00	26,71	29,34	31,96	31,96	34,59	29,34
9	Wiżajny, ul. Suwalska 15	38,00	38,71	44,5	48,63	48,63	52,75	44,5
10	Olecko, ul. Produkcyjna 19	40,00	43,71	51,79	56,54	56,54	61,29	51,79

Rys. 7. "Tarcza czasowa" czasów transportu t_{tran} dla betonowozu 6 m³ z ul. Sejneńskiej 63 (wartości minimalne przedziale 22.00-6.00, pośrednie 7.30-9.00 i maksymalne w przedziale 14.30-17.30)

7. Wybór najlepszej lokalizacji

Z powodu braku możliwości uzyskania danych o wielkości sprzedaży betonu towarowego dla poszczególnych odbiorców przyjęto ich udziały w sprzedaży zgodnie z tabelą 8. Posługując się unormowanym wskaźnikiem lokalizacji wykonano obliczenia. Przykładowe tabele (8, 9, 10, 11) zamieszczono poniżej.

Dla omawianych lokalizacji otrzymaliśmy wskaźnik lokalizacji $L^{pd*}(j_0) = \min_{j \in \{1,2,\dots,m\}} \sum_{i=1}^n t_i^j u_i$ dla numerów liczby porządkowej według tabeli 11: $L^{pd*}(1) = 242,75$; $L^{pd*}(2) = 230,53$; $L^{pd*}(3) = 227,49$; $L^{pd*}(4) = 252,04$ i minimalną wartość dla $j_0 = 3$.

Najlepszym miejscem na lokalizację węzła betoniarzkiego na terenie miasta Suwałki jest więc lokalizacja przy ul. Ignacego Krasickiego 48 ($j_0 = 3$), która uzyskała najmniejszą wartość $L^{pd*}(3) = 227,49$. Jednakże przy ostatecznej decyzji dotyczącej lokalizacji warto wyznaczyć wartości względne wskaźników lokalizacji, przykładowo w odniesieniu do wartości wskaźnika istniejącej betonowni. Wartości te są zamieszczone w ostatniej kolumnie tabeli 11.

Tab. 8. Udział [%] poszczególnych odbiorców w sprzedaży betonu towarowego

Odbiorcy	ul. Reja 84a	ul. Mała 5	ul. Ogrodowa 28	ul. Bydgoska 46	ul. Władysława Jagiełły 76	ul. Różana 7	Augustów, ul. Kardynała Wyszyńskiego 2	Sejny, ul. Piłsudskiego 20	Wiżajny, ul. Suwalska 15	Olecko, ul. Produkcyjna 19
Udział [%]	12	9	22	4	7	14	11	3	8	10
Wartość u_i	0,12	0,9	0,22	0,4	0,7	0,14	0,11	0,3	0,8	0,10

Tab. 9. Wskaźniki L_i^* w odniesieniu do różnych pór dnia dla lokalizacji przy ul. Sejneńskiej 63

Lp	Punkt docelowy	Odległość [km]	L_i^* w odniesieniu do różnych pór dnia					
	SUWAŁKI		22.00-6.00	6.00-7.30	7.30-9.00	9.00-14.30	14.30-17.30	17.30-22.00
1	ul. Reja 84a	4,49	3,36	3,78	3,90	3,90	4,02	3,78
2	ul. Mała 5	2,85	2,16	2,43	2,48	2,48	2,52	2,43
3	ul. Ogrodowa 28	4,31	6,39	7,37	7,62	7,62	7,86	7,37
4	ul. Bydgoska 46	4,28	1,12	1,26	1,30	1,30	1,34	1,26
5	ul. Władysława Jagiełły 76	5,68	2,24	2,58	2,69	2,69	2,79	2,58
6	ul. Różana 7	3,57	3,92	4,30	4,44	4,44	4,58	4,30
	POZA SUWAŁKAMI							
7	Augustów, ul. Kardynała Wyszyńskiego 2	31,00	4,95	5,57	5,92	5,92	6,26	5,57
8	Sejny, ul. Piłsudskiego 20	28,00	1,23	1,31	1,39	1,39	1,47	1,31
9	Wiżajny, ul. Suwalska 15	38,00	4,24	4,71	5,04	5,04	5,37	4,71
10	Olecko, ul. Produkcyjna 19	40,00	5,80	6,61	7,09	7,09	7,56	6,61

Tab. 10. Wskaźnik L^* w odniesieniu do różnych pór dnia dla lokalizacji przy ul. Sejneńskiej 63

Punkt startowy	ΣL odległość [km]	L^* w różnych porach dnia					
		22.00-6.00	6.00-7.30	7.30-9.00	9.00-14.30	14.30-17.30	17.30-22.00
Sejneńska 63	162,18	35,43	39,92	41,85	41,85	43,77	39,92

Tab. 11. Zestawienie wskaźnika L^* w odniesieniu do różnych pór dnia oraz wartość sumarycznego $L^{pd*}(j)$

Lp.	Punkt startowy	L^* w odniesieniu do różnych pór dnia						$L^{pd*}(j)$	$\frac{L^{pd*}(j)}{L^{pd*}(1)}$
		22.00-6.00	6.00-7.30	7.30-9.00	9.00-14.30	14.30-17.30	17.30-22.00		
1	Sejneńska 63	35,43	39,92	41,85	41,85	43,77	39,92	242,75	1,00
2	Mariana Buczka 132	34,40	37,79	39,59	39,59	41,38	37,79	230,53	0,95
3	Ignacego Krasickiego 48	34,33	37,20	38,99	38,99	40,78	37,20	227,49	0,94
4	Knuta Olafa Falka 78	35,46	41,77	43,70	43,70	45,63	41,77	252,04	1,04

8. Podsumowanie i wnioski

Podana propozycja wyznaczania odległości czasowych, czyli określania wag w metryce miejskiej (i nie tylko) w aspekcie zastosowań diagramów Voronoja, jest istotnym wstępem do tworzenia algorytmów wyznaczania sieci połączeń drogowych z uwzględnieniem czasu przejazdu pojazdów o szczególnym znaczeniu w organizacji życia zbiorowego ludności w zatłoczonych komunikacyjnie obszarach bytowania człowieka. Jest to teoretyczna koncepcja tworzenia modeli logistycznych do formułowania algorytmów symulacji procesu przemieszczania się pojazdów w komunikacji w obszarach zurbanizowanych. Wyjątkowy charakter transportu betonu towarowego stanowi znakomity wzorzec w zagadnieniu modelowania odległości czasowych.

1. Dyskusyjną sprawą jest arbitralny wybór (i podział na okresy czasowe) pór dnia przy określaniu współczynnika czasu przejazdu pojazdu w danej porze dnia. Wybór ten, z zachowaniem ogólnej obserwacji zagadnienia inżynierii ruchu, podyktowany został głównie względami metodologicznymi i wymaga szczegółowych analiz w odniesieniu do praktyki. Pory dnia zwiększonego natężenia ruchu i wartość owego współczynnika zależą bowiem od miejscowości, godzin pracy ludności, rozkładu lokalnej gęstości zaludnienia, obecności większych sklepów w danym obszarze, atrakcyjności danej trasy, itp., i powinny być określone w następstwie przeprowadzonych badań natężenia ruchu na danym obszarze.
2. Porównując czasy t_{tran} (załadunek, transport daleki, rozładunek) z czasami z tabeli 1 można zaobserwować, iż przy temperaturze 25-30°C zakres działań betonowni we wszystkich lokalizacjach byłby bardzo ograniczony, jedynie do niektórych części miasta Suwałki.
3. W procedurze optymalizacji lokalizacji betonowni raczej powinniśmy posługiwać się wartością względną wskaźników L , L^* , L^{pd*} , gdyż dopiero ona wskazuje na istotne różnice transportochłonności czasowych, pozwalających dokonać właściwego wyboru.
4. W omawianym modelu i przykładzie rozpatrywano jedną betonownię, w dalszych badaniach i opracowaniach uwzględniony zostanie zbiór wielu betonowni i ich wzajemne powiązanie.

Literatura

- Ahmadi Nejad Masouleh F. (2010) Constructing Weighted Voronoi Diagrams Using Computer Programs. <http://www.docstoc.com/search/voronoi-tessellations>.
- Koźniewski E. (2006). Zastosowanie geometrii dachów do wyznaczania linii rozdziału mas ziemnych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej. Budownictwo Lądowe*. Tom III (LIX), Nr 602, 215-222.

- Koźniewski E. (2007). Geometria dachów. Teoria i zastosowanie. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok.
- Koźniewski E. (2010). Obszary efektywnego zasięgu betonowni. *Manuscript*, Białystok.
- Koźniewski E., Orłowski Z. (2001). Czynniki determinujące lokalizację węzłów produkcji mieszanki betonowej. *Inżynieria i Budownictwo*, 8/2001, 462-464.
- Koźniewski E., Orłowski Z. (2007). Prognozowanie zapotrzebowania na beton towarowy za pomocą regresji wielorakiej. W: *Problemy naukowo-badawcze budownictwa, Tom III: Materiały, technologie i organizacja w budownictwie*, Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok, 265-273.
- Krzywiński M. (2010). Analiza lokalizacji betonowni w rejonie Suwałk w aspekcie topologii sieci drogowej. Praca magisterska, *Politechnika Białostocka*, Białystok.
- Novaes A., G., N. (2010). Solving Continuous Urban Districting Problems with Voronoi Diagrams.
- Okabe A., Boots B., Sugihara K., Chiu S. N. (2000) Spatial tessellations: Concepts and applications of Voronoi diagrams. *Probability and Statistics*. Wiley and Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto and Singapore.
- Orłowski Z. (2010). Podstawy technologii betonowego budownictwa monolitycznego. *Wydawnictwo Naukowe PWN*, Warszawa.
- Preparata F. P., Samos M. I. (2003). Geometria obliczeniowa. Wprowadzenie. *Helion*, Gliwice.
- Tiefelsdorf M., Boots B. N. (1997). GAMBINI, A GIS utility program to calculate multiplicatively weighted Voronoi diagrams (v1.01). Available at: <http://www.wlu.ca/~wwwgeog/special/download/gambini.htm>.

OPTIMUM RANGE AREAS OF READY-MIXED CONCRETE PLANTS

Abstract: From a geometrical point of view, areas of optimum range of objects that affect the environment in different ways (providers of production, commercial, social, cultural, educational, rescue, security services) are defined by the Voronoi diagrams in a given metric space (in practice, it is mostly urban space induced by the network of roads). With regard to entities such as ambulance, emergency services (all types), fire brigade, police, and the supply of ready-mixed concrete were discussed in the article, not so much the distance as time is the most essential (and more specifically the time gap). During creating the Voronoi diagrams weighted distance should be used. This paper proposes a method of determining the distance of time (and as a result coverage areas of a concrete plant time range), formulated using the vehicle travel time index in the given time of day. In order to optimize the location of concrete plant special indicators, that measure the time needed to cover the distance time transport intensity, were introduced.

Pracę wykonano w Politechnice Białostockiej w ramach Pracy Statutowej nr S/WBiŚ/3/10

KONCEPCJA, METODOLOGIA I REALIZACJA NAPRAWCZYCH ROBÓT SPECJALISTYCZNYCH PŁYWALNI MIEJSKIEJ W STANIE AWARYJNYM

Janusz KRENTOWSKI, Romuald SZELAĞ*, Rościsław TRIBIŁŁO

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: W pracy zamieszczono analizę w zakresie opracowanej koncepcji realizacji robót naprawczych obiektu pływalni znajdującego się w stanie awaryjnym. W fazie prac nad doбором metodologii posłużono się symulacjami z wykorzystaniem procedur numerycznych efektem czego była realizacja robót w optymalnym wariancie z uwagi na globalny stan nośności i stateczności konstrukcji. Wykonane analizy umożliwiły zapobieżeniu katastrofie budowanej a realizację prac naprawczych prowadzono z wykorzystaniem specjalistycznych środków ochronnych w warunkach nietypowych stanów zagrożenia.

Słowa kluczowe: ochrona osobista, stan awaryjny, metodologia naprawy.

1. Wprowadzenie

Użytkownicy obiektów budowlanych podejmując decyzję o remontach starają się dostosować technologię prac do aktualnych wymogów technicznych. Jednak przy braku właściwego nadzoru można uzyskać efekt przeciwny do zamierzonego a niekiedy w skrajnych przypadkach wywołać stan awaryjny. W takiej sytuacji próby przywracania stanu bezpiecznego związane są z bezpośrednim narażeniem zdrowia i wymagają bezwzględnego stosowania dodatkowych środków ochronnych, zabezpieczających pracujące brygady przed ewentualnymi negatywnymi skutkami (Laurowski, 2007).

W pracy badaniom poddano budynek pływalni, którego konstrukcja przekrycia została poddana procesowi termorenowacji gdzie wskutek wykonanych odmiennie od projektowanych prac remontowych po około trzyletnim okresie eksploatacji stwierdzono rozszczelnienie przekrycia i przedostawanie się wody opadowej do wnętrza pływalni. Uszkodzenia poszycia połaci dachowej było objawem poprzedzającym proces destrukcji a umożliwiło użytkownikowi obiektu podjęcie środków zapobiegawczych przed wystąpieniem katastrofy budowlanej.

2. Stan wyłączenia konstrukcji przekrycia

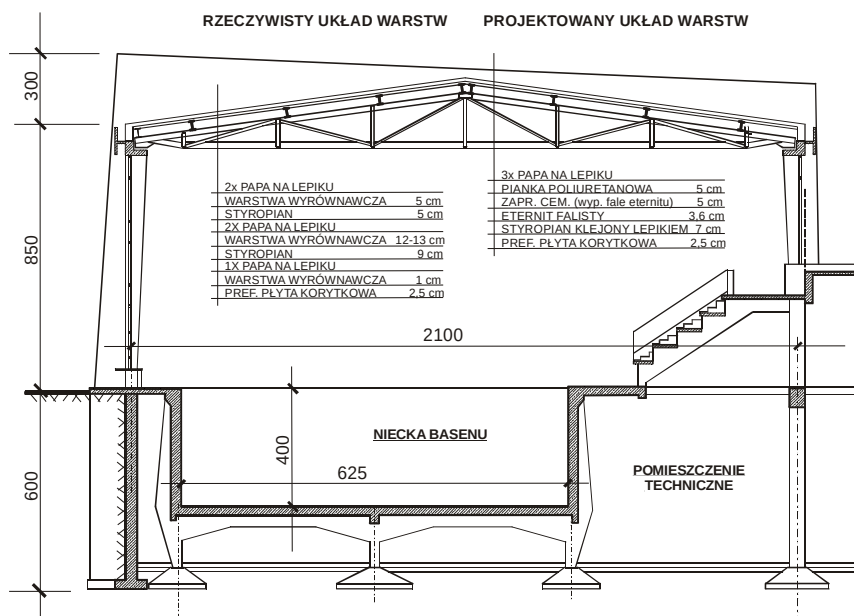
Hala główna pływalni wykonana z elementów kratownic i systemu usztywnień o rozpiętości modularnej

wynoszącej 21,0 m podlegała procesowi termorenowacji, którego celem było poprawienie parametrów izolacyjności do zmienionych wymagań technicznych. Maksymalna wysokość dwuspadowych dźwigarów kratowych wynosiła 2,10 m, a połączenia głównych elementów nośnych wykonano technologią spawania. Węzły przekrycia obciążono płatwiami w formie systemu belek ciągłych, ukształtowanymi przez rozcięcie i zespawanie dwuteowych ażurowych profili walcowanych. Na płatwiach usytuowanych w rozstawach co 3,0 m zmontowano żelbetowe płyty korytkowe zamknięte. Projektowany nowy system docieplenia przekrycia przewidywał wykonanie dodatkowej izolacji z zastosowaniem pianki grubości 5 cm układanej na istniejącej warstwie zaprawy cementowej z równoczesnym wykonaniem izolacji papowej. Wskutek zmian wprowadzonych przez wykonawcę robót zastosowano styropian grubości 5 cm z równoczesnym wyrównywaniem podłoża za pomocą zaprawy. Końcowy układ konstrukcyjny warstw pokrycia znacznie odbiegał od stanu projektowanego co wyjaśnia rysunek 1.

Zrealizowane pomiary wykazały, iż łączna grubość warstw docieplających i wyrównawczych, obciążających lekką, stalową, prętową konstrukcję przekrycia, wynosi około 35 cm.

Zmierzone ugięcia dźwigarów dachowych zawierały się w przedziale $a_z = 12,7\text{--}17,2$ cm przekraczając tym samym graniczną wartość, która jest określona w normie PN-B-03200 *Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie* jako wartość $a_{gr} = l_0/250 = 8,4\text{ cm}$.

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: r.szelağ@pb.edu.pl



Rys. 1. Warstwy przekrycia powodujące stan przeciążenia

Na podstawie pomiarów i analiz ustalono wartości obciążeń powodujących stan przeciążenia, uzyskując ciężar charakterystyczny równomiernie rozłożony równy $q_k = 6,45 \text{ kN/m}^2$ a ciężar obliczeniowy $q_o = 8,11 \text{ kN/m}^2$. Analiza dokumentacji technicznej obiektu umożliwiła na identyfikację obciążeń projektowanych, których wartości usystematyzowane według kryteriów stanów granicznych były równe odpowiednio $q_{kp} = 3,87 \text{ kN/m}^2$ i $q_{op} = 4,76 \text{ kN/m}^2$.

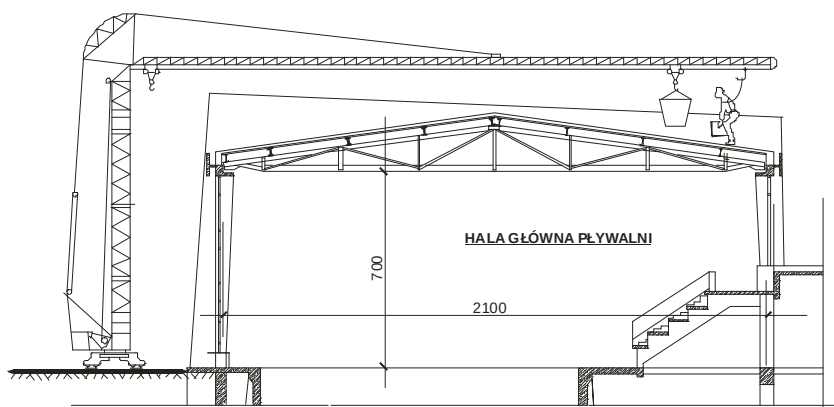
Wykonane wstępne analizy porównawcze wykazały, iż wewnątrz obiektu nie można będzie bezpiecznie prowadzić żadnych prac tym bardziej realizować zabezpieczeń doraźnych. Stan przeciążenia przekrycia, nadmierne ugięcia, pęknięcie poszycia w strefie środkowej, deformacje elementów konstrukcyjnych są objawami sygnalizującymi, iż obiekt może ulec katastrofie w sposób nagły.

3. Specjalistyczne roboty naprawcze

3.1. Analizy koncepcyjne

Z uwagi na okres zimowy i stan przeciążenia konstrukcji

niezwłocznie podjęto decyzję o zamknięciu obiektu i przystąpieniu do realizacji prac zmierzających do zmniejszenia obciążeń działających na dźwigary. Odłączono od obiektu wszystkie instalacje z wyjątkiem instalacji centralnego ogrzewania utrzymując temperaturę wewnątrz hali na poziomie $+5^\circ\text{C}$. Brak możliwości prowadzenia prac zabezpieczających z wnętrza hali skutkowało opracowaniem koncepcji z zastosowaniem żurawia wieżowego ŻB-75 o przedłużonym wysięgniku, który mógł być sytuowany wzdłuż ściany podłużnej pływalni. Przewidziano również wykorzystanie żurawia w procesie odciążania konstrukcji dachu do transportu urobku oraz eliminacji jego lokalnego składowania na połaci dachowej. Nietypowym aspektem było wykorzystanie żurawia do zabezpieczenia osób pracujących bezpośrednio przy pracach rozbiórkowych poprzez podwieszenie ich do zawiesia dźwigu. Tak podjęte działania miały na celu ograniczenie możliwości zaistnienia i zminimalizowanie ewentualnych skutków katastrofy budowlanej, będącej efektem przeciążenia konstrukcji przekrycia. Schemat wyjaśniający sposób sytuowania żurawia w strefie budynku pokazano na rysunku 2. Opracowana koncepcja realizacji prac



Rys. 2. Koncepcja realizacji robót demontażowych

demontażowych z wykorzystaniem żurawia wieżowego okazała się efektywna i umożliwiła na przyjęcie metodologii prowadzenia robót uwzględniając stan uszkodzenia przekrycia i wyężenia elementów konstrukcyjnych.

3.2. Metodologia prowadzenia prac

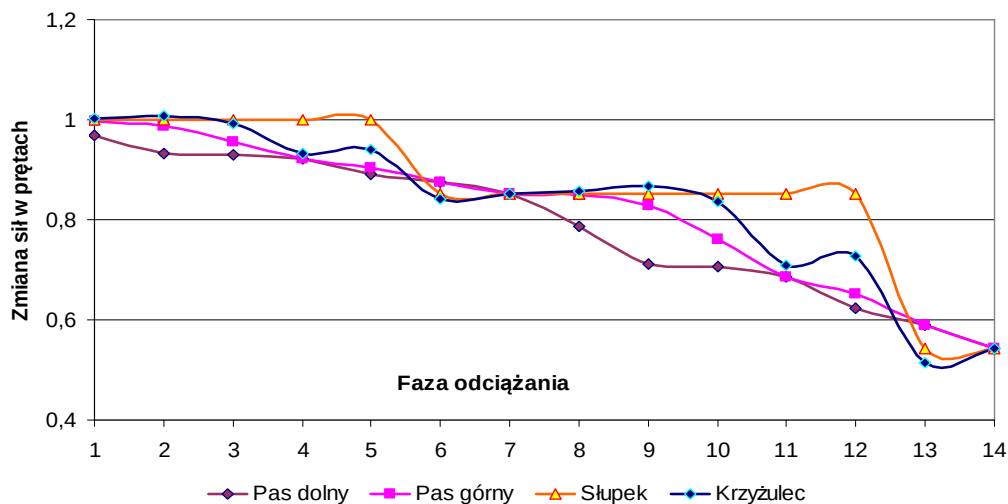
Połąć przekrycia pływalni podzielono na sześć stref o rozpiętości 6 m, odpowiadających rozstawowi dźwigarów stalowych. Tak wprowadzony parametr ogólny wykorzystano w procesie symulacji numerycznych, gdzie identyfikowano zmiany sił wewnętrznych w prętach struktury wskutek planowanego sukcesywnie procesu odciążania (Kolanek, 2007). Dodatkowym parametrem było kryterium laminarnego zmniejszania ugięć dźwigarów z eliminacją oddziaływań dynamicznych. Oceniono jednocześnie, iż rozpoczynacznice robót demontażowych od stref środkowych, gdzie wystąpiło zjawisko sklinowania warstw zaprawy i odspojenie warstw izolacyjnych od płyt korytkowych mogące skutkować gwałtownym przyrostem obciążenia w trakcie prac, jest ryzykowne i może zapoczątkować katastrofę przekrycia. Wniosek ten miał istotne znaczenie przy opracowywaniu sposobu wykonania prac odciążeniowych.

W każdej ze stref wydzielono obszary o długościach równych 3,0m a następnie symulowano usuwanie zbędnych warstw pokrycia. Wyniki prac wykazały, iż efektywny sposób prowadzenia robót powinien zostać podzielony na dwa etapy i rozpoczynać się w strefach skrajnych dźwigarów poprzez usuwanie z pól o powierzchni $6,0 \times 3,0$ m ciężaru zbliżonego do 100 kG/m^2 , oznaczonego symbolem S1. Pierwszym efektem było zmniejszenie sił wewnętrznych w 26 prętach spośród 29 tworzących każdy z dźwigarów, któremu towarzyszył wzrost siły w krzyżulcu przyległym do strefy

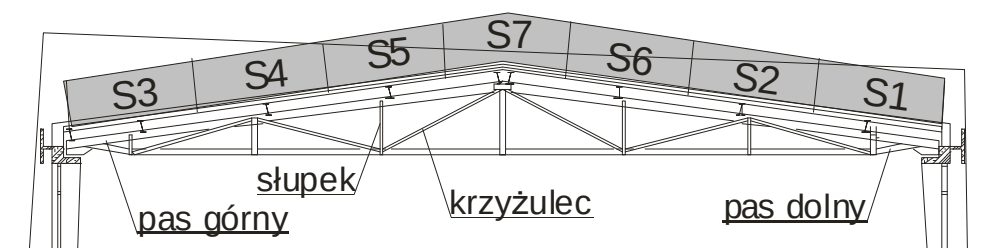
prowadzonych prac o wartość 4,4%. Kolejnym pasmem podlegającym odciążaniu było przyległe do poprzedniego, definiowane na rysunku 4, parametrem S2, gdzie ustalona nowa równowaga sił wewnętrznych skutkuje spadkiem wszystkich wartości w odniesieniu do stanu wyjściowego. Jednocześnie wykazano, iż niedopuszczalne jest prowadzenie prac na jednej stronie połąci dachowej, które skutkowałoby nierównomiernym odciążeniem struktury. Tak podjęte analizy umożliwiły opracowanie kolejności prowadzenia robót i ustalenie kryteriów pozwalających na obniżanie sił w prętach struktury z jednoczesną bezpieczną zmianą ich rozkładu. Wyniki symulacji odpowiadające stanom pośrednim wynikającym z usuwania ciężaru pokrycia odniesione do prętów charakteryzujących elementy dźwigarów oznaczone na rysunku 4 zamieszczono w formie wykresu identyfikującego globalny stan wyężenia odniesiony do pierwotnego stanu przeciążenia.

Ścieżkę zmian sił wewnętrznych wywołanych procesem odciążania struktury przekrycia w poszczególnych fazach realizacji prac opracowano w odniesieniu do stanu wyjściowego, tj. przeciążonego układu. Wartość 1 na rysunku 3 określa brak zmiany sił w kolejnym stadium prac. Przy ustalaniu metodologii robót analizowano również przemieszczenia dźwigarów z uwagi na możliwość wystąpienia uszkodzeń zdeformowanych prętów usztywniających. Kryterium to zostało spełnione poprzez dobór kolejności robót obejmujących powtarzalność operacji na sąsiednich pasmach szerokości 6,0m. Schemat opracowanego sposobu przywracającego poziom obciążeń do stanu bezpiecznego jest treścią rysunku 4.

W takiej samej kolejności w drugim etapie przewidziano do demontażu warstwy ocieplenia i wyrównawcze o łącznej wadze około 200 kG/m^2 , aż do powierzchni płyt korytkowych.



Rys. 3. Ścieżka zmian sił wewnętrznych podczas procesu odciążania. Faza 1-7 pierwszy etap usuwania 100 kG/m^2 , faza 8-14 drugi etap usuwania 200 kG/m^2 .



Rys. 4. Optymalna kolejność S1÷S7 demontażu warstw pokrycia

4. Proces realizacji prac naprawczych

W procesie rekonstrukcji obiektu przewidziano wykorzystanie i wzmocnienie istniejących dźwigarów stalowych. Realizację procesu odciażania rozpoczęto po montażu i odbiorze przez służby techniczne żurawia ŻB-75, w sposób pokazany na rysunku 5. Do zawiesia żurawia podczepiono robotników realizujących prace oraz kosz, do którego na bieżąco usuwano zdemonstrowane warstwy pokryciowe.

Podczas prac odciażających prowadzono kontrolę ugięć na poszczególnych etapach prac rozbiórkowych, która umożliwiła dokonanie interpretacji i oceny stanu

dźwigarów poddanych długotrwałym przeciążeniom. Wykazano, iż odciażona doraźnie konstrukcją, zabezpieczona w sposób prowizoryczny przed przeciekami wody opadowej i przekryta żelbetowymi płytami korytkowymi, nadaje się do zrealizowania robót wzmacniających, przywracających poprawną funkcję obiektu, umożliwiającą trwałe bezpieczne użytkowanie pływalni.

Wskazano również, iż ponowne obciążenie dachu warstwami ocieplającymi może być wykonane dopiero po wzmocnieniu i przywróceniu poprawnej wytrzymałości konstrukcji stalowej.



Rys. 5. Realizacja prac rozbiórkowych przy wykorzystaniu żurawia ŻB-75

5. Wnioski

W stanie awaryjnym konstrukcji przekrycia wykonane analizy umożliwiły opracowanie specjalistycznych środków zapobiegawczych, których celem było bezpieczne prowadzenie prac odciążeniowych. Wykorzystanie do tego celu w sposób nietypowy żurawia, jako dodatkowego środka ochrony osobistej przed upadkiem z wysokości pracującym brygadam przy równoczesnym zapewnieniu wymogów określonych w PN-EN 363:2005 *Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości. Systemy powstrzymywania spadania*, umożliwiło podjęcie próby zapobieżenia katastrofie budowlanej, w warunkach zagrożenia życia. Zrealizowane symulacje pozwoliły na opracowanie metodologii, która w optymalny sposób wskazała na kolejność prowadzenia robót minimalizując ryzyko powstania katastrofy.

Literatura

- Kolanek K. (2007). Analiza i optymalizacja niezawodnościowa konstrukcji za pomocą adaptacyjnych metod symulacyjnych. *Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN*. Warszawa.
- Laurowski T. (2007). BHP na budowie. *Wydawnictwo KaBe*. Krosno.

THE CONCEPT, METHODOLOGY AND REALIZATION OF SPECIALIST REMEDIAL WORK OF THE MUNICIPAL SWIMMING POOL IN THE EMERGENCY STATE

Abstract: In the paper analysis of the completion in the developed concept of repair work of the object was placed finding the swimming pool oneself in the emergency state. In the phase of works under methodology selection simulations with using numerical procedures were used. There was a completion of work in the optimum variant due to the global state of the carrying capacity and sedatenesses of the structure. Performed analysis enabled preventing the built disaster and the completion of repair works was conducted with using specialist protection measures in untypical conditions of distresses. In the phase of restoring the safe state of the carrying capacity lightened roof girders were used.

Pracę wykonano w Politechnice Białostockiej w ramach realizacji projektu badawczego S/WBiIS/3/08 finansowanego ze środków MNiSW w latach 2007–2010

PROJEKTOWANIE WZMOCNIEŃ I REWALORYZACJA ZABYTKOWYCH SKLEPIEŃ CEGLANYCH, POWŁOKOWO-ŻEBROWYCH

Janusz KRENTOWSKI*, Romuald SZELAĞ, Rościław TRIBIŁŁO

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: Przedmiotem badań były murowane sklepienia w zabytkowym obiekcie o konstrukcji murowanej. Dokonano analizy morfologii występujących wad w postaci spękań łuków ceglanych i sklepiń krzyżowych. Wskazano genezę uszkodzeń wynikających z działalności użytkownika. Opracowano koncepcję wzmocnienia elementów konstrukcyjnych. Restauracja zabytku architektury miała na celu zachowanie i ujawnienie historycznych i estetycznych wartości przy jednoczesnym poszanowaniu autentycznej substancji. Uzupełnienia istniejącej, uszkodzonej w znacznym stopniu materii były uzasadnione naukowo, ponieważ podstawę rekonstrukcji elementów stanowiła materialna substancja, która pozostała w formie tak zwanego „świadka”.

Słowa kluczowe: łuki murowane, sklepienia krzyżowe, spękania, wzmocnienie.

1. Wprowadzenie

Działalność inwestycyjna w zakresie konserwacji obiektów zabytkowych, wzniesionych przed kilkuset a nawet przed kilkudziesięciu laty, przykładowo adaptacja do współczesnych funkcji, czy procesy wzmocniania elementów konstrukcji budynku, nie mogą wynikać jedynie z aktualnego stanu określonego w procesie normalizacji (Szymgin i in., 2009). Prace konserwatorskie, restauratorskie oraz budowlane powinny być również efektem uwzględnienia aspektów naukowo-

badawczych. Ratowanie zabytkowej substancji jest uzasadnione nawet w sytuacji awaryjnego stadium obiektu (Tajchman, 1995). Decyzja konserwatora zabytków o podjęciu działań zmierzających do ratowania spuścizny dziejowej może również dotyczyć konstrukcji zagrożonej wystąpieniem katastrofy budowlanej. Etapy rewitalizacji zabytkowego budynku „Pod Łokietkiem” w Ojcowie, którego stan oceniono jako awaryjny i kwalifikujący obiekt do rozbiórki, będącej efektem decyzji konserwatora zabytków, pokazano na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1. Wady kwalifikujące do rozbiórki zabytkowy obiekt w stadium katastrofy

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: j.krentowski@pb.edu.pl



Rys. 2. Efekt rewitalizacji obiektu uratowanego decyzją konserwatora

Obiekty znajdujące w stadium tak zwanych „śmierci technicznej” bezwzględnie należy rozebrać, a następnie zrekonstruować z wykorzystaniem historycznych materiałów lub zachowanych elementów. Wszelkie prace, poczynając od etapu badania stanu obiektu, należy poprzedzić otrzymaniem pozwolenia lokalnego konserwatora zabytków (Zalasińska, 2010), a kolejne stadia muszą być szczegółowo dokumentowane. Przykładem takiej inwestycji może być odbudowa zabytkowego obiektu, w którym zlokalizowano siedzibę Hotelu Branicki w Białymstoku.

Uszkodzone zabytkowe elementy konstrukcyjne nadające się do naprawy lub wymagające wzmocnienia powinny być rekonstruowane specjalistycznymi metodami, które w jak najmniejszym stopniu ingerują w strukturę materiałów i nie zmieniają historycznej formy estetycznej (Podręcznik rewitalizacji, 2003).

2. Badania zabytkowych sklepień ceglanych

Przedmiotem prezentowanych badań autorów był

zabytkowy obiekt o konstrukcji murowanej, w którym aktualnie zlokalizowano pomieszczenia dydaktyczne ogólnokształcącej szkoły średniej. Dwukondygnacyjny budynek, częściowo podpiwniczony, o podłużnym układzie ścian konstrukcyjnych wymurowano z cegły ceramicznej pełnej, na zaprawie wapiennej i otynkowano warstwą wyprawy wapiennej. Drewnianą więźbę dachową pokryto blachą stalową, ocynkowaną. Nad nawą korytarzową o szerokości około 4,60 m, wykonano murowane sklepienia krzyżowe. Nad pozostałymi pomieszczeniami wykonano stropy na belkach drewnianych, których rozpiętość wynosi 7,30-7,50 m. Jako warstwę izolacyjną wykorzystano polepę glinianą. Tynki na stropach drewnianych ułożono na warstwie trzciny. Budynek został wybudowany przed I wojną światową. Po II wojnie światowej, zniszczony częściowo w wyniku działań wojennych, został odbudowany. Do bezpiecznej rekonstrukcji, w świetle wymagań normy PN-54/B-03002, wykorzystano materiał pozyskany z rozbiórki uszkodzonych ścian oraz elementy produkowane wówczas przez lokalne wytwórnie ceramiczne. Aktualny widok pomieszczeń budynku ilustruje rysunek 3.



Rys. 3. Krzyżowe sklepienia ceglane nad holem XIX-wiecznego budynku

3. Wady obiektu

W trakcie eksploatacji obiektu na przestrzeni kilkudziesięciu lat obserwowano zjawiska degradacji struktury łuków i sklepień ceglanych oraz podłużnych ścian wewnętrznych zlokalizowanych w strefie korytarzy na I piętrze budynku. Stan zarysowań ulegał propagacji i utrwalaniu wraz z upływem lat. Rysy powstały w środkowej strefie ceglanych łuków stropu nad I piętrzem oraz na krzyżowych sklepieniach ceglanych. Układ spękań na sklepieniu, widoczny na rysunku 4, jest równoległy do ścian podłużnych, które uległy zarysowaniu w sąsiedztwie ścian szczytowych. Na powstałych spękaniach ściany podłużnej w miejscu o największej szerokości rozwarcia, umieszczono płomby gipsowe. Kontrolne elementy gipsowe również uległy zarysowaniu.

Przed laty dokonano demontażu murowanych ścian poprzecznych, stanowiących usztywnienie podłużnych ścian korytarza. Rozebrana ściana piętra stanowiła jednocześnie podporę poprzecznych drewnianych belek stropu nad piętrzem o rozpiętości około 9,0 m, do których podwieszono drewniane belki nośne o rozpiętości 7,30 m. Po usunięciu ściany połączono dwie sąsiadujące belki drewniane stalową konstrukcją z dwuteowych profili walcowanych i wieszaków prętowych. Sposób wykonania oraz stan zrealizowanej konstrukcji nie zapewniał bezpieczeństwa istniejącej konstrukcji. Pozbawione podparcia krawędzie dwóch belek drewnianych o znacznej rozpiętości, wymagały wzmocnienia. Aktualny stan skorodowanej konstrukcji wzmacniającej ilustruje rysunek 5.



Rys. 4. Identyfikacja zarysowanych łuków i sklepień



Rys. 5. Wady stalowej konstrukcji wzmacniającej połączenie belek drewnianych

5. Warunki trwałości zarysowanych konstrukcji murowych i wypraw wewnętrznych

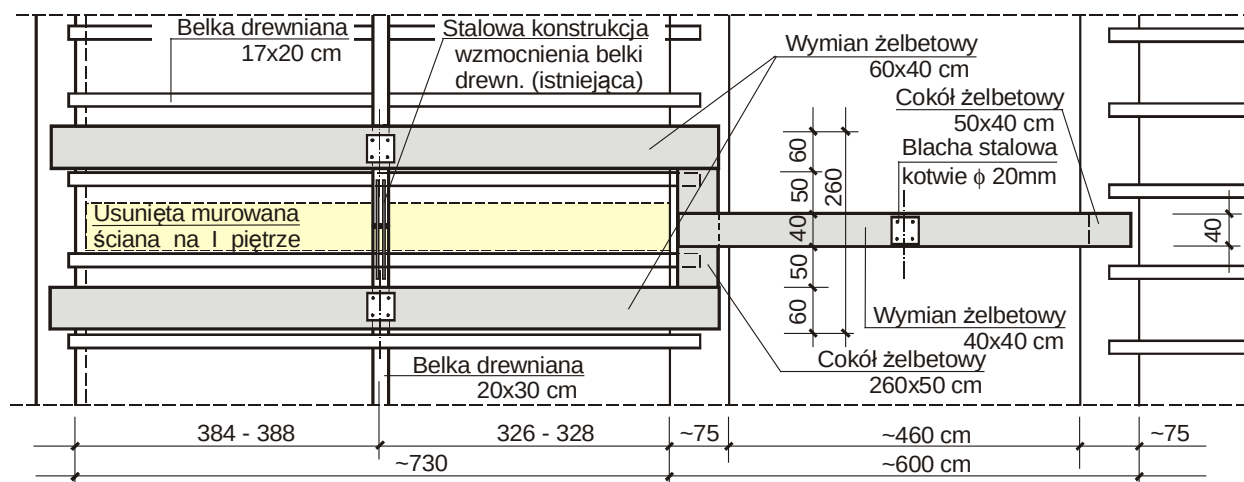
Fakt eksploatacji elementów krzyżowych sklepień murowanych po usunięciu poprzecznej ściany usztywniającej doprowadził do degradacji struktury materiału ceramicznego i wyprawy wapiennej. Zidentyfikowane rysy powstały wskutek przekroczenia granicznych wytrzymałości na rozciąganie struktury muru i wapiennej wyprawy warstwy elewacyjnej. Kolejnym czynnikiem, który intensyfikował zjawisko długotrwałej degradacji zaprawy, był wpływ środowiska atmosferycznego powierzchniowo działającego w czasie na zniszczone i eksploatowane od dziesiątków lat tynki i spoiny muru. Zjawiskom destrukcyjnym sprzyjały lokalne zawilgocenia materiału ściany wywołane nieszczelnościami obróbek blacharskich, rynien i rur spustowych. Woda opadowa jest czynnikiem stanowiącym środowisko ługujące. Nieszczelne powłoki pokrycia dachowego doprowadziły do trwałego uszkodzenia poszycia z desek. Z uwagi na fakt niedostatecznej izolacyjności cieplnej poziomej przegrody zewnętrznej jaką stanowi strop nad I piętrzem przy braku ocieplenia więźby dachowej, wystąpiło zjawisko oddziaływania obciążenia termicznego na elementy łuków ceglanych, co

dodatkowo sprzyjało procesom powstania i propagacji stanu zarysowań.

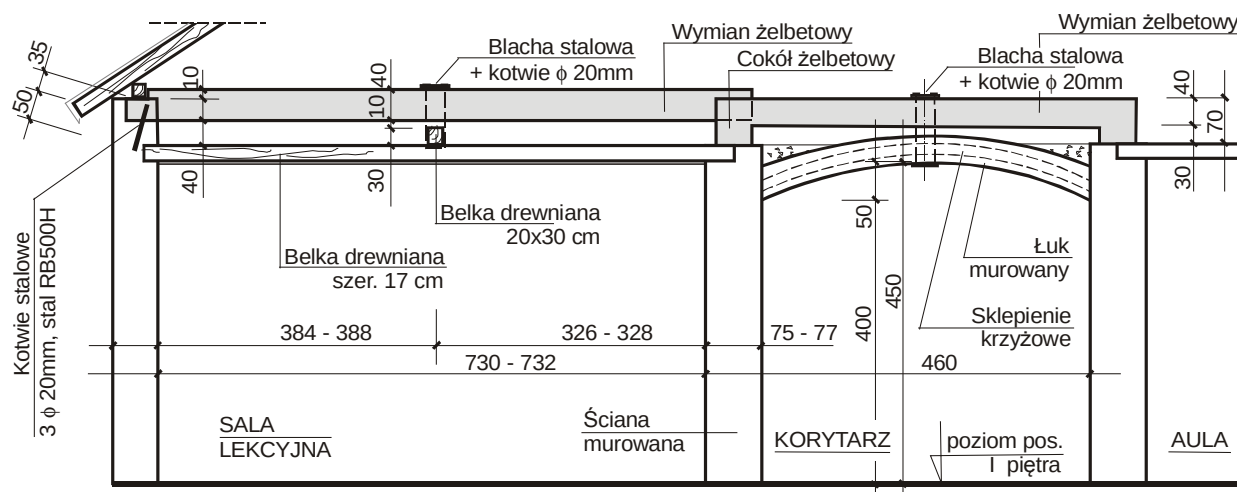
Całkowite wyeliminowanie rys w starej substancji nie jest możliwe, ani konieczne. Ustabilizować należy natomiast stan istniejący i zabezpieczyć przed procesami destrukcji w możliwie dużym stopniu ze szczególnym uwzględnieniem korozyjnego wpływu środowiska i obciążeń pozastatycznych. Takim sposobem jest np. wypełnienie spękań o cechach dylatacyjnych szczególnie widocznych w gzymsach elewacji, materiałami o kształalności. Po wykonaniu niezbędnych napraw mury oraz łuki i sklepienia należy użytkować tak jak pozostałe elementy budynku zgodnie z wytycznymi określonymi w rozdziale 6 „Utrzymanie obiektów budowlanych” ustawy „Prawo budowlane”.

6. Metody likwidacji wad

W efekcie przeprowadzonych badań i analiz sformułowano wytyczne w zakresie prac remontowych, zmierzających do wyeliminowania lub zminimalizowania skutków zaistniałych wad. Lokalizację i elementy zaproponowanej metody rekonstrukcji uszkodzonych elementów i ich wzmocnienia zilustrowano na rysunkach 7 i 8.



Rys. 7. Metody rekonstrukcji uszkodzonych elementów – rzut



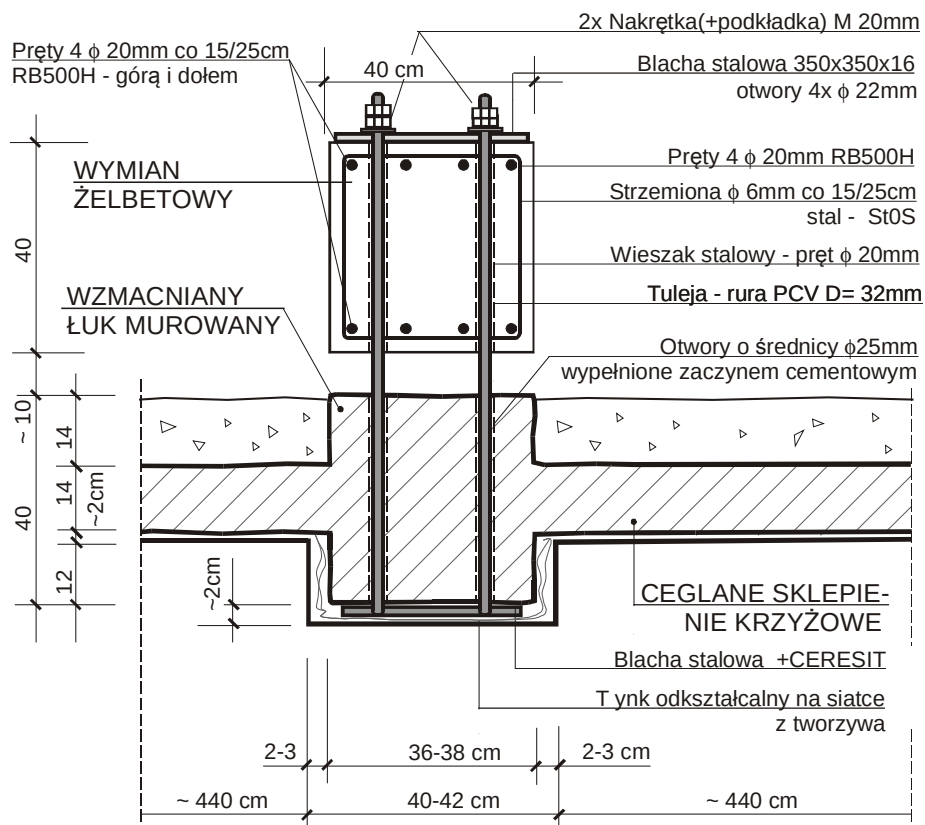
Rys. 8. Metody rekonstrukcji uszkodzonych elementów – przekrój

Bezpośrednią przyczyną powstania wad w postaci spękań w środkowych strefach ceglanych łuków na I piętrze budynku były naprężenia wywołane zmianą warunków podporowych występującą po usunięciu murowanej ściany poprzecznej, stanowiącej usztywnienie budynku oraz podparcie dla podłużnych belek, do których podwieszono drewniane belki stropowe. Dodatkowym czynnikiem stymulującym proces propagacji zarysowań były oddziaływaniami termiczne wywołane niewłaściwie ocieplonymi elementami stropodachu. W celu wyeliminowania wskazanych wad należy zrealizować nowoprojektowaną konstrukcję wzmacniającą spękaną łuk. Popularną i skuteczną metodą wzmacniania uszkodzonych łuków (Orłowicz i in., 2011), jest zastosowanie ściąągów stalowych. W analizowanym przypadku wprowadzone „obce” elementy ingerowałyby w estetykę historycznej substancji, na co zgody nie wyraził konserwator zabytków. W konsekwencji braku pozytywnej decyzji w stosunku do przedstawionego rozwiązania, zaproponowano wykonanie na poddaszu obiektu żelbetowej konstrukcji nośnej, do której zostaną podwieszone uszkodzone łuki. Z uwagi na klasyfikację środowiska jako XC3, czyli o umiarkowanej wilgotności, przewidziano zastosowanie betonu klasy C25/30, wykonanego na cemencie portlandzkim. W strukturze łuku należy wywiercić cztery otwory o średnicy 25mm, przy czym niedopuszczalne jest zastosowanie urządzeń udarowych. Po uzyskaniu przez beton wymaganej wytrzymałości można wykonać proces stabilizacji stalowej konstrukcji wzmacniającej łuki poprzez systematyczne i równomierne napinanie czterech

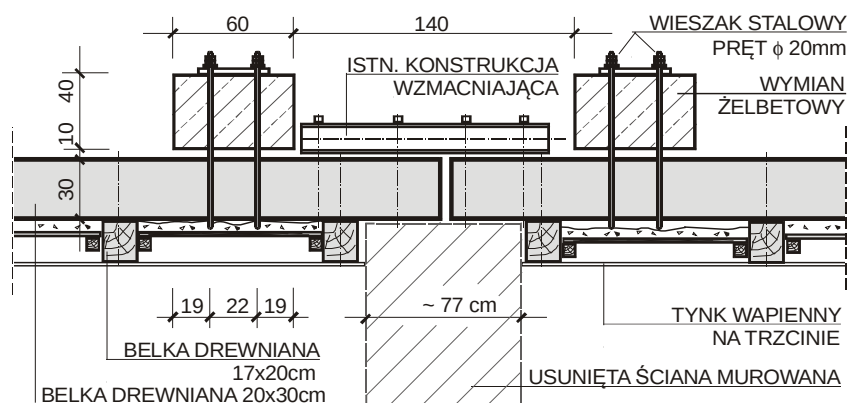
wieszaków (rys. 9). Szczelina w łuku powinna być oczyszczona, zwilżona obficie wodą i wypełniona wysokowytrzymałościową zaprawą cementową, przykładowo poprzez iniekcję ciśnieniową.

Po wykonaniu wzmocnień łuków zaleca się usunięcie uszkodzonych tynków ułożonych na sklepieniu. Po skuciu starych tynków na dolnych powierzchniach łuków w miejscach braku przyczepności, należy wykonać nowe wyprawy z materiałów odkształcalnych, zbrojone włóknami z tworzywa sztucznego. Oczyszczone i dokładnie zwilżone powierzchnie łuków ceglanych, po założeniu i ustabilizowaniu siatki stanowią poprawne podłoże do ułożenia nowych wypraw. Usunięte powinny być wszystkie tynki nie związane trwale ze strukturą sklepienia.

Po usunięciu murowanej ściany poprzecznej Użytkownik wykonał wzmocnienie połączenia podłużnych belek drewnianych, poprzez wykonanie stalowej konstrukcji. Zastosowane wzmocnienie, zilustrowane na rysunku 3, nie zapewniło spełnienia warunków stanu granicznego użytkowalności w zakresie ugięć. Zaproponowano wykonanie żelbetowej konstrukcji w postaci dwóch żelbetowych wymianów o wymiarach 40×60 cm, opartych na cokole żelbetowym oraz na zewnętrznej ścianie podłużnej (rys. 10). Poprawnie zrealizowana konstrukcja wzmacniająca, zastępująca usuniętą ścianę murowaną, pozwoli na odciążenie i zmniejszenie ugięć drewnianych belek stropowych a także dodatkowo wpłynie na usztywnienie konstrukcji budynku i uniemożliwi poziome przemieszczenia łuków ceglanych.



Rys. 9. Konstrukcja wzmacniająca spękaną łuk



Rys. 10. Żelbetowa konstrukcja wzmocnienia połączenia belek drewnianych

Autorzy opracowania wyeliminowali zastosowanie profili stalowych jako elementów wzmocniających z uwagi na utrudnienia w transporcie kształowników o znacznej wadze i długości na poddasze budynku. W trakcie prac remontowych niedopuszczalne jest wykonywanie robót spawalniczych na poddaszu budynku.

7. Podsumowanie

W analizowanym przypadku czynnikami stymulującymi procesy destrukcyjne było usunięcie ścian murowanych na I piętrze budynku, stanowiących poprzeczne usztywnienie konstrukcji budynku i jednocześnie oparcie belek drewnianych. Uszkodzone elementy wymagają naprawy. W przewidywanym procesie rekonstrukcji należy pamiętać, iż restauracja zabytku architektury ma na celu zachowanie i ujawnienie historycznych i estetycznych wartości przy jednoczesnym poszanowaniu autentycznej substancji. Zaproponowane wzmocnienia istniejącej, uszkodzonej w znacznym stopniu substancji były uzasadnione, ponieważ podstawę rekonstrukcji stanowiła materialna substancja, którą pozostawiono w formie tak zwanego „świadka” (Tajchman, 1999).

Prowadzenie prac budowlanych czy restauracyjnych wymagało uzyskania pozwolenia lokalnego konserwatora zabytków, zgodnie z wytycznymi określonymi w ustawie „O ochronie zabytków i opiece nad zabytkami”, a w trakcie prac niezbędne było bieżące dokumentowanie prowadzonych działań i uzyskanych efektów.

Literatura

Ciesielski R. (1987). O pomiarze, opisie i interpretacji rys w konstrukcjach murowanych. Wskazówki instrukcyjne. *Przegląd Budowlany*, 11/1987.

Orłowicz R., Rzeszotarski A., Nowak R. (2011). Naprawy ceglanych nadproży łukowych. *Inżynier Budownictwa*, 2/2011.

Szmygin B. i in. (2009). Adaptacja obiektów zabytkowych do współczesnych funkcji użytkowych. *Lubelskie Towarzystwo Naukowe*, Warszawa-Lublin.

Tajchman J. (1995). Konserwacja zabytków – uwagi o metodzie. *Ochrona zabytków*, z. 2.

Tajchman J. (1999). Czynniki warunkujące i kształtujące ochronę i konserwację zabytków architektury. *Architektura et historia*, Toruń.

Zalasińska K. (2010). Ochrona zabytków. *Wydawnictwo LexisNexis*, Warszawa.

Podręcznik rewitalizacji (2003). Zasady, procedury i metody działania współczesnych procesów rewitalizacji. *GTZ Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*, Warszawa.

REINFORCEMENT DESIGN AND REVALUATION OF THE ANTIQUE SHELL-RIB BRICK VAULTS

Abstract: The studies were made upon brick vaults in the historical building. The analysis of the defect morphology occurring in the form of cracks of brick arches and cross vaults was done. Authors indicated the origin of damage resulting from the user activity in destroying some parts of bearing structures. The concept of structural elements strengthening was presented. Renovation of architectural monument was designed to preserve and disclose the historical and aesthetic values while respecting the authentic substance. Complementation of the existing, extensively damaged substances was scientifically justified, because the base of reinforcing works was a historical substance, which should remain in the form of so-called "witness".

Pracę wykonano w Politechnice Białostockiej w ramach realizacji projektu badawczego statutowego S/WBiIS/3/09

ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH METOD WIELOKRYTERIALNYCH OCENY PRZEDSIĘWZIĘĆ INWESTYCYJNYCH

Mariola KSIAŻEK*

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa

Streszczenie: Ocena przedsięwzięcia inwestycyjnego jest podejmowana w celu wyboru najkorzystniejszego spośród różnych wariantów rozwiązań technicznych, użytkowych i ekonomicznych. W fazie planowania i przygotowania inwestycji często zdarza się, iż parametry charakteryzujące poszczególne warianty mają charakter przybliżony, trudno mierzalny i subiektywny. Również oceny spełnienia niektórych kryteriów mają charakter przybliżony, trudno mierzalny i subiektywny, co wyraża się w między innymi takich stwierdzeniach, jak: „dobry”, „znacznie lepszy”, itp. W referacie przeprowadzono analizę porównawczą wybranych metod oceny wielokryterialnej. Uzyskane wyniki mogą być przydatne do wyboru metody oceny przedsięwzięcia inwestycyjnego w określonych uwarunkowaniach procesu decyzyjnego.

Słowa kluczowe: kryterium, wariant, metody oceny, analiza porównawcza.

1. Wstęp

Według Kozieleckiego (1977) decyzja – to wynik procesu decyzyjnego, który ma miejsce we wszystkich dziedzinach życia ludzkiego, a jego celem jest dokonanie wyboru (podjęcie decyzji). Proces decyzyjny nie zawsze prowadzi do podjęcia decyzji. Stanowi on grupę logicznie powiązanych ze sobą operacji myślowych lub obliczeniowych, prowadzących do rozwiązania problemu decyzyjnego poprzez dokonanie wyboru jednego z możliwych wariantów działania. Podmiotem procesu decyzyjnego jest decydent, wyrażający określone preferencje, oceniający możliwości i wyniki oraz wybierający ostateczny wariant decyzyjny (Kozielecki, 1977). Sytuacja decyzyjna określa zaś zbiór wszystkich czynników (zależnych i niezależnych od oceniającego), mających wpływ na podjęcie decyzji przez decydenta w procesie decyzyjnym. Natomiast problem decyzyjny – oznacza sytuację problemową, w której decydent staje przed koniecznością wyboru jednego z co najmniej dwóch możliwych wariantów działania (Kozielecki, 1977). Inwestycja – to nakłady finansowe na tworzenie nowych, odtworzenie lub modernizację istniejących środków trwałych, bądź nowo tworzone, odtwarzane lub modernizowane obiekty inżynierskie. Budowlane przedsięwzięcie inwestycyjne – to złożone działanie o określonym czasie rozpoczęcia i zakończenia, prowadzące do zaprojektowania i wykonania inwestycji budowlanej. Natomiast przedsięwzięcie

inwestycyjne – to zaplanowane zadanie inwestycyjne w wymiarze rzeczowo-finansowym znaczeniu całościowym (Płoński i in., 2009).

Zagadnienie wyboru i oceny przedsięwzięć inwestycyjnych ze względu na ich złożoność, niejednokrotnie jest działaniem trudnym i niezwykle żmudnym. Ocena przedsięwzięć inwestycyjnych przeprowadza się między innymi w celu wyboru najlepszego, spośród różnych wariantów rozwiązań, na przykład systemowych, konstrukcyjnych, technologicznych czy organizacyjnych, opisanych poprzez wskaźniki techniczno-ekonomiczne wyrażone w określonych jednostkach (Kapliński i in., 1996). Trudność tego zagadnienia polega między innymi na właściwym określeniu kryteriów oceny walorów techniczno-użytkowych danej inwestycji, które powinny być sformułowane i zdefiniowane w sposób jasny i czytelny. Niedokładność w określeniu tych parametrów pojawia się zazwyczaj wtedy, gdy przedsięwzięcie inwestycyjne znajduje się w fazie koncepcji, bądź planowania.

W praktyce inżynierskiej pewną pomoc przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych stanowią przykładowo istniejące warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budowlane przedsięwzięcia inwestycyjne i ich usytuowanie oraz normy dotyczące warunków technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych. Znacznie trudniejsza natomiast jest ocena walorów technicznych i użytkowych danej inwestycji,

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: mariola.ksiazek@il.pw.edu.pl

dokonywana przez inwestora, decydującego o jej lokalizacji oraz o kierunku rozwoju prac projektowych, względnie przez nabywcę, podejmującego decyzję o kupnie istniejącego już obiektu inwestycyjnego. Jest to przede wszystkim spowodowane zróżnicowaniem kryteriów oceny walorów obiektów budowlanych o różnym przeznaczeniu oraz oddziaływaniem różnego typu czynników pozatechnicznych, zniekształcających trafność i obiektywność podejmowanych decyzji (Książek i Nowak, 2009).

W ocenie autora, z uwagi na zmienność przedmiotów badania i różnorodność warunków realizacji, nie jest możliwe podanie jednolitego zbioru kryteriów oceny walorów techniczno-użytkowych wszelkich inwestycji budowlanych. Podstawowym kryterium może być na przykład: wytrzymałość danego elementu konstrukcji, najmniej skomplikowana technologia realizacji, najniższa pracochłonność, itp. Grupy parametrów mogą też być różne, przykładowo: techniczne, ekonomiczne, estetyczne, ergonomiczne, itp. Ponadto, opinie ekspertów, formułowane są na podstawie ich poziomu wiedzy i doświadczenia, są również zależne od punktu widzenia decydenta, na którego rzecz jest sporządzana dana opinia lub ocena. Decydenci często skłonni są do zaakceptowania rozwiązań nieuzasadnionych z technicznego punktu widzenia. Dlatego też dla usprawnienia procesu decyzyjnego i uniknięcia błędów zniekształcających jakość i rzetelność podejmowanej decyzji, należy uwzględnić również psychologiczny aspekt podejmowania decyzji i związane z nim uwarunkowania osobowościowe decydenta (Kozielecki, 1977). W opracowaniu przyjęto założenie, iż oceniającemu należy pozostawić swobodę wyboru kryteriów i reguł wartościowania wariantów.

2. Przyjęta metodyka postępowania

2.1. Porównywane metody oceny wielokryterialnej

W pracy (Książek, 2010) przeanalizowano najczęściej stosowane w praktyce metody oceny wariantów decyzyjnych, zarówno w przypadku jednego, jak i wielu kryteriów. Przystudiowano następujące grupy metod oceny wielokryterialnej:

- metody matematyczne (standaryzacja, normowanie, metoda J. von Morgensterna, PATTERN, formuły ocen syntetycznych),
- metody geometryczne (sieci pajęcznej, wektora wypadkowego),
- metody taksonomiczne (taksonomiczna miara rozwoju, metoda Czekanowskiego, taksonomii wrocławskiej),
- metody kwantytatywne (indeksowej oceny jakości, globalnego miernika jakości, efektu ekonomicznego, kompleksowego wskaźnika jakości, uśrednionych znamion jakości, ekspertów).

Natomiast spośród zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej szczegółowej analizie poddano metodę ELECTRE, metodę AHP, metodę punktu idealnego, metodę entropii oraz metodę wykorzystującą

elementy logiki rozmytej. Szczegółowe zasady przeprowadzania obliczeń w ramach w/w metod zaprezentowano w pracy (Książek, 2010).

2.2. Analiza porównawcza wybranych metod oceny wielokryterialnej

Analizę porównawczą wybranych metod oceny wielokryterialnej przeprowadzono na przykładzie przedsięwzięcia, obejmującego ocenę w określonym systemie kryteriów decyzyjnych wybranych 10-ciu wariantów budowlanych obiektów mieszkalnych z punktu widzenia potencjalnego użytkownika lokalu mieszkalnego, w celu wyboru najlepszego i najbliższego preferencjom decydenta wariantu. Szczegółowy opis wariantów inwestycyjnych został przedstawiono przez Książek (2010). Zastosowano dwuetapową ocenę porównywanych metod. W etapie pierwszym porównano podstawowe grupy metod. Natomiast w etapie drugim pogłębiono analizę, dokonując szczegółowej oceny metod, należących do najwyższej ocenionej grupy. W pierwszym etapie oceny zastosowano zaprezentowane poniżej kryteria:

DANE WEJŚCIOWE – kryterium to charakteryzuje stopień skomplikowania wprowadzanej do algorytmu danej metody „wejściowej” macierzy rozwiązań, jako stałej dla wszystkich algorytmów analizowanych metod. W niektórych metodach oceny wielokryterialnej przed rozpoczęciem obliczeń konieczne jest dodatkowe przekształcanie wejściowych ocen (na przykład poprzez kodowanie). Oznaczenie „TAK” dotyczy metod, które w swoim algorytmie nie wymagają przekształcenia danych wejściowych. Natomiast etykieta „NIE” oznacza metody, w których w/w czynności są konieczne. Metoda, która otrzyma ocenę TAK uzyska 1 punkt, jeśli zaś NIE – 0 punktów.

LICZBA KRYTERIÓW OCENY – cecha ta określa, czy dana metoda charakteryzuje się właściwą skutecznością obliczeniową przy większej liczbie kryteriów oceny wariantów. Znaczne ograniczenie liczby możliwych do zastosowania kryteriów zmniejsza możliwość szerokiego zastosowania danej grupy metod. Analizowane typy metod oceny wielokryterialnej według kryterium „Liczba kryteriów oceny” będą odpowiednio oceniane na TAK lub NIE. Metoda, dopuszczająca w swoim algorytmie zastosowanie liczby kryteriów oceny wariantów większej, niż 5 (Martinek, 1980) otrzyma ocenę TAK i uzyska 1 punkt. Natomiast ocenę NIE – 0 punktów uzyska metoda, w której możliwość otrzymania wiarygodnych wyników obliczeń uwarunkowana jest przyjęciem do oceny wariantów maksymalnie pięciu kryteriów.

PRACOCHOŃNOŚĆ – kryterium to opisuje w ujęciu ogólnym stopień skomplikowania koniecznych do przeprowadzenia obliczeń przy tej samej liczbie kryteriów w ramach porównywanych typów metod oceny wielokryterialnej. Z uwagi na ich specyfikę i zróżnicowanie algorytmów trudno jednoznacznie je ze sobą porównać. Dlatego też do oceny tych metod według kryterium „Pracochłonność” również zastosowano oceny

TAK i NIE, wynikające z wiedzy teoretycznej oraz subiektywnych odczuć autora. Przyjęto, iż ocenę TAK oraz 1 punkt otrzymają metody, w których realna możliwa liczba operacji w ramach algorytmu obliczeniowego nie będzie większa, niż siedem. Natomiast ocenę NIE i odpowiadające jej 0 punktów uzyskają metody, których schematy postępowania wymagają więcej, niż ośmiu czynności obliczeniowych.

PREZENTACJA WYNIKÓW – cecha ta określa stopień jednoznacznej „czytelności” otrzymanych wyników. Niektóre metody oceny umożliwiają prezentację wyników obliczeń w sposób jasny dla użytkownika. Natomiast niektóre z nich – przykładowo z uwagi na swoją specyfikę prezentacji wyników, bądź ograniczenia związane z optymalną liczbą kryteriów oceny (lub / i wariantów), charakteryzują się brakiem określonego porządku w hierarchizacji wyników, a tym samym przyczyniają się do trudności interpretacyjnych. Rozpatrywane metody według kryterium „Prezentacja wyników” będą odpowiednio oceniane na TAK lub NIE, gdzie TAK oznacza metody, których końcowy wynik obliczeń daje użytkownikowi możliwość uzyskania szeregu wariantów preferencyjnych. Natomiast NIE – dotyczy metod, w których otrzymanie jednoznacznego wyniku oceny z różnych względów nie jest możliwe, bądź trudne do zinterpretowania. Metoda, która otrzyma ocenę TAK uzyska 1 punkt, jeśli zaś NIE – 0 punktów.

Ocenę wybranych typów metod oceny wielokryterialnej wykonano i zaprezentowano w postaci tabelarycznej. W tabeli 1 przedstawiono zestawienie analizowanych metod, natomiast w tabeli 2 zaprezentowano ocenę wybranych metod wyrażoną

w postaci liczbowej. Ocenę wielokryterialną przeprowadzono zgodnie z opisami poszczególnych kryteriów (Książek, 2010).

Analiza porównawcza poszczególnych grup metod szeregowania wariantów nie dała jednoznacznych wyników. Pomimo, iż najwyższą notę – 3 punkty – otrzymały jednocześnie proste metody matematyczne, metody kwantytatywne oraz metody zaawansowane matematycznie, to np. w metodzie standaryzacji możliwe jest otrzymanie ujemnych wartości miar wariantów. W przypadku metody PATTERN uzyskuje się małe zróżnicowanie wartości ocen wariantów. Natomiast zastosowanie metody normowania może spowodować zniekształcenie końcowych wyników analizy. Przeanalizowane w pracy (Książek, 2010) metody kwantytatywne służą głównie do wyznaczania globalnego miernika jakości wyrobu, służącego poprawie jego jakości. Ze względu na prostotę obliczeń oraz wybrane narzędzia do niwelowania niepożądanego subiektywizmu ocen decydenta, możliwe jest wykorzystanie praktyczne jedynie metody ekspertów oraz sumy ważonej. Natomiast metody wielokryterialne zaawansowane matematycznie jednoznacznie szeregują rozpatrywane warianty decyzyjne, czego w efekcie końcowym oczekuje każdy oceniający. Nieco niższą ocenę – 2 punkty uzyskała grupa metod taksonomicznych. Pewną ich wadę stanowi kwestia jednoznaczności końcowej oceny wariantów, co ogranicza ich miarodajność i reprezentatywność. Najniższą notę – 1 punkt – otrzymała grupa metod geometrycznych, których wykorzystanie ograniczone jest do klasyfikacji wariantów przy liczbie kryteriów nie większej, niż 5 (Książek, 2010; Martinek, 1980).

Tab. 1. Zestawienie porównawcze wybranych grup metod oceny wielokryterialnej w ujęciu lingwistycznym (Książek, 2010)

	Metody matematyczne	Metody geometryczne	Metody teksonomiczne	Metody kwantytatywne	Metody zaawansowane matematycznie
Dane wejściowe	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK
Liczba kryteriów oceny	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK
Pracochłonność	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE
Prezentacja wyników	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK

Tab. 2. Zestawienie porównawcze wybranych grup metod oceny wielokryterialne w ujęciu liczbowym (Książek, 2010)

	Metody matematyczne	Metody geometryczne	Metody teksonomiczne	Metody kwantytatywne	Metody zaawansowane matematycznie
Dane wejściowe	0	0	0	1	1
Liczba kryteriów oceny	1	0	1	1	1
Pracochłonność	1	1	1	0	0
Prezentacja wyników	1	0	0	1	1
SUMA PUNKTÓW	3	1	2	3	3

Kwestia pracochłonności obliczeń została oceniona przez autora jedynie w sensie ogólnym, ponieważ oczywistym jest fakt, iż każda metoda sama w sobie charakteryzuje się mniej lub bardziej skomplikowanym algorytmem postępowania.

W opinii autora ogólna analiza wybranych typów metod oceny wielokryterialnej potwierdza zasadność wykorzystania do oceny rozpatrywanych wariantów inwestycji wybranych, zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej, do których należą: ELECTRE, AHP, punktu idealnego, entropii oraz metoda wykorzystująca elementy logiki rozmytej. Metody te przeanalizowano w drugim etapie postępowania przy wykorzystaniu dodatkowego kryterium STOPNIEN KORELACJI WYNIKÓW. Cecha ta uwzględnia stopień bliskości otrzymanych wartości ocen końcowych przykładowych wariantów w ramach danej metody. Sprawdzenie tego kryterium wymagało od autora przeprowadzenia obliczeń dla określonego zbioru rozwiązań przy wykorzystaniu algorytmów obliczeniowych metod wyłonionych w pierwszym etapie oceny. Pracochłonność i kłopotliwość wykonania niezbędnych obliczeń spowodowała konieczność wykorzystania przez autora wspomagającego narzędzia informatycznego ESORD, którego szczegółowy opis zaprezentowano w pracy (Książek, 2010). Na przykładzie wprowadzonych do programu dziesięciu wariantów decyzyjnych w odniesieniu do przyjętych przez autora preferencji potencjalnego decydenta określono między innymi stopień korelacji wyników wybranych metod wielokryterialnych. W celu porównania wyżej wymienionych metod przyjęto następującą skalę ocen:

- 0 punktów – dla metody wykazującej małą korelację wyników z metodami pozostałymi,
- 1 punkt – dla metody wykazującej średnią korelację wyników z metodami pozostałymi,
- 2 punkty – dla metody wykazującej dużą korelację wyników z metodami pozostałymi,
- 3 punkty – dla metody wykazującej wysoką korelację wyników z metodami pozostałymi.

Zestawienie porównawcze wyników oceny rozpatrywanych metod w postaci lingwistycznej zaprezentowano w tabeli 3. Natomiast w tabeli 4 pokazano zestawienie ocen częściowych korelacji wyników dla w/w metod w ujęciu liczbowym.

W celu ostatecznej oceny zaawansowanych matematycznie metod wielokryterialnych według kryterium „Stopień korelacji wyników” (tab. 4) przyjęto, iż liczbie punktów 3 i poniżej 3 zostanie przypisana ocena NIE oraz 0 punktów. Natomiast ocena TAK i odpowiadający jej 1 punkt – zostanie przypisana metodzie, której liczba punktów w ocenie częściowej wyniesie więcej, niż 3. Na podstawie przeprowadzonej analizy wrażliwości wyżej wymienionych metod stwierdzono, że każda zmiana oceny decydenta powoduje, iż korelacja wyników wyżej wymienionych metod będzie większa lub mniejsza. Nie małe znaczenie na wrażliwość danej metody ma również liczba przyjętych do oceny kryteriów. Dlatego też autor zastrzega sobie, iż zaprezentowana powyżej ocena korelacji wyników odpowiada przedstawionym w pracy (Książek, 2010) przykładowym ocenom potencjalnego decydenta w odniesieniu do poddanych analizie 10 przykładowych wariantów decyzyjnych.

Tab. 3. Ocena korelacji wyników wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej w ujęciu lingwistycznym (Książek, 2010)

	Metoda entropii	Metoda punktu idealnego	Metoda ELECTRE	Logika rozmyta	Metoda AHP
Metoda entropii	X	Średnia	Średnia	Mała	Duża
Metoda punktu idealnego	Średnia	X	Duża	Mała	Mała
Metoda ELECTRE	Średnia	Duża	X	Mała	Duża
Logika rozmyta	Mała	Mała	Mała	X	Mała
Metoda AHP	Duża	Mała	Duża	Mała	X

Tab. 4. Ocena korelacji wyników wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej w ujęciu liczbowym (Książek, 2010)

	Metoda entropii	Metoda punktu idealnego	Metoda ELECTRE	Logika rozmyta	Metoda AHP
Metoda entropii	X	1	1	0	2
Metoda punktu idealnego	1	X	2	0	0
Metoda ELECTRE	1	2	X	0	2
Logika rozmyta	0	0	0	X	0
Metoda AHP	2	0	2	0	X
SUMA	4	3	5	0	4

Ostateczną ocenę wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej przedstawiono w tabelach 5-6. W tabeli 5 pokazano zestawienie analizowanych metod, natomiast w tabeli 6 przedstawiono ocenę tych metod wyrażoną w postaci liczbowej. Ocenę wielokryterialną przeprowadzono zgodnie z opisami poszczególnych kryteriów (Książek, 2010).

Przykładowe wyniki oceny poszczególnych wariantów decyzyjnych z wykorzystaniem porównywanych metod zaprezentowano w tabeli 7.

Na podstawie zaprezentowanego powyżej rankingu przykładowych dziesięciu przedsięwzięć inwestycyjnych (tab. 7) można stwierdzić, iż warianty o numerach: 1, 2, 7,

10 we wszystkich metodach uszeregowane są (w różnej sekwencji) na miejscach od 1 do 5. Przykładowo warianty o numerach: 1 i 2 okazały się być najlepsze dla sześciu rozpatrywanych metodach. Wariant 7 – w pięciu metodach – uplasował się na miejscu trzecim szeregu preferencyjnego. Natomiast wariant 10 – znalazł się odpowiednio na miejscu czwartym, bądź piątym. Jedynie w przypadku metody wykorzystującej elementy logiki rozmytej i metody ELECTRE – wariant 10 otrzymał ocenę najwyższą. W opinii autora żaden z użytkowników systemu nie będzie osobiście sprawdzał wszystkich dziesięciu wygenerowanych przez program wariantów, lecz tylko pierwsze trzy lub cztery, jako te najbliższe jego oczekiwaniom (Książek, 2010).

Tab. 5. Zweryfikowane zestawienie porównawcze wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej w ujęciu lingwistycznym (Książek, 2010)

	Metoda ELECTRE	Metoda punktu idealnego	Metoda entropii	Metoda AHP	Logika rozmyta
Dane wejściowe	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK
Wagi kryteriów	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
Czasochłonność	DUŻA	ŚREDNIA	ŚREDNIA	DUŻA	MAŁĄ
Stopień rozbudowy algorytmu	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK
Korelacja wyników	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE

Tab. 6. Zweryfikowane zestawienie porównawcze wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej w ujęciu liczbowym (Książek, 2010).

	Metoda ELECTRE	Metoda punktu idealnego	Metoda entropii	Metoda AHP	Logika rozmyta
Dane wejściowe	1	1	1	0	1
Wagi kryteriów	1	1	1	1	1
Czasochłonność	0	1	1	0	2
Stopień rozbudowy algorytmu	1	1	0	0	0
Korelacja wyników	1	0	1	1	0
SUMA PUNKTÓW	4	4	4	2	4

Tab. 7. Klasyfikacja wariantów decyzyjnych w ramach porównywanych metod oceny wielokryterialnej (Książek, 2010)

Uszeregowanie wariantów otrzymane w ramach poszczególnych z metod oceny	
Metoda średniej	1 * 2 * 7 * 10 * 8 * 6 * 5 * 4 * 3 * 9
Metoda średniej ważonej	1 * 2 * 7 * 10 * 6 * 8 * 4 * 5 * 3 * 9
Metoda ELECTRE	10 * 2 * 1 * 5 * 7 $\cong$ 8 * 6 * 3 * 4 * 9
Metoda entropii	1 * 2 * 7 * 8 * 10 * 6 * 4 * 5 * 3 * 9
Metoda punktu idealnego	1 * 2 * 7 * 10 * 4 * 8 * 6 * 3 * 5 * 9
Metoda AHP	1 * 2 * 8 * 6 * 10 * 7 * 5 * 4 * 3 * 9
Logika rozmyta	10 * 1 * 7 * 8 * 2 * 4 * 6 * 5 * 3 * 9

Przykładowe wynikiowe uszeregowanie zbiorcze przeanalizowanych wariantów inwestycji budowlanych w kolejności od najlepszego do najgorszego przedstawiono na rysunku 1.

Natomiast na rysunku 2 zaprezentowano przykładową wizualizację ostatecznego uszeregowania poddanych ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych.

2.3 Wyniki analizy porównawczej

Z przeprowadzonej analizy w/w metod wielokryterialnych wynika, że najwyższą ocenę – 4 punkty – uzyskała metoda punktu idealnego, entropii, ELECTRE oraz metoda wykorzystująca elementy logiki rozmytej, ze względu na niezbyt dużą czasochłonność procedury obliczeniowej i brak konieczności dodatkowego przekształcania preferencji decydentów. Natomiast metoda AHP otrzymała najniższą ocenę – 2 punkty – w dużej mierze ze względu na konieczność przekształcania wejściowej macierzy danych i dostosowania jej do przyjętej w algorytmie dziewięciostopniowej skali ocen. Ponadto metoda ta charakteryzuje się wysokim stopniem

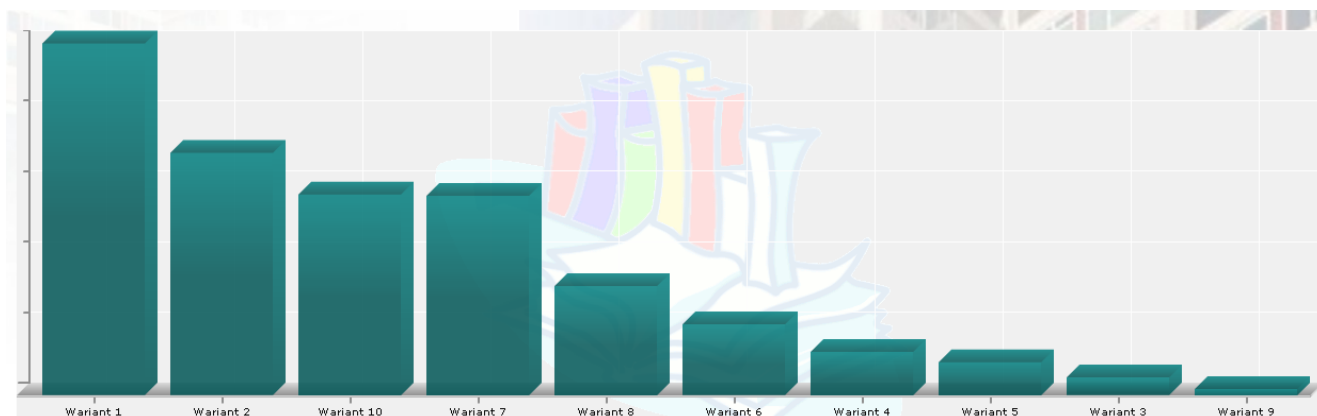
skomplikowania procedury postępowania (przykładowo uwzględnienie w algorytmie obliczeniowym wag dla kryteriów szczegółowych), a co za tym idzie – znaczną czasochłonnością obliczeń. Metoda AHP wykazała duży stopień korelacji wyników z metodą ELECTRE i entropii (Książek, 2010).

Zdaniem autorki, przeanalizowane metody wielokryterialne o najwyższej korelacji wyników można przyjąć za najbardziej miarodajne i reprezentatywne. Ponadto, w opinii autora mogą one stanowić właściwe narzędzie praktyczne do szeregowania rozpatrywanych wariantów przedsięwzięć inwestycyjnych w określonym procesie decyzyjnym, ponieważ:

- umożliwiają przyjęcie do oceny dużej liczby kryteriów;
- jednoznacznie szeregują wybór wariantu najlepszego;
- obiektywizują oceny ekspertów;
- ich algorytmy obliczeniowe nie są trudne do implementacji komputerowej, co szczegółowo zaprezentowano w pracy.

Nazwa	Miasto	Ulica	Cena (pln)	Ocena
Wariant 1	Warszawa	Boremlowska 51	391 645	518
Wariant 2	Warszawa	Kłopotowskiego 7	400 000	409
Wariant 10	Warszawa	Zamieniecka 8	550 000	320
Wariant 7	Warszawa	Polna 7	340 200	286
Wariant 8	Warszawa	Alternatywy 4	526 781	194
Wariant 6	Warszawa	Radiowa 16	600 400	120
Wariant 4	Warszawa	Bernardyńska 8	405 000	71
Wariant 5	Warszawa	Broniewskiego 68	441 100	67
Wariant 3	Warszawa	Grochowska 309	667 000	10
Wariant 9	Warszawa	Wspólna 41	510 000	0

Rys. 1. Zestawienie zbiorcze wariantów preferencyjnych w kolejności od najlepszego (Książek, 2010)



1 > 2 > 10 > 7 > 8 > 6 > 4 > 5 > 3 > 9

Rys. 2. Wizualizacja wynikowego uszeregowania wariantów decyzyjnych (Książek, 2010)

3. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych przez autora badań i analiz stwierdzono, że:

1. trudność w ocenie inwestycji wynika głównie ze stopnia skomplikowania zadania decyzyjnego, złożoności wariantów i preferencji oceniającego.
2. szeregowanie wariantów decyzyjnych dla założonej sytuacji decyzyjnej w ramach przestudiowanych przez autora metod wielokryterialnych różni się głównie na dalszych miejscach szeregu preferencyjnego. Natomiast kolejność pierwszych trzech – czterech wariantów jest właściwie taka sama.
3. skuteczny sposób usprawnienia przebiegu procesu decyzyjnego, umożliwiający otrzymanie zagregowanych ocen analizowanych przedsięwzięć inwestycyjnych stanowi implementacja komputerowa algorytmów obliczeniowych wybranych metod oceny rozwiązań, najbardziej adekwatnych dla danej sytuacji decyzyjnej.

Literatura

- Kozielecki J. (1977). Psychologiczna teoria decyzji. *Państwowe Wydawnictwo Naukowe*, Warszawa.
- Książek M., Nowak P. (2009). Expert methods for design solutions assessment. *LOGISTYKA* Nr 6/2009, *XIII International Conference Computer Systems Aided Science, Industry and Transport „TRANSCOMP 2009”*, Zakopane.
- Książek M. (2010). Wielokryterialna ocena rozwiązań projektowych budynków. Rozprawa doktorska. *Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej*, Warszawa.
- Martinek W. (1980). Metoda oceny systemów budownictwa mieszkaniowego. *Prace Instytutu Technologii I Organizacji produkcji budowlanej Politechniki Warszawskiej*, z. 14. *Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej*, Warszawa.
- Praca zbiorowa (1996). Informatyka stosowana w inżynierii produkcji budowlanej. Oleg Kapliński (red.), *Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej*, Poznań.
- Praca zbiorowa (2009). Kierowanie budowlanym procesem inwestycyjnym. Mieczysław Płoński (red.), *Wydawnictwo SGGW*, Warszawa.

USE OF THE MULTICRITERIA METHODS FOR INVESTIGATION ASSESSMENT IN DECISION- MAKING PROCESS

Abstract: Assessment of different types of investments is particularly difficult due to their complexity. The selection of different variants of solutions is described by the technical-economic units. The relevant characteristics of the investment, defined quantitatively or qualitatively, is very important. During the project planning and preparation stage often happens that the desired values of certain criteria are estimated, difficult to measure and subjective, which is stated as "good", "much better", etc. Selected group of multi-criteria evaluation methods was analysed. These methods may be a useful tool for the evaluation of investment options in a given decision-making process.

METODA SYMULACYJNA WYZNACZANIA WIELKOŚCI BUFORÓW STABILIZUJĄCYCH HARMONOGRAMY BUDOWLANE

Janusz KULEJEWSKI, Jacek ZAWISTOWSKI*

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa

Streszczenie: Referat dotyczy zagadnienia uodporniania planowanych terminów rozpoczynania robót, na zakłócenia powstające podczas realizacji budowy. Istotą proponowanej metody jest połączenie modelu symulacji przebiegu budowy i modelu optymalizacji rozwiązania zadania stabilizacji harmonogramu. Umożliwia to szybką ocenę jakości danego wariantu rozwiązania zadania oraz znalezienie rozwiązania, najlepiej spełniającego ustalone kryteria, warunki i ograniczenia. Efektywność metody jest zapewniona dzięki połączeniu technik symulacyjnych z algorytmami metaheurystycznymi.

Słowa kluczowe: odporność harmonogramu, buforowanie terminów rozpoczynania czynności.

1. Wprowadzenie

Warunki realizacji przedsięwzięć budowlanych nie są w pełni przewidywalne. Mimo pewnej powtarzalności poszczególnych składowych procesu inwestycyjnego, każda budowa jest w dużej mierze przedsięwzięciem o unikatowych i niepewnych warunkach realizacji. Jednym ze skutków tej niepewności, jest niewłaściwe oszacowanie różnorodnych zakłóceń, powodujących nieterminowość wykonania poszczególnych robót i całego przedsięwzięcia oraz związane z tym straty finansowe wykonawcy robót. Straty te są spowodowane przede wszystkim karami umownymi, naliczanymi przez zamawiającego i ewentualnych podwykonawców. Mogą być także spowodowane kosztami przestoju maszyn budowlanych i zespołów roboczych, względnie kosztami przedłużonego składowania materiałów do wykonania robót. Podobne problemy występują podczas planowania i realizacji projektów w innych obszarach działalności gospodarczej. Próby rozwiązania tych problemów stały się przyczyną rozwoju metod harmonogramowania proaktywnego (Herroelen i Leus, 2004). W metodach tych wykorzystuje się probabilistyczne modelowanie niepewności dla opracowania harmonogramu predyktywnego, którego celem jest alternatywnie:

- zapewnienie stabilności terminu zakończenia przedsięwzięcia, co jest określane w źródłach literaturowych jako niezawodność harmonogramu (Jaworski, 1980), lub jako odporność jakości harmonogramu (ang. *quality robustness*) (Al Fawzan

i Haouari, 2005; Herroelen i Leus, 2005; Kobylański i Kuchta, 2007);

- zapewnienie stabilności terminów rozpoczynania poszczególnych czynności, co jest określane w źródłach literaturowych jako niezawodność czynności (Jaworski, 1980), lub jako odporność uszeregowania czynności w harmonogramie (ang. *solution robustness*) (Al Fawzan i Haouari, 2005; Herroelen i Leus, 2005; Kobylański i Kuchta, 2007).

Odporność jakości harmonogramu osiąga się dzięki wprowadzeniu do harmonogramu odpowiednich buforów czasu. Podobnie postępuje się w przypadku większości znanych metod zwiększania odporności uszeregowania czynności w harmonogramie. Jednak, istnieją również metody zapewniania stabilności uszeregowania czynności w harmonogramie bez wprowadzania buforów czasu.

2. Charakterystyka istniejących metod harmonogramowania proaktywnego

W przypadku dążenia do zapewnienia stabilności terminu zakończenia przedsięwzięcia, największe znaczenie ma metoda łańcucha krytycznego (Goldratt, 1997; Leach, 2000). Łańcuch krytyczny (ang. *critical chain*) jest definiowany jako zbiór czynności w modelu sieciowym, których suma czasów wykonania determinuje czas realizacji całego projektu, przy uwzględnieniu zależności technologicznych pomiędzy czynnościami i dodatkowych zależności nieformalnych, wprowadzonych dla

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: j.kulejewski@il.pw.edu.pl

zbilansowania zasobów odnawialnych o ograniczonej dostępności. Stabilność terminu zakończenia przedsięwzięcia uzyskuje się dzięki:

- a) właściwej identyfikacji czynności, tworzących łańcuch krytyczny i łańcuchy zasilające, grupujące czynności nie zaliczone do łańcucha krytycznego;
- b) wprowadzeniu:
 - na końcu łańcucha krytycznego: bufora projektu, stabilizującego termin zakończenia całego projektu,
 - w miejscach, gdzie łańcuchy zasilające łączą się z łańcuchem krytycznym: buforów zasilających, chroniących łańcuch krytyczny przed propagacją zakłóceń, powodujących opóźnienia realizacji czynności w danym łańcuchu zasilającym.

W metodzie łańcucha krytycznego przewidziano również wprowadzanie buforów zasobów tam, gdzie czynność z tego łańcucha wymaga innego rodzaju zasobu, niż czynność poprzednia. Bufory zasobów nie posiadają wymiaru czasowego. Służą jedynie zapewnieniu, że jeżeli dana czynność z łańcucha krytycznego będzie gotowa do rozpoczęcia, to będzie również miała zapewniony przydział odpowiedniego zasobu odnawialnego do jej realizacji.

Sporządzanie harmonogramu projektu metodą łańcucha krytycznego przebiega w dwóch etapach.

W etapie pierwszym, sporządza się harmonogram wstępny, uwzględniający zależności pomiędzy czynnościami w modelu sieciowym budowy oraz ograniczenia dostępności zasobów odnawialnych. Do sporządzenia harmonogramu wstępnego, przyjmuje się pesymistyczne oszacowania czasów wykonania czynności, uznawane za oszacowania “bezpieczne”. Wykorzystując metodę analizy ścieżki krytycznej, wyznacza się najpóźniejsze terminy rozpoczynania poszczególnych czynności.

W etapie drugim, najpierw redukuje się planowane czasy wykonania robót z wartości “pesymistycznych” do wartości “agresywnych”. Można przyjąć oszacowania “agresywne” jako równe połowom oszacowań “bezpiecznych”. Jednakże, jeżeli zamierza się symulacyjnie potwierdzić skuteczność ochrony planowanego terminu zakończenia projektu, wygodniej jest przyjąć, jako “agresywne”, wartości modalne rozkładów prawdopodobieństwa czasów wykonania poszczególnych czynności. Następnie, bilansuje się zasoby do wykonania projektu, ustalając dodatkowe zależności nieformalne pomiędzy niektórymi czynnościami. Biorąc pod uwagę wszystkie zależności pomiędzy czynnościami, identyfikuje się łańcuch krytyczny oraz łańcuchy zasilające. Po redukcji czasów wykonania robot, sporządza się buforowany harmonogram projektu. Wielkości buforów czasu wyznacza się analitycznie, agregując rezerwy czasu czynności tworzących łańcuch krytyczny i łańcuchy zasilające. Wyznaczone wielkości buforów uwzględniają długość danego łańcucha, liczbę czynności tworzących dany łańcuch oraz niepewność oszacowań czasów wykonania tych czynności. Jednak Herroelen i Leus (2001) oraz Herroelen i in. (2002) podważają skuteczność

tak wyznaczanych buforów czasu dla stabilizacji terminu zakończenia przedsięwzięcia.

W przypadku dążenia do zapewnienia stabilności terminów rozpoczynania poszczególnych czynności, można wykorzystać metodę przedstawioną przez Al-Fawzana i Haouariego (2005) lub metodę przedstawioną przez Kobylańskiego i Kuchtę (2007). Istotą obu metod jest odpowiednie rozwiązanie zadania uszeregowania czynności w harmonogramie z uwzględnieniem ograniczonej dostępności zasobów odnawialnych. Natomiast, metody te różnicuje przyjęty miernik oceny odporności uszeregowania czynności w harmonogramie. W metodzie pierwszej (Al-Fawzan i Haouari, 2005), jest to suma swobodnych zapasów czasu poszczególnych czynności. W metodzie drugiej (Kobylański i Kuchta, 2007), jest to minimalna wartość swobodnego zapasu czasu czynności lub minimalna wartość ilorazu swobodnego zapasu czasu czynności i jej czasu wykonania. W obu metodach, rozwiązanie zadania uszeregowania czynności powinno zapewniać maksymalizację wartości przyjętego miernika oceny odporności harmonogramu. W większości źródeł literaturowych, przedstawia się jednak metody zapewnienia stabilności harmonogramu dzięki odpowiedniemu opóźnieniu planowanych terminów rozpoczynania poszczególnych czynności w stosunku do najwcześniejszych możliwych terminów ich rozpoczynania. Te opóźnienia wyznacza się w postaci buforów czasu, wprowadzanych przed poszczególne czynności w harmonogramie predyktywnym. Zadaniem każdego buforu jest absorpcja wydłużeń czasów poprzedników danej czynności. Tavares i in. (1998) przydzielają danej czynności bufor o wielkości będącej pewną częścią całkowitego zapasu czasu tej czynności, wyznaczaną z wykorzystaniem wskaźnika zapasu. Odpowiednią wartość wskaźnika zapasu (jednakową dla wszystkich czynności) wyznacza się poszukując kompromisu pomiędzy ryzykiem niedotrzymania planowanego terminu zakończenia projektu a dyskontowanym kosztem jego realizacji. Oceny ryzyka nieterminowości realizacji projektu i dyskontowanego kosztu jego realizacji dokonuje się z wykorzystaniem technik symulacyjnych. Alternatywą jest wyznaczenie buforów czasu na podstawie rozwiązania zadania minimalizacji oczekiwanego kosztu niestabilności harmonogramu (Herroelen i Leus, 2004; Van de Vonder i in., 2005 i 2006). Przy założeniu, że nieterminowe rozpoczynanie czynności generuje koszty dla wykonawcy, oczekiwany koszt niestabilności harmonogramu wyznacza się jako sumę oczekiwanych kosztów odchyleń pomiędzy terminami rozpoczynania czynności, prognozowanymi na podstawie wyników symulacji buforowanego harmonogramu predyktywnego, a terminami rozpoczynania czynności, ustalonymi w tym harmonogramie. Przy ustalaniu schematu symulacji przyjmuje się, że czynności buforowane będą podczas realizacji projektu rozpoczynane nie wcześniej, niż w terminach ustalonych w buforowanym harmonogramie predyktywnym (ang. *railway policy*). Dlatego, jako nieterminowe rozpoczynanie czynności uznaje się opóźnienie terminu

jej rozpoczęcia w stosunku do terminu planowanego z uwzględnieniem buforów. Harmonogram predyktywny sporządza się w dwóch etapach. W etapie pierwszym, powstaje harmonogram początkowy, podający najwcześniejsze terminy realizacji czynności ustalone w wyniku rozwiązania problemu nadmiernej alokacji zasobów odnawialnych o ograniczonej dostępności. W etapie drugim, powstaje predyktywny harmonogram bazowy z terminami rozpoczynania czynności zaplanowanymi z uwzględnieniem buforów czasu. Rozwiązanie zadania minimalizacji oczekiwanego kosztu niestabilności harmonogramu uzyskuje się następująco:

- przeprowadza się symulację harmonogramu niebuforowanego i wybiera się czynność o najwyższym koszcie oczekiwanym opóźnienia terminu jej rozpoczęcia z powodu propagacji zakłóceń;
- do harmonogramu wprowadza się jednostkowy bufor czasu, opóźniający planowane rozpoczęcie wybranej czynności w stosunku do najwcześniejszego możliwego terminu jej rozpoczęcia;
- ponownie przeprowadza się symulację, oceniając wpływ wprowadzenia jednostkowego buforu czasu na zmianę oczekiwanego kosztu niestabilności harmonogramu w przypadku propagacji zakłóceń.

Jeżeli powiększenie buforu planowanego terminu rozpoczynania danej czynności nie powoduje już zmniejszenia oczekiwanego kosztu niestabilności harmonogramu, wybiera się następną czynność do buforowania lub kończy się obliczenia. Zaletą metody jest wyznaczenie buforów czasu zapewniających, że maksymalna wartość zmiennej losowej T terminu zakończenia realizacji projektu nie przekroczy terminu dyrektywnego t_d . Natomiast, niedogodnością metody jest czasochłonność obliczeń, spowodowana znaczną przestrzenią rozwiązań dopuszczalnych rozwiązywanego problemu. Dla usunięcia tej niedogodności, można utworzyć listę priorytetową buforowanych czynności z wykorzystaniem heurystyki *STC* – krytyczności terminów rozpoczynania czynności (ang. *Starting Time Criticality*) – Leus i Herroelen (2004) lub heurystyki *CIW* – skumulowanego kosztu niestabilności (ang. *Cumulative Instability Weight*) – Lambrechts i in. (2006). Krytyczność terminu rozpoczynania danej czynności wyznacza się jako iloczyn jednostkowego kosztu jej nieterminowego rozpoczęcia i prawdopodobieństwa, że czynność ta nie rozpocznie się w planowanym terminie. Skumulowany koszt niestabilności danej czynności ustala się na podstawie zależności:

$$CIW_i = k_i + \sum_{j \in \{Succ_i\}} k_j, \quad (1)$$

gdzie k_i jest jednostkowym kosztem opóźnienia terminu rozpoczynania czynności i , a $\{Succ(i)\}$ oznacza zbiór czynności, następujących po czynności i .

Priorytet w przydzielaniu buforów czasu, chroniących planowane terminy rozpoczynania czynności, przyznaje się czynnościom o większej krytyczności terminu rozpoczynania (heurystyka *STC*) lub czynnościom

o większych wartościach skumulowanego kosztu niestabilności (heurystyka *CIW*). Należy wskazać, że również Jaśkowski i Biruk (2010) przedstawili metodę alokacji buforów czasu w odpornym harmonogramie predyktywnym z wykorzystaniem kryterium oczekiwanego kosztu niestabilności harmonogramu. W tym przypadku, wielkość buforu opóźniającego planowany termin rozpoczynania danej czynności wyznacza się analitycznie, dokonując rozdziału całkowitego zapasu czasu ciągu czynności w harmonogramie początkowym. Eksperymenty symulacyjne wykorzystuje się do ustalenia, jaka część całkowitego zapasu czasu ciągu czynności powinna być przydzielona danej czynności w postaci buforu opóźniającego jej planowany termin rozpoczynania oraz do oceny, czy wprowadzone bufory zmniejszają oczekiwany koszt niestabilności harmonogramu.

3. Proponowana metoda symulacyjnego wyznaczania buforów czasu stabilizujących harmonogram budowy

Przyjęto założenie, że zamawiający wyznacza pożądany termin zakończenia budowy t_{dt} (ang. *due-to time*), którego przekroczenie skutkuje płaceniem przez wykonawcę kar umownych oraz termin zakończenia budowy t_{dl} (ang. *deadline*), którego przekroczenie skutkuje odstąpieniem zamawiającego od umowy z winy wykonawcy. Dlatego, harmonogram sporządzony przez wykonawcę robót musi spełniać następujące warunki podstawowe:

- planowany termin zakończenia budowy nie może przekraczać terminu t_{dt} ;
- zakłócenia opóźniające terminy rozpoczynania poszczególnych robót nie mogą powodować, że rzeczywisty termin zakończenia budowy nastąpi po terminie t_{dl} .

Uwzględniono również, że opóźnienia terminów rozpoczynania poszczególnych robót powodują straty finansowe wykonawcy z tytułu dodatkowych kosztów organizacyjnych. Skalę tych strat można ocenić, przypisując poszczególnym robotom jednostkowe koszty opóźnień terminów ich rozpoczynania w stosunku do terminów planowanych i analizując różne scenariusze zakłóceń budowy. Wobec powyższego, celem proponowanej metody jest wygenerowanie harmonogramu, podlegającego jak najmniejszym zmianom pomimo różnorodnych zakłóceń realizacji budowy. Tym zmianom można przeciwdziałać, odpowiednio buforując terminy rozpoczynania poszczególnych robót, to znaczy planując terminy rozpoczynania poszczególnych robót z pewnym, ustalonym, opóźnieniem w stosunku do terminów zakończenia robót poprzedzających. Skuteczność ochrony planowanych w ten sposób terminów rozpoczynania poszczególnych robót można ocenić z wykorzystaniem kryterium oczekiwanego kosztu niestabilności harmonogramu. Wygenerowany harmonogram budowy powinien zapewniać minimum

oczekiwanego kosztu niestabilności, z jednoczesnym spełnieniem wskazanych wyżej warunków podstawowych.

Podstawą modelowania i rozwiązania opisanego zagadnienia jest odwzorowanie budowy przez acykliczny i spójny graf skierowany $G = \langle W, U, P \rangle$, z jednym wierzchołkiem początkowym i z jednym wierzchołkiem końcowym (Biernacki i Cyunel, 1989). Zbiór wierzchołków grafu $W = \{w_1, \dots, w_J\}$ odpowiada poszczególnym czynnościom (robotom budowlanym). Poszczególne elementy zbioru wierzchołków W oznacza się z zachowaniem warunku:

$$(i, j) \in W \Rightarrow i < j, \quad (2)$$

gdzie i jest symbolem czynności poprzedzającej czynność j . Zbiór łuków grafu $U = \{u_1, \dots, u_N\}$ przedstawia zależności technologiczne i organizacyjne pomiędzy czynnościami. Relacja trójcłonowa $P \subset W \times U \times W$ określa relacje bezpośredniego poprzedzania czynności $w_j : w_j \in W$

Czynności $j = 1$ i $j = J$ o zerowych czasach wykonania oznaczają rozpoczęcie i zakończenie budowy. Czasy wykonania pozostałych czynności są zmiennymi losowymi o rozkładach prawdopodobieństwa z parametrami ustalonymi z uwzględnieniem przewidywanych zakłóceń danej czynności. Każda z czynności $j = 1, \dots, J$ o nieujemnym czasie oczekiwanym wykonania t_j , rozpoczyna się w terminie $s_j \geq 0$ i kończy się w terminie $f_j \geq 0$ takim, że:

$$s_j + t_j = f_j. \quad (3)$$

Przyjęto założenie, że podczas realizacji budowy, czynności o jednostkowych kosztach opóźnień $k_j > 0$ będą rozpoczynane nie wcześniej, niż w terminach planowanych z uwzględnieniem buforów czasu. Na tej podstawie, zadanie stabilizacji harmonogramu z uwzględnieniem kryterium minimalizacji oczekiwanego kosztu opóźnień terminów rozpoczynania czynności można sformułować następująco:

$$\min : E(K_{ns}) = \sum_{j=2}^{J-1} k_j E(S_j - s_j) + k_J E(F_J - f_J), \quad (4)$$

gdzie s_j to planowany termin rozpoczynania czynności j , ustalony w harmonogramie buforowanym, S_j jest zmienną losową terminu rozpoczęcia czynności j , prognozowana na podstawie analizy propagacji zakłóceń w modelu sieciowym budowy, k_j jest to koszt jednostkowy (przypadający na jednostkę czasu), będący karą za opóźnienie terminu rozpoczęcia czynności j w stosunku do terminu planowanego, f_j jest planowanym terminem zakończenia budowy, ustalony w harmonogramie buforowanym, F_J jest zmienną losową terminu zakończenia budowy, prognozowana na podstawie analizy propagacji zakłóceń w modelu sieciowym budowy, k_j jest kosztem jednostkowym (przypadającym na jednostkę czasu), będącym karą za opóźnienie terminu zakończenia budowy w stosunku do terminu t_{dt} , K_{ns} jest zmienną losową kosztu niestabilności harmonogramu, $E(X)$ jest wartością oczekiwaną zmiennej losowej X .

Rozwiązanie zadania stabilizacji harmonogramu musi spełniać następujące warunki:

- żadna czynność nie może rozpocząć się przed zakończeniem jej poprzedników:

$$s_j - b_j \geq f_i, \quad i \in \{Pred(j)\}, \quad (5)$$

gdzie b_j jest buforem czasu, stabilizującym termin rozpoczynania j -tej czynności;

- budowa rozpoczyna się w umownym, zerowym momencie czasu:

$$s_1 = 0, \quad (6)$$

- liczby, przedstawiające terminy rozpoczynania poszczególnych czynności, muszą być nieujemne:

$$s_j \geq 0, \quad j = 2, \dots, J, \quad (7)$$

- planowany termin zakończenia budowy nie może być późniejszy, niż termin t_{dt} :

$$f_J \leq t_{dt}, \quad (8)$$

- liczby, przedstawiające buforów czasu b_j , muszą być nieujemne:

$$b_j \geq 0 \quad \text{gdy} \quad j \in \{B\}, \quad (6)$$

gdzie $\{B\}$ jest zbiorem czynności o buforowanych terminach rozpoczynania; są to czynności o niezerowych kosztach jednostkowych k_j ;

- liczby, przedstawiające buforów czasu b_j , muszą być całkowite:

$$b_j = \text{int}, \quad (7)$$

- czynności, nie należące do zbioru $\{B\}$, nie wymagają buforowania:

$$b_j = 0 \quad \text{gdy} \quad j \notin \{B\}. \quad (8)$$

Istotą proponowanej metody jest połączenie modelu symulacji przebiegu budowy i modelu optymalizacji rozwiązania zadania stabilizacji harmonogramu. Skłaniają do tego następujące przyczyny:

- metoda symulacyjna umożliwia modelowanie różnych scenariuszy zakłóceń przebiegu budowy, powodujących opóźnienia terminów rozpoczynania poszczególnych czynności w stosunku do terminów zaplanowanych;
- wyniki buforowania harmonogramu przedstawione przez Jaśkowskiego i Biruka (2010) wskazują, że optymalne wymiary buforów nie muszą być proporcjonalne do wag czynności, wyznaczanych jako iloczyn ich jednostkowych kosztów opóźnień i wartości ich oczekiwanych opóźnień w stosunku do terminów zaplanowanych;
- połączenie modelu symulacji przebiegu budowy i modelu optymalizacji rozwiązania zadania stabilizacji harmonogramu umożliwia szybką ocenę

jakości danego wariantu rozwiązania zadania oraz znalezienie rozwiązania, najlepiej spełniającego ustalone kryteria, warunki i ograniczenia.

Do wyznaczania wielkości buforów przystępuje się po rozwiązaniu problemu nadmiernej alokacji zasobów odnawialnych o ograniczonej dostępności i ustaleniu najwcześniejszych możliwych terminów rozpoczynania czynności w harmonogramie początkowym. Procedura wyznaczania wielkości buforów w proponowanej metodzie obejmuje:

- (1) ustalenie zbioru czynności, wymagających buforowania terminów rozpoczynania;
- (2) ustalenie maksymalnych dopuszczalnych wartości buforów $b_{j \in \{B\}}$;
- (3) generowanie próbnych wartości buforów $b_{j \in \{B\}} \in [0; b_{j \in \{B\}}^{\max}]$;
- (4) ustalenie, na podstawie przyjętego modelu obliczeniowego, terminów rozpoczynania i zakończenia czynności w harmonogramie buforowanym;
- (5) symulacja harmonogramu buforowanego i sprawdzenie, czy średnia wartość zmiennej losowej terminu zakończenia realizacji budowy nie przekracza terminu t_{dt} oraz czy maksymalna wartość tej zmiennej nie przekracza terminu t_{dl} ;
- (6) w przypadku dotrzymania terminów t_{dt} i t_{dl} : wyznaczenie średniego kosztu $\bar{k}_{ns}$ niestabilności harmonogramu i przejście do kroku (7); w przeciwnym przypadku: powrót do kroku (3);
- (7) sprawdzenie, czy uzyskano redukcję średniego kosztu $\bar{k}_{ns}$ niestabilności harmonogramu w porównaniu do wyniku uzyskanego w poprzedniej symulacji oraz podjęcie decyzji o kontynuowaniu obliczeń.

Maksymalne dopuszczalne wartości $b_{j \in \{B\}}^{\max}$ buforów

wyznacza się z zależności:

$$b_{j \in \{B\}}^{\max} = t_{j \in \{B\}}^P + t_{dt} - f_j^P, \quad (9)$$

gdzie $t_{j \in \{B\}}^P$ jest całkowitym zapasem czasu czynności $j \in \{B\}$, ustalonym na podstawie harmonogramu początkowego, a f_j^P jest najwcześniejszym możliwym terminem zakończenia budowy, ustalonym na podstawie harmonogramu początkowego.

W realizacji kroku (3) i kroku (7) można wykorzystać znane algorytmy metaheurystyczne inteligentnego przeszukiwania przestrzeni rozwiązań zadania optymalizacji, na przykład algorytm przeszukiwania z ruchami zabronionymi (ang. *Tabu Search – TS*).

Algorytmy metaheurystyczne funkcjonują w postaci programów obliczeniowych, rozwiązujących zadania optymalizacji harmonogramu, dzięki:

- przeszukiwaniu obszarów dziedziny funkcji celu, w których może znajdować się rozwiązanie bliskie optimum tej funkcji i jednocześnie spełniające ustalone warunki oraz ograniczenia;
- a po znalezieniu tego rozwiązania:
- przechodzeniu do sąsiednich obszarów dziedziny funkcji celu, w których może się znajdować rozwiązanie lepsze.

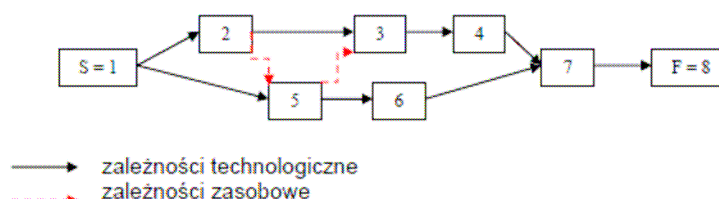
Przeszukiwanie z ruchami zabronionymi (ang. *tabu search – TS*) jest metaheurystyką polegającą na unikaniu oscylacji wokół optimum lokalnych funkcji celu dzięki przechowywaniu informacji o rozwiązaniach już sprawdzonych w poprzednich poszukiwaniach. Jako ruch traktuje się przejście do następnego rozwiązania.

Metaheurystykę *TS* przedstawili Glover (1989 i 1990) oraz Glover i Laguna (1997), a jej wykorzystanie w rozwiązywaniu problemów szeregowania czynności w harmonogramie przedsięwzięcia opisali między innymi Baar i in. (1998), Thomas i Salhi (1998) oraz De Reyck i Herroelen (1999). Algorytm działający zgodnie z metaheurystyką *TS* realizuje proces iteracyjnego ustalania rozwiązania optymalnego, dokonując w każdej iteracji pełnego przeszukania otoczenia każdego aktualnego rozwiązania suboptymalnego, uzyskanego w poprzedniej iteracji. Każde przeszukiwanie polega na wykonywaniu ruchów z jednego z rozwiązań początkowych do następnego rozwiązania, zlokalizowanego w jego sąsiedztwie. Każde nowe rozwiązanie jest porównywane ze wszystkimi przechowywanymi rozwiązaniami dotychczasowymi. Jeżeli nowe rozwiązanie jest lepsze od rozwiązania uzyskanego uprzednio, staje się rozwiązaniem początkowym dla kolejnej iteracji. Rozwiązania, zgodne z już uzyskanymi, są traktowane jako zabronione i eliminowane. Kiedy pamięć ruchów zabronionych zapełnia się, ruch wpisany najwcześniej jest z niej usuwany, a w jego miejsce jest dopisywany bieżący ruch zabroniony. Warunki zakończenia działania algorytmu ustala się w postaci maksymalnej liczby iteracji lub maksymalnego czasu przeprowadzania iteracji.

4. Przykład liczbowy

W przedstawionym przykładzie przyjęto następujące założenia:

- model sieciowy budowy po zbilansowaniu zasobów odnawialnych przedstawia rysunek 1;



Rys. 1. Model sieciowy budowy po zbilansowaniu zasobów (opr. wł.)

- czasy wykonania robót są zmiennymi losowymi o trójkątnych rozkładach prawdopodobieństwa z parametrami t_j^{opt} (czas optymistyczny), t_j^{np} (czas najbardziej prawdopodobny) i t_j^{pes} (czas pesymistyczny);
- pożądaný termin zakończenia budowy wynosi $t_{dt} = 30$ dni roboczych od dnia rozpoczęcia robót;
- nieprzekraczalny termin zakończenia budowy wynosi $t_{dl} = 35$ dni roboczych od dnia rozpoczęcia robót;
- opóźnienie rzeczywistych terminów rozpoczęcia czynności $j = 3, \dots, 7$ w stosunku do terminów zaplanowanych powoduje niepożądane koszty organizacyjne dla wykonawcy robót, naliczane za każdy dzień opóźnienia;
- opóźnienie rzeczywistego terminu zakończenia budowy w stosunku do terminu t_{dt} skutkuje karami umownymi, naliczanymi wykonawcy za każdy dzień opóźnienia.

Dane liczbowe do przykładu przedstawiono w tabeli 1. Symbolem t_j oznaczono oczekiwany czas wykonania danej czynności. Symbolami es_j^p i ef_j^p oznaczono terminy najwcześniejszego rozpoczynania i zakończenia ef_j danej czynności.

Następnie, przeprowadzono symulację niebuforowanego harmonogramu przy założeniu, że podczas realizacji budowy, wszystkie roboty będą rozpoczynały się nie wcześniej, niż w terminach ustalonych w tym harmonogramie (*railway policy*). Terminy rozpoczynania i zakończenia czynności, planowane w harmonogramie niebuforowanym i prognozowane symulacyjnie, wyznaczano na podstawie modelu obliczeniowego, przedstawionego w tabeli 2. Symbolami t_j , s_j i f_j oznaczono realizację zmiennych losowych czasu wykonania, terminu rozpoczęcia oraz terminu zakończenia danej czynności w każdej symulacji.

Tab. 1. Dane liczbowe do przykładu (opr. wł.)

Czynność, j	t_j^{opt}	t_j^{np}	t_j^{pes}	t_j	Symbole zespołów	Liczba zespołów	es_j^p	ef_j^p	tf_j^p	k_j	b_j^{max}
$S = 1$	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-
2	4	6	8	6	W_1	1	0	6	0	0	-
3	2	4	6	4	W_2	1	13	17	0	7	5
4	3	5	7	5	W_3	1	17	22	0	4	5
5	5	7	9	7	W_2	1	6	13	0	5	5
6	4	5	6	5	W_4	1	13	18	4	3	9
7	2	3	4	3	W_1	1	22	25	0	8	5
$F = 8$	0	0	0	0	-	-	25	25	0	15	5

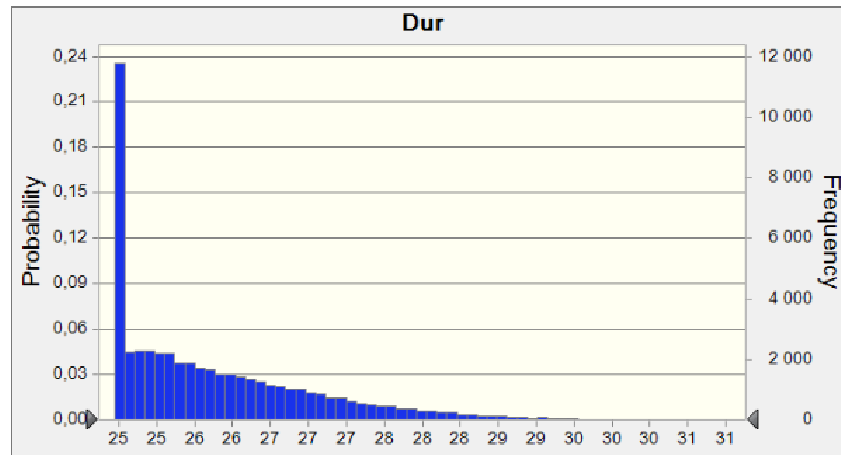
Tab. 2. Model obliczeniowy dla wyznaczania terminów rozpoczynania i zakończenia czynności, planowanych w harmonogramie niebuforowanym i prognozowane symulacyjnie (opr. wł.)

Czynność, j	Harmonogram niebuforowany		Symulacja	
	s_j	f_j	s_j	f_j
$S = 1$	0	0	0	0
2	0	6	0	$s_2 + t_2$
3	13	17	$\max\{13, f_2, f_5\}$	$s_3 + t_3$
4	17	22	$\max\{17, f_3\}$	$s_4 + t_4$
5	6	13	$\max\{6, f_2\}$	$s_5 + t_5$
6	13	18	$\max\{13, f_5\}$	$s_6 + t_6$
7	22	25	$\max\{22, f_6\}$	$s_7 + t_7$
$F = 8$	25	25	$\max\{25, f_7\}$	$f_8 = s_8$

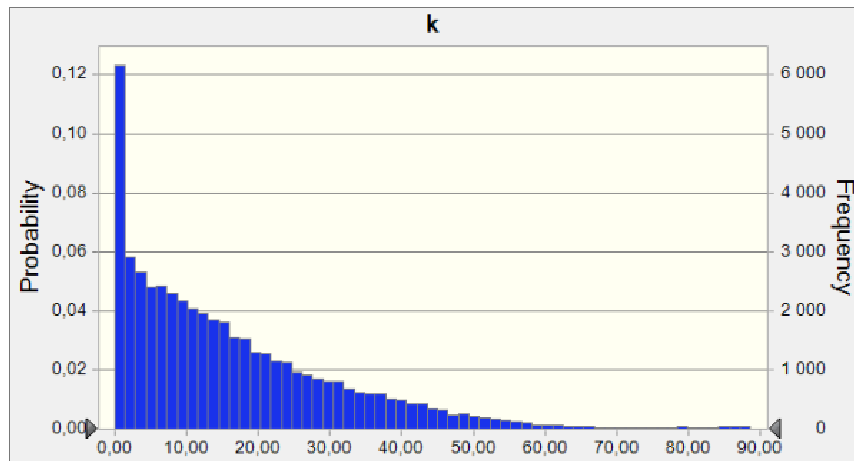
Do symulacji harmonogramu wykorzystano program Crystal Ball ver. 11.1 (licencja edukacyjna). Empiryczny rozkład zmiennej losowej F_8 terminu zakończenia budowy przedstawiono na rysunku 2. Realizacja zmiennej losowej F_8 przyjmuje wartości z przedziału [25; 31] dni roboczych, z wartością średnią $\bar{f}_8 = 26$ dni roboczych.

Z kolei, na rysunku 3 przedstawiono empiryczny rozkład zmiennej losowej K_{ns} kosztu niestabilności harmonogramu. Realizacja zmiennej losowej K_{ns}

przyjmuje wartości z przedziału [0; 198.06] jednostek pieniężnych, z wartością średnią $\bar{k}_{ns} = 20.16$ jednostek pieniężnych. Pozostałe wyniki symulacji harmonogramu niebuforowanego przedstawiono w tabeli 3. Symbolem K_{jns} oznaczono zmienną losową kosztu niestabilności terminu rozpoczynania j -tej czynności:



Rys. 2. Empiryczny rozkład zmiennej losowej terminu zakończenia realizacji projektu – harmonogram niebuforowany (opr. wł.)



Rys. 3. Empiryczny rozkład zmiennej losowej kosztu niestabilności harmonogramu niebuforowanego (opr. wł.)

Tab. 3. Zestawienie wyników symulacji harmonogramu niebuforowanego (opr. wł.)

Czynność, j	S_j			K_{jns}			$\frac{\bar{k}_{jns}}{\bar{k}_{ns}}$
	$S_j^{\min}$	$S_j^{\max}$	$\bar{S}_j$	$k_{jns}^{\min}$	$k_{jns}^{\max}$	$\bar{k}_{jns}$	
$S = 1$	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	13	1778	14	0	26,44	3,95	0,20
4	17	22	18	0	21,34	3,03	0,15
5	6	8	6	0	9,94	1,66	0,08
6	13	17	14	0	11,33	1,69	0,08
7	22	28	23	0	48,73	7,38	0,37
$F = 8$	25	31	26	0	92,13	2,45	0,12

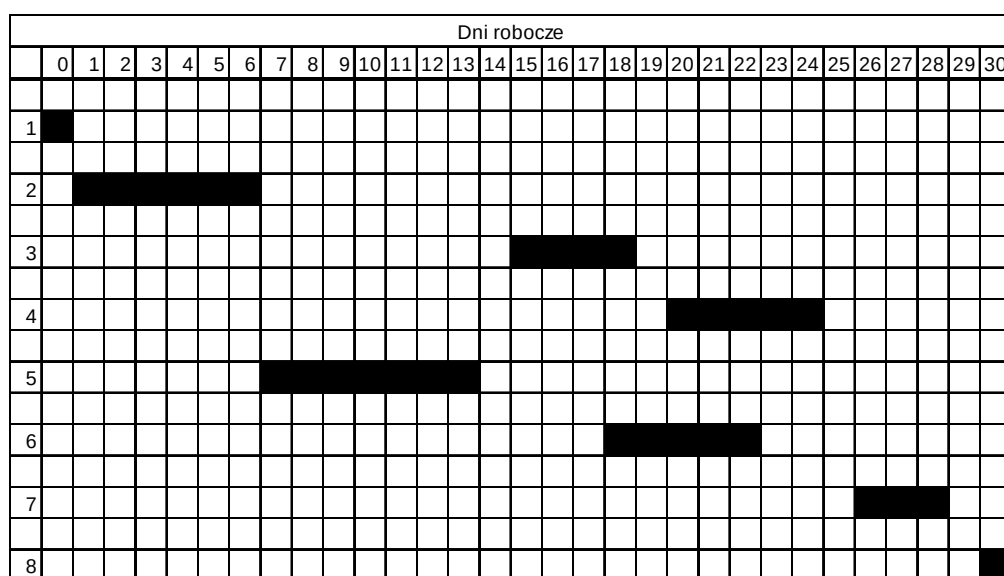
Do symulacji przebiegu budowy i optymalizacji rozwiązania zadania stabilizacji harmonogramu wykorzystano program Crystal Ball ver. 11.1 (licencja edukacyjna) z wbudowanym narzędziem OptQuest, realizującym procedurę optymalizacji zgodnie z algorytmem przeszukiwania z ruchami zabronionymi. W przedstawionym przykładzie, zadaniem algorytmu było ustalenie wymiarów buforów b_3 , b_4 , b_5 , b_6 , b_7 i b_8 , minimalizujących średni koszt $\bar{k}_{ns}$ niestabilności harmonogramu pod warunkiem, że średnia wartość zmiennej losowej terminu zakończenia budowy nie przekroczy 30 dni roboczych oraz że maksymalna wartość tej zmiennej nie przekroczy 35 dni roboczych.

Terminy rozpoczynania i zakończenia czynności, planowane (w harmonogramie buforowanym) i prognozowane symulacyjnie, wyznaczano na podstawie modelu obliczeniowego, przedstawionego w tabeli 4. Symbolami t_j , s_j i f_j oznaczono realizacje zmiennych losowych czasu wykonania, terminu rozpoczęcia oraz terminu zakończenia danej czynności w każdej symulacji.

Algorytm symulacyjno – optymalizacyjny wskazał następujące rozwiązanie: $b_3 = 1$, $b_4 = 1$, $b_5 = 0$, $b_6 = 4$, $b_7 = 1$, $b_8 = 1$. Wyznaczone bufor nie są proporcjonalne do średniego udziału kosztu niestabilności terminu rozpoczynania danej czynności w średnim koszcie niestabilności harmonogramu. Buforowany harmonogram budowy przedstawiono na rysunku 4.

Tab. 4. Model obliczeniowy dla wyznaczania terminów rozpoczynania i zakończenia czynności, planowanych w harmonogramie buforowanym i prognozowanych symulacyjnie (opr. wł.)

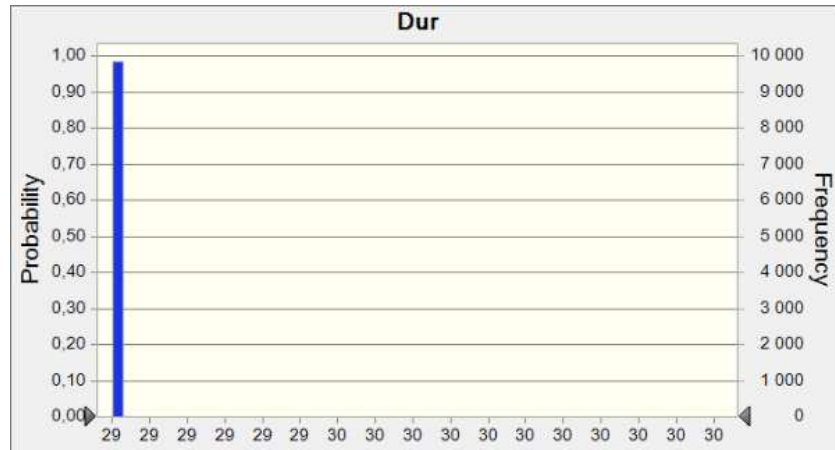
Czyn/ność, j	Harmonogram buforowany		Symulacja	
	s_j	f_j	s_j	f_j
$S = 1$	0	0	0	0
2	0	$s_2 + t_2$	0	$s_2 + t_2$
3	$b_3 + \max\{f_2, f_5\}$	$s_3 + t_3$	$\max\{s_3, f_2, f_5\}$	$s_3 + t_3$
4	$b_4 + f_3$	$s_4 + t_4$	$\max\{s_4, f_3\}$	$s_4 + t_4$
5	$b_5 + f_2$	$s_5 + t_5$	$\max\{s_5, f_2\}$	$s_5 + t_5$
6	$b_6 + f_5$	$s_6 + t_6$	$\max\{s_6, f_5\}$	$s_6 + t_6$
7	$b_7 + \max\{f_4, f_6\}$	$s_7 + t_7$	$\max\{s_7, f_4, f_6\}$	$s_7 + t_7$
$F = 8$	$b_8 + f_7$	$f_8 = s_8$	$\max\{s_8, f_7\}$	$f_8 = s_8$



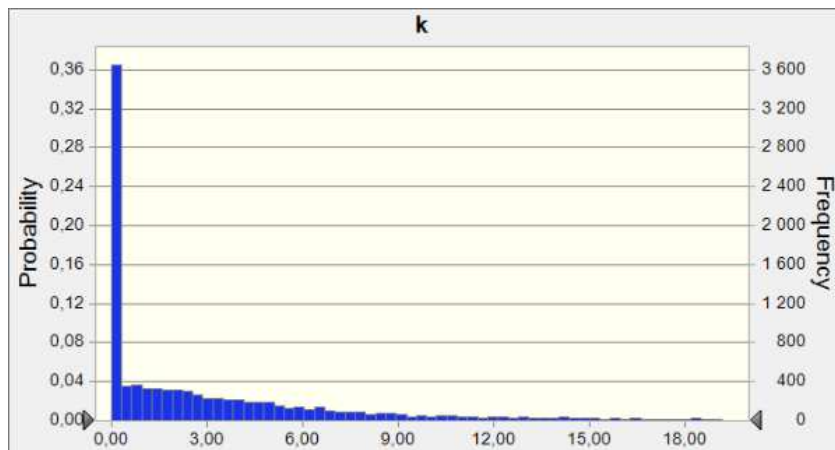
Rys. 4. Harmonogram buforowany (opr. wł.)

Empiryczny rozkład zmiennej losowej F_8 terminu zakończenia budowy przedstawiono na rysunku 5. Realizacja zmiennej losowej F_8 przyjmuje wartości z przedziału [29; 30] dni roboczych, z wartością średnią $\bar{f}_8 = 29$ dni roboczych. Jest widoczne, że wyznaczone buforę zapewniają zakończenie budowy nie później, niż w pożądanym terminie $t_{dt} = 30$ dni roboczych od rozpoczęcia robót. Z kolei, na rysunku 6 przedstawiono empiryczny rozkład zmiennej losowej kosztu

niestabilności harmonogramu. Zmienna przyjmuje wartości z przedziału [0; 76.28] jednostek pieniężnych, z wartością średnią 3,48 jednostek pieniężnych. Otrzymane wyniki są znacznie lepsze w stosunku do uzyskanych uprzednio na podstawie symulacji harmonogramu niebuforowanego. Pozostałe wyniki symulacji harmonogramu buforowanego przedstawiono w tabeli 5.



Rys. 5. Empiryczny rozkład zmiennej losowej terminu zakończenia realizacji projektu – harmonogram buforowany (opr. wł.)



Rys. 6. Empiryczny rozkład zmiennej losowej kosztu niestabilności harmonogramu buforowanego (opr. wł.)

Tab. 5. Zestawienie wyników symulacji harmonogramu buforowanego (opr. wł.)

Czynność, j	S_j			K_{jns}			$\frac{\bar{k}_{jns}}{\bar{k}_{ns}}$
	$s_j^{\min}$	$s_j^{\max}$	$\bar{s}_j$	$k_{jns}^{\min}$	$k_{jns}^{\max}$	$\bar{k}_{jns}$	
$S = 1$	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	14	176178	14	0	18,24	0,97	0,28
4	19	22	19	0	11,48	0,33	0,09
5	6	8	6	0	9,82	1,66	0,48
6	17	17	17	0	0	0	0
7	25	28	25	0	20,60	0,52	0,15
$F = 8$	29	30	29	0	0	0	0

5. Wnioski

Wprowadzenie buforów czasu do harmonogramu zapewnia jego aktualność w rzeczywistych warunkach realizacji budowy. Jednak, dotychczasowe metody wyznaczania buforów czasu posiadają pewne wady, ograniczające ich praktyczne wykorzystanie. Analityczne metody wyznaczania buforów czasu nie uwzględniają specyfiki formułowania ograniczeń czasu realizacji budowy. Natomiast, metody symulacyjne wymagają realizacji czasochłonnego algorytmu iteracyjnego. W niniejszym referacie, przedstawiono metodę symulacyjną wyznaczania buforów czasu z wykorzystaniem metaheurystyki inteligentnego przeszukiwania przestrzeni rozwiązań dopuszczalnych rozpatrywanego problemu stabilizacji harmonogramu. Przedstawiona metoda umożliwia szybkie wyznaczenie buforów czasu i racjonalizację ich rozmiarów. Ponadto, jednoczesna realizacja procedury symulacyjnej i optymalizacyjnej zapewnia uzyskanie rozwiązania, spełniającego zadane ograniczenia terminu zakończenia budowy pomimo niepewności oszacowań czasów wykonania robot.

Literatura

- Al-Fawzan M. A., Haouari M. (2005). A bi-objective model for robust resource – constrained project scheduling. *International Journal of Production Economics*, Vol. 96, No. 2, 175-187.
- Baar T., Brucker P., Kunst S. (1998). Tabu-search algorithms and lower bounds for the resource-constrained project scheduling problem. W: *Meta-Heuristics: Advances and Trends in Local Search Paradigms for Optimization*, Voss S., Martello S., Osman I., Roucairol C. (eds), Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 1-18.
- Biernacki J., Cyunel B. (1989), *Metody sieciowe w budownictwie*. Arkady, Warszawa.
- De Reyck B., Herroelen W. (1999). The multi-mode resource-constrained project scheduling problem with generalized precedence relations. *European Journal of Operational Research*, Vol. 119, 538-556.
- Glover F. (1989). Tabu search – part I. *ORSA Journal on Computing*, Vol. 1, No. 3, 190-206.
- Glover F. (1990). Tabu search – part II. *ORSA Journal on Computing*, Vol. 2, No. 1, 4-32.
- Glover F., Laguna M. (1997). *Tabu search*. Kluwer Academic Publishers Group, Boston.
- Goldratt E. (1997). *Critical Chain*. North River Press, Great Barrington.
- Herroelen W., Leus R. (2001). On the merit and pitfalls of critical chain scheduling. *Journal of Operations Management*, Vol. 19, 559-577.
- Herroelen W., Leus R., Demeulemeester E. (2002). Critical chain scheduling: do not oversimplify. *Project Management Journal*, Vol. 33, No. 4, 48-60.
- Herroelen W., Leus R. (2005). Project scheduling under uncertainty: survey and research potential. *European Journal of Operational Research*, Vol. 165, No. 2, 289-306.
- Herroelen W., Leus R. (2004). The construction of stable project baseline schedules. *European Journal of Operational Research*, Vol. 156, No. 3, 550-565.
- Jaśkowski P., Biruk S. (2010). Określanie buforów czasu w odpornych harmonogramach budowlanych. *Zeszyty Naukowe Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych we Wrocławiu*, Vol. 3, No. 157, 366-377.
- Jaworski K.M. (1980). Projektowanie realizacji budowy według kryterium niezawodności. Teoria i metoda. *Zeszyty Naukowe: Budownictwo*, Nr 66, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Kobyłański P., Kuchta D. (2007). A note on the paper by M.A. Al-Fawzan and M. Haouari about a bi-objective problem for robust resource-constrained project scheduling. *International Journal of Production Economics*, Vol. 107, No. 2, 496-501.
- Lambrechts O., Demeulemeester E.L., Herroelen W. (2006). Proactive and reactive strategies for resource-constrained project scheduling with uncertain resource availabilities. *KU Leuven Working Paper No. KBI 0606, Faculty of Economics and Applied Economics, Katholieke Universiteit Leuven*.
- Leach L.P. (2000). *Critical Chain Project Management*. Artech House, Boston-London.
- Leus R., Herroelen W. (2004). Stability and resource allocation in project planning. *IIE Transactions*, Vol. 36, No. 7, 667-682.
- Tavares L.V., Ferreira J.A.A., Coelho J.S. (1998). On the optimal management of project risk. *European Journal of Operational research*, Vol. 107, No. 2, 451-469.
- Thomas P.R., Salhi S. (1998). A tabu search approach for the resource constrained project scheduling problem. *Journal of Heuristics*, 123-139.
- Van de Vonder S., Demeulemeester E., Herroelen W., Leus R. (2005). The use of buffers in project management: The trade-off between stability and makespan. *International Journal of Production Economics*, Vol. 97, No. 2, 227-240.
- Van de Vonder S., Demeulemeester E., Herroelen W., Leus R. (2006). The trade-off between stability and makespan in resource-constrained scheduling. *International Journal of Production Research*, Vol. 44, No. 2, 215-236.

TIME BUFFER SIZE SIMULATION STABILIZING CONSTRUCTION SCHEDULES

Abstract: This paper presents the method for the determination of time buffers, stabilizing construction schedules against disruptions during execution of a construction project. The method is based upon the idea of simultaneous simulation and optimization procedure. For the optimization of buffers sizes under given time constraints for the project execution, the taboo search metaheuristic was used. The method significantly speeds up the appointment of time buffers and allows for the rationalization of their sizes, in proportion to the mean share of the cost of instability of start date of given activity in the mean cost of the project instability. In addition, the implementation of simultaneous simulation and optimization procedure yields the solution which fully protects the planned completion date of a project against random variations of durations of works.

WYBÓR FIRMY ZARZĄDZAJĄCEJ W REALIZACJI PUBLICZNYCH INWESTYCJI BUDOWLANYCH

Agnieszka LEŚNIAK*, Edyta PLEBANKIEWICZ

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

Streszczenie: Realizacja inwestycji publicznych szczególnie tych dofinansowywanych przez Unię Europejską bardzo często wymusza na zamawiających konieczność zatrudnienia osoby/firmy zarządzającej przedsięwzięciem budowlanym. W celu poznania stosowanych w praktyce przez inwestorów publicznych metod pozyskiwania tego rodzaju firm poddano analizie ogłoszenia o wynikach udzielonych zamówień na usługi w budownictwie, które ukazały się Biuletynach Zamówień Publicznych. Analizowano usługi polegające na pełnieniu funkcji zarządzającego: Inżyniera Kontraktu lub Inwestora Zastępczego w trakcie realizacji inwestycji. Z przeprowadzonych analiz wynika, że podstawowym trybem wyboru stosowanym przez zamawiających sektora publicznego jest przetarg nieograniczony, gdzie jedynym kryterium oceny oferty na zarządzanie jest cena.

Słowa kluczowe: zamówienia publiczne, usługi w budownictwie polegające na zarządzaniu, metody i kryteria wyboru oferty.

1. Wprowadzenie

Na rynku budowlanym występuje szereg systemów realizacji przedsięwzięć budowlanych. Można je podzielić na dwie grupy:

- systemy bez udziału firmy zarządzającej takie jak system wykonawstwa częściowego, system generalnego wykonawstwa czy system zaprojektuj i buduj;
- systemy z udziałem firmy zarządzającej np. system zarządzania budową (construction management) system zarządzania kontraktowaniem (management contracting) lub system zarządzania przedsięwzięciem (project management).

W pierwszej grupie inwestor sam podejmuje się kierowania procesem inwestycyjnym, jest zaangażowany w prowadzenie przedsięwzięcia i ma dużą kontrolę nad jego realizacją. W tym przypadku inwestor sam podpisuje umowy z wykonawcami częściowymi lub generalnym wykonawcą, koordynuje prace i czuwa nad prawidłowym przebiegiem robót. Druga grupa systemów realizacji przedsięwzięć budowlanych charakteryzuje się udziałem dodatkowego uczestnika procesu budowlanego w postaci specjalistycznej firmy pełniącej usługi na zarządzanie. W każdym z systemów tej grupy to zarządzający w imieniu inwestora podejmuje się koordynacji prac związanych z realizacją inwestycji. W zależności

od przyjętego systemu różny jest zakres jego działania. Rola zarządzającego ograniczy się może wyłącznie do kierowania pracami wykonawców robót budowlanych, z którymi umowy bezpośrednio podpisuje sam inwestor (system zarządzania budową – ang. *construction management*) albo polegać na doradzaniu inwestorowi i koordynacji prac od etapu planowania, poprzez fazę realizacji robót aż do momentu uzyskania pozwolenia na użytkowanie (system zarządzania przedsięwzięciem – ang. *project management*). W systemie tym umowy z poszczególnymi podmiotami uczestniczącymi w realizacji inwestycji może zawierać opcjonalnie albo inwestor albo zarządzający. Szerszy opis tych systemów można znaleźć m.in. w (Czapliński i Czemplik, 2002), (Kietliński i in., 2007).

Wybór konkretnego systemu zależy od inwestora i związany jest m.in. z takimi czynnikami jak: źródła finansowania (inwestorzy publiczni i prywatni), rodzaj prowadzonej działalności gospodarczej (inwestorzy prowadzący lub nie prowadzący działalności budowlanej) czy poziom doświadczenia w prowadzeniu inwestycji budowlanych.

Zamawiający publiczni decydując się na realizację inwestycji budowlanej w systemie z udziałem firmy zarządzającej będą zobligowani do wyboru tej firmy zgodnie z ustawą z dnia 29 stycznia 2004 roku Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2010 r. Nr 113, poz. 759 i Nr 161, poz. 1078, ze zmianami). Wybór firmy

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: alesniak@izwbit.pk.edu.pl

zarządzającej sprowadzi się do udzielenia zamówienia na usługi polegające na pełnieniu funkcji zarządzającego podczas realizacji inwestycji budowlanej. Celem artykułu jest analiza sposobów wyboru firmy zarządzającej stosowanych przez inwestorów publicznych.

2. Modele realizacji inwestycji publicznych z udziałem firmy zarządzającej

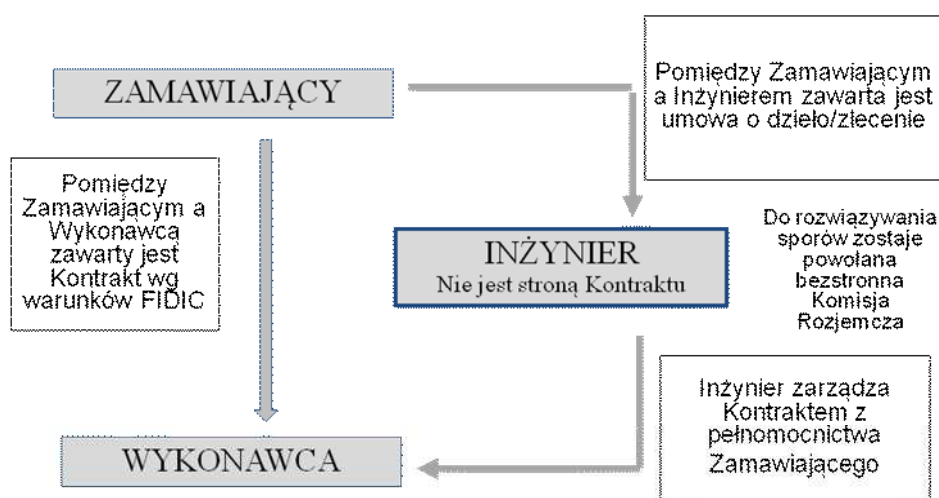
Popularnym sposobem realizacji publicznych inwestycji budowlanych jest przekazanie działań inwestora innemu podmiotowi tzw. inwestorowi zastępczemu. Nie ma przepisów prawnych (ustaw czy rozporządzeń), które regulowałyby zakres obowiązków i uprawnień inwestora zastępczego. Można jednak przyjąć, że jest to osoba lub firma, która działa w procesie budowlanym w imieniu inwestora (Zawadka, 2011). Inwestor bezpośredni (zwany czasami inwestorem zamawiającym) czyli ten, który dysponuje środkami i jest przyszłym użytkownikiem, powierza inwestorowi zastępczemu wykonywanie czynności, do których jest zobowiązany. Do obowiązków inwestora zastępczego należeć mogą zatem: zapewnienie opracowania projektu budowlanego, przeprowadzenie czynności związanych z wyborem wykonawcy, zorganizowanie procesu budowy, wybór kierownika budowy, kontrola wykonania i odbiór robót budowlanych. Szerszą listę możliwych zadań inwestora zastępczego można znaleźć w (Lapierre, 1998).

Innym systemem realizacji inwestycji publicznych w ostatnich latach, głównie tych finansowanych ze środków unijnych, stał się system oparty na Wzorach Warunków Kontraktowych FIDIC. W modelu realizacji inwestycji według FIDIC postacią kluczową jest Inżynier. Jest to osoba (firma) nie będąca stroną tego kontraktu ale zarządzająca nim z pełnomocnictwa zamawiającego. Najczęściej stosowane (choć nie jedyne) są dwa wzory warunków kontraktowych FIDIC – tak zwana „książka czerwona” nosząca tytuł: Warunki Kontraktu dla budowy – dla robót inżynieryjno-budowlanych projektowanych przez Zamawiającego i tak zwana „książka żółta” –

Warunki Kontraktu dla Urządzeń oraz Projektowania Budowy - dla urządzeń elektrycznych i mechanicznych oraz robót inżynieryjno-budowlanych projektowanych przez Wykonawcę. W zależności od wzoru kontraktu model organizacyjny przypomina system generalnego wykonawstwa (czerwona książka) lub system zaprojektuj i buduj (żółta książka), przy czym w obu przypadkach do schematu organizacyjnego wprowadzony zostaje dodatkowy podmiot - firma zarządzająca, zwana tutaj Inżynierem (w warunkach polskich często Inżynierem Kontraktu). Inwestor podpisuje oddzielne umowy: z generalnym wykonawcą na wykonanie robót oraz z firmą zarządzającą na pełnienie funkcji Inżyniera. Inżynier nie jest stroną kontraktu zawartego między wykonawcą a zamawiającym. Nie ma zatem możliwości korygowania tego kontraktu ani zwalniania żadnej ze stron z zapisanych obowiązków. Podczas realizacji robót a także w okresie zgłaszania wad Inżynier działa (administruje i koordynuje kontrakt) w imieniu zamawiającego i ma w związku z tym szereg uprawnień. Relacje między uczestnikami realizacji przedsięwzięcia zgodnie z warunkami kontraktu według wzorów FIDIC przedstawia rysunek 1.

3. Sposoby i kryteria wyboru Inżyniera Kontraktu i Inwestora Zastępczego - wyniki badań własnych

W celu zbadania metod pozyskiwania firm zarządzających realizacją inwestycji przez inwestorów publicznych, poddano analizie ogłoszenia o wynikach udzielonych zamówień na usługi w budownictwie, polegające na pełnieniu funkcji Inżyniera Kontraktu oraz Inwestora Zastępczego, które ukazały się Biuletynach Zamówień Publicznych. Do szczegółowych analiz wybrano ogłoszenia z 2010 roku. Zamawiającymi były jednostki sektora publicznego sklasyfikowane według ustawy Prawo zamówień publicznych jako inwestor publiczny i mające swoje siedziby w województwie małopolskim.



Rys. 1. Uczestnicy kontraktu w warunkach FIDIC

W badanym okresie ukazało się 16 ogłoszeń, w tym 8 dotyczyło zamówienia na usługi pełnienia funkcji Inżyniera Kontraktu i 8 na pełnienie funkcji Inwestora Zastępczego. Średnia wartość udzielonych zamówień na Inżyniera Kontraktu wyniosła 434 065,44 zł. Wartość minimalna zamówienia to 87 840,00zł. Maksymalna wartość zamówienia to 963 800,00zł, zamawiającym był Miejski Zakład Wodociągów i Kanalizacji z Nowego Targu a zamówienie dotyczyło modernizacji gospodarki wodnej i ściekowej w Nowym Targu. Zarówno maksymalne jak i minimalne zamówienie dotyczyło pełnienia funkcji Inżyniera Kontraktu dla inwestycji realizowanej w oparciu o Warunki Kontraktu dla budowy czyli tzw. czerwonej książki. W przypadku zamówień na usługi polegające na pełnieniu funkcji inwestora zastępczego, maksymalna wartość zamówienia wynosiła 406 800,00zł i obejmowała pełnienie czynności inwestora zastępczego dla zadania inwestycyjnego: Rozbudowa budynku dla Sądu Okręgowego w Tarnowie oraz Prokuratury Okręgowej i Rejonowej w Tarnowie. Minimalna wartość to 22 680,09zł a średnia wartość udzielonych zamówień wyniosła 218 574,65zł. W 87% analizowanych inwestycji z udziałem firmy zarządzającej (w 100% z udziałem Inżyniera Kontraktu) korzystano z funduszy Unii Europejskiej.

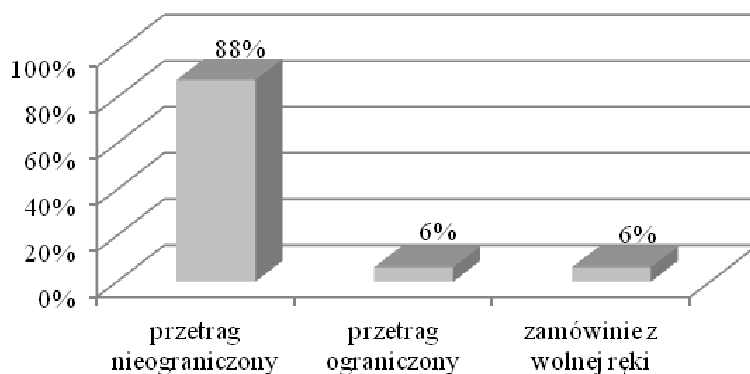
Tryby udzielania zamówień na pełnienie usług zarządzającego w trakcie realizacji inwestycji budowlanych przedstawiono na rysunku 2.

W zdecydowanej większości (88% przypadków) zastosowano przetarg nieograniczony. Udział innych trybów jest znikomy – tylko raz zastosowano przetarg ograniczony i raz zamówienie z wolnej ręki, które dotyczyło zamówienia dodatkowego.

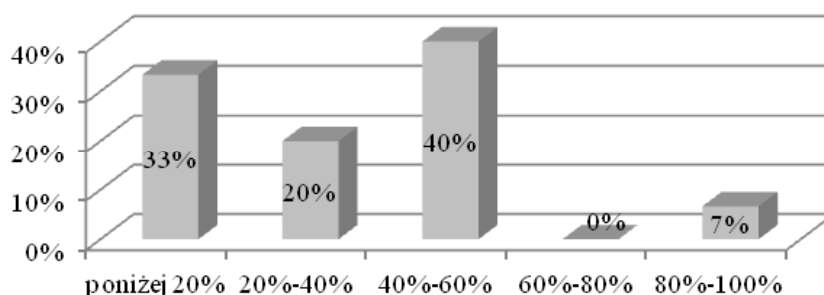
Przy wyborze najkorzystniejszej oferty we wszystkich postępowaniach zastosowano wyłącznie jedno kryterium – kryterium najniższej ceny. Dane ze Sprawozdań Urzędu Zamówień Publicznych wskazują, że we wszystkich zamówieniach na usługi w 2009 roku zastosowano to kryterium w 88% postępowań. Z drugiej strony zauważyć należy, że zamówienia na usługi według Urzędu Zamówień Publicznych (UZP, 2009) stanowią drugi w kolejności rodzaj zamówień, w których zamawiający stosują większą liczbę kryteriów. Nie znalazło to jednak potwierdzenia w analizowanych przypadkach gdzie usługi dotyczą budownictwa.

W 75% badanych przypadków wysokość wybranej oferty nie przekroczyła wartości zamówienia. Wśród pozostałych wybrana oferta przekraczała wartość zamówienia średnio o 26%. Maksymalnie różnica ta stanowiła aż 55% a minimalnie 1%. W postępowaniu składano średnio 3 oferty. Minimalna ilość złożonych ofert wynosiła 1 a maksymalna 7. Różnica pomiędzy najniższą a najwyższą ceną oferty w 33% postępowań nie przekraczała 20%. Warto jednak podkreślić, że grupę tą stanowiły postępowania, w których złożono wyłącznie jedną ofertę (pomijając jedno zamówienie udzielone z wolnej ręki). W blisko połowie analizowanych postępowań (47%) różnica ta wynosiła ponad 40%, co świadczy o dużym zróżnicowaniu cenowym składanych ofert. Szczegółowo różnice w zależności od ilości postępowań przedstawiono na rysunku 3.

Sprawozdanie Urzędu Zamówień Publicznych (UPZ, 2009) wskazuje, że w zamówieniach na usługi cena zależy od największej liczby czynników, dlatego różnica pomiędzy maksymalną a minimalną ceną oferty jest tutaj najwyższa – w 2009 roku w 31% postępowaniach przekroczyła ona 100%.



Rys. 2. Tryby udzielania zamówień na usługi polegające na zarządzaniu inwestycją budowlaną



Rys. 3. Różnica pomiędzy najniższą a najwyższą ceną oferty

4. Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy udzielonych zamówień publicznych, polegających na zarządzaniu realizacją inwestycji budowlanej wynika, że wybór zarządzającego najczęściej odbywa się w drodze przetargu nieograniczonego a jedynym stosowanym kryterium jest cena. Przetarg nieograniczony jest jednym z podstawowych trybów udzielania zamówień publicznych, nie wymaga zaistnienia określonych przepisami przesłanek a oferty mogą składać wszyscy zainteresowani wykonawcy. Taka forma wyboru firmy zarządzającej nie powinna budzić zastrzeżeń jednak niepokojącym wydaje się fakt stosowania tylko tego jedynego kryterium – ceny. Biorąc pod uwagę, że zarządzający w imieniu zamawiającego, koordynuje przebieg robót i działania wykonawców a w przypadku inwestora zastępczego – podpisuje w jego imieniu także umowy należałoby przy jego wyborze uwzględnić także kryteria jakości. W oparciu o dane, pochodzące z Biuletynu Zamówień Publicznych, w roku 2010 w całym kraju udzielono 411 ogłoszeń na usługi w budownictwie polegające na zarządzaniu, z czego 100 zamówień dotyczyło pełnienia funkcji Inwestora Zastępczego a 311 stanowiły zamówienia na Inżyniera Kontraktu. Wybór Inżyniera Kontraktu podyktowany jest wykorzystaniem przy realizacji zamówienia wzorów warunków kontraktowych FIDIC. Publikacje FIDIC wyraźnie wskazują na konieczność wyboru Inżyniera Kontraktu głównie w oparciu o kryteria jakości, czego zamawiający publiczni wydają się nie dostrzegać. Takie podejście prowadzi często do wyboru niekompetentnych zarządzających i późniejszych problemów z realizacją inwestycji, o czym w praktyce przekonują się obie strony: zarówno zamawiający jak i wykonawca.

Literatura

- Czapliński K., Czemplik A. (2002). Analiza porównawcza modeli organizacyjnych procesu budowlanego. W: *Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej „Technologiczne, organizacyjne i ekonomiczne aspekty rozwoju budownictwa”*, Olsztyn – Łańsk, 65-74.
- Kietliński W., Janowska J., Woźniak C. (2007). *Proces Inwestycyjny w budownictwie*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Lapierre Ł. (1998). *Umowy w procesie budowlanym*. Polskie Centrum Budownictwa, Warszawa.
- Zawadka A. (2011). Inwestor zastępczy – luksus czy konieczność. *Inwestycje sektora publicznego*, 1/2011.
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. – Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2010 r. Nr 113, poz. 759 i Nr 161, poz. 1078, ze zm.).
- Urząd Zamówień Publicznych. (2010). *Sprawozdanie z funkcjonowania systemu zamówień publicznych w 2009 roku*, Warszawa, 24-28.
- Biuletyny Zamówień Publicznych (2010).

SELECTION OF MANAGEMENT COMPANY IN CONSTRUCTION PUBLIC SECTOR INVESTMENTS

Abstract: Polish public investors choosing a project organizational system with the participation of a management company apply one of the solutions: employing a replacement investor or employing an Engineer (if the FIDIC forms of contract are used). Both cases they have to make a choice under the Public Procurement Law. The paper discussed method using by public investors for selecting of the management company. The analysis shows that the primary mode of selection used by public investors is an open tender where the only one criterion for assessing the bid of management is the price.

KSZTAŁTOWANIE I WYKONAWSTWO BUDYNKÓW W KONSTRUKCJI LEKKIEGO SZKIELETU DREWNIANEGO

Mikołaj MALESZA, Czesław MIEDZIAŁOWSKI*, Jarosław MALESZA

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: W pracy przedstawiono zagadnienia dotyczące kształtowania, analiz statycznych i wykonawstwa budynków w konstrukcji lekkiego szkieletu drewnianego. Zaprezentowano rodzaje konstrukcji powiązanej z technologią realizacji budynków. Następnie podano kierunki modelowania statycznego konstrukcji z przykładową analizą badanego w skali naturalnej budynku. W drugiej części pracy przedstawiono metody produkcji i realizacji tego typu budynków, zarówno wytwarzanych fabrycznie, jak i bezpośrednio na budowie, wraz z przykładami z praktyki.

Słowa kluczowe: szkieletowe budynki drewniane, projektowanie, wytwarzanie, realizacja.

1. Wstęp

Budynki o szkielecie drewnianym mogą być realizowane w postaci prefabrykatów wielkowymiarowych (ściany, stropy, dach) lub bezpośrednio na budowie z wcześniej przygotowanych pojedynczych elementów jak słupki, belki, nadproża, podwaliny, oczepy, krokwie. Obecnie coraz częściej realizuje się budynki z prefabrykatów wielkowymiarowych, dzięki czemu uzyskuje się krótszy cykl pracy na budowie i lepszą jakość przygotowanych fabrycznie prefabrykatów. Z konstrukcyjnego punktu widzenia najbardziej wrażliwym elementem są tu połączenia wykonywane na placu budowy (Breyer, 1993; Schulze, 1996).

Zapewnienie właściwego poziomu bezpieczeństwa oczekiwanego przez użytkowników budynków staje się w tym przypadku szczególnie istotne. Poznanie zachowań i odpowiedzi konstrukcji jest również niezbędne dla rozważań takich jak kontrola uszkodzeń, na przykład między elementowych połączeń czy wpływ czasu użytkowania. Rozwój szkieletowego budownictwa drewnianego wymaga rozwoju i opracowywania zaawansowanych i ulepszonych narzędzi projektowych opartych na dokładniejszym poznaniu odpowiedzi na naturalne obciążenia (w tym i wyjątkowe) konstrukcji całego budynku. Takie narzędzia projektowe powinny być analitycznie poprawne i stosunkowo proste dla zwykłego uczestnika projektowania (Holzrahmenbau, 1992; Miedziałowski i Malesza, 2006; Uniform Building Code, 1991).

Szkieletowe budynki drewniane cechują się bardziej nierównomierną deformacją przestrzennej konstrukcji aniżeli budynki wykonane z betonu czy też murowane ze stropami płytowymi lub nawet gęstożebrowymi (Lewicki, 1979; Mielczarek, 2001). W ich analizie nie znajduje zastosowania założenie o nieskończonej sztywności stropu w jego płaszczyźnie. Ważną rolę w pracy statycznej szkieletowych konstrukcji drewnianych odgrywają podatne połączenia. Stąd wielość modeli obliczeniowych o różnym stopniu odwzorowania rzeczywistej pracy konstrukcji, co ma znaczenie dla wiarygodności uzyskanych wyników.

W referacie przedstawione zostaną i porównane wyniki analizy statycznej szkieletowych budynków drewnianych przy zastosowaniu modeli o różnej dokładności odwzorowania.

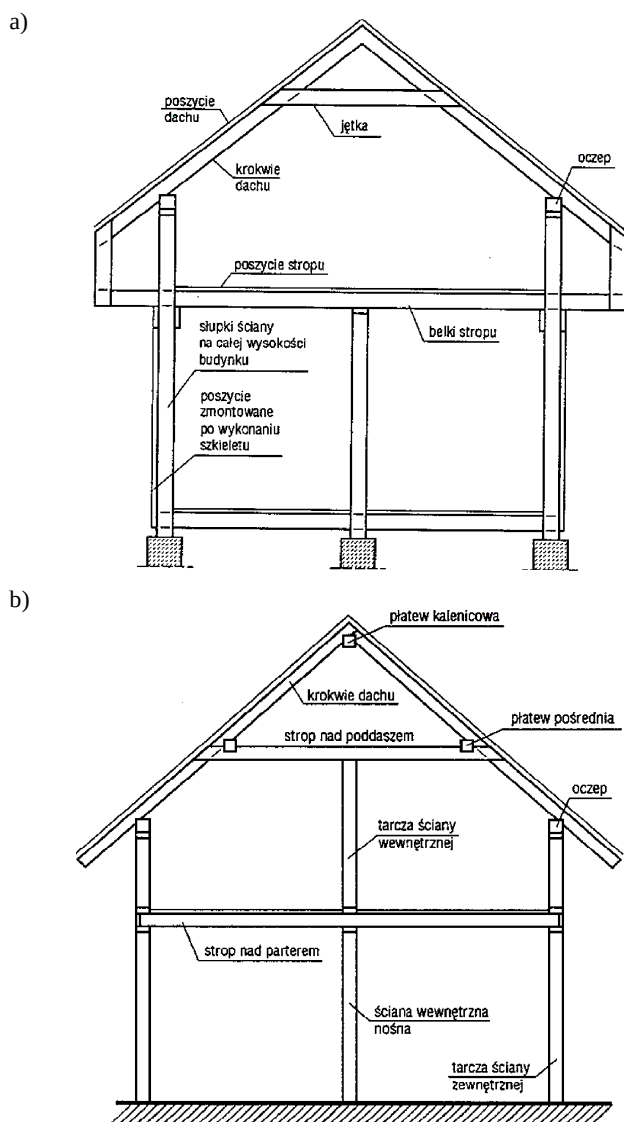
Zostaną przedstawione również przykłady produkcji elementów budynków i realizacji tego typu budynków w praktyce.

2. Kształtowanie budynków w technologii lekkiego szkieletu drewnianego

Z uwagi na ukształtowanie elementów nośnych wyróżnia się dwa rodzaje konstrukcji, a tym samym i dwie technologie wznoszenia budynków:

- a) system przelotowy (ang. *baloon framing*), w którym słupki ścian są wykonane od podwaliny do najwyższego oczepu (rys. 1);

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: cz.miedzialowski@kmb.pb.edu.pl



Rys. 1. Rodzaje konstrukcji i technologii realizacji budynków: a) budynek w systemie przelotowym, b) budynek w systemie platformowym

b) system platformowy (ang. *platform framing*), to jest z płaszczyzną roboczą, w którym stropy niższej kondygnacji stanowią platformę roboczą kondygnacji wyższej. System ten umożliwia w większym stopniu prefabrykowanie fragmentów budynku przed montażem.

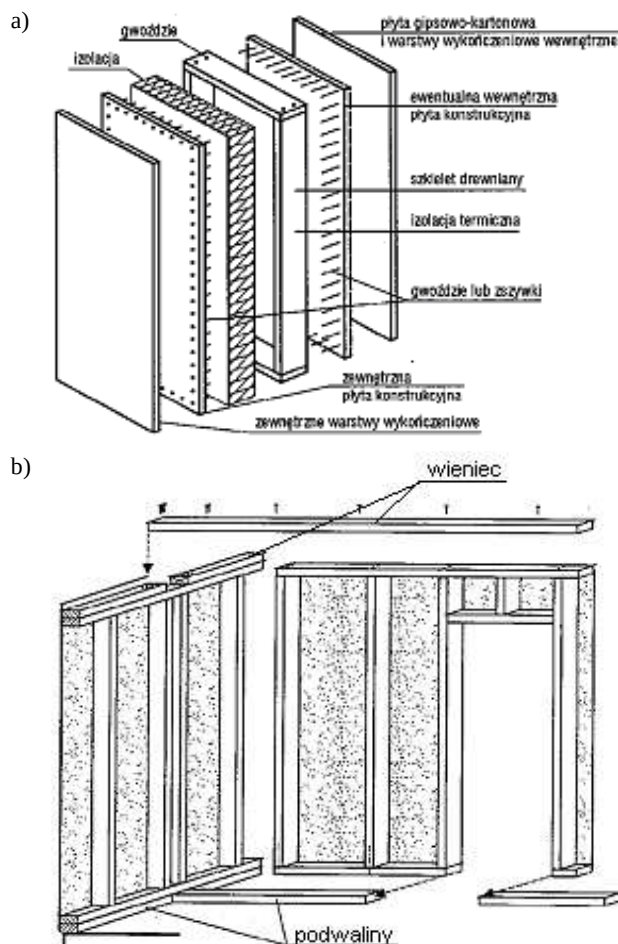
Jeżeli chodzi o wielkość prefabrykatów, to można wyróżnić budynki z tarczami ściennymi drobno- i wielkowymiarowymi.

Posadowienie budynków ze szkieletem drewnianym nie różni się w sposób istotny od posadowienia budynków o innych rozwiązaniach konstrukcyjno-materiałowych, z tym że przy szkielecie drewnianym należy uwzględnić następujące dodatkowe czynniki:

- ze względu na lekkość konstrukcji budynków ze szkieletem drewnianym wymagane są odpowiednie zakotwienia w fundamentach;
- wrażliwość drewna na zmienne warunki wilgotnościowe, możliwość wystąpienia korozji biologicznej wymaga starannego zaprojektowania

izolacji przeciwwilgotnościowych, odpowiednio wysokiego posadowienia i zapewnienia możliwości obsychania drewna (w szczególności podwalin i belek stropowych).

Konstrukcje dachowe mogą być typu krokwiowego, ze ścianką kolankową i bez tej ścianki, oraz typu dźwigarowego. Przykład warstw w konstrukcji płyty ściennej pokazano na rysunku 2a, a połączenie sąsiednich ścian na rysunku 2b:



Rys. 2. Przykładowe konstrukcje ścian: a) konstrukcja jednopolewej płyty ściennej, b) połączenie sąsiednich ścian wieniec

Ponadto w kształtowaniu budynków w technologii lekkiego szkieletu drewnianego należy wziąć pod uwagę wpływ czasu w postaci: zjawisk reologicznych, degradacji właściwości materiałowych oraz wpływ zmian wilgotności i temperatury.

3. Modelowanie konstrukcji budynków

Przestrzenne konstrukcje budynków mogą być modelowane w sposób przybliżony jako układy jednowymiarowe (belkowe) lub płaskie ze sprężystymi podporami. Sprężyste podpory uwzględniają podatność ścian. Udokładnione modele opisują konstrukcję budynku w postaci przestrzennych układów belkowych lub przestrzennych układów tarczowo-płytowych

(Miedziałowski i Malesza, 2006; Schulze, 1996). Belki, płyty lub tarcze czy powłoki opisują dokładnie położenie i właściwości tych elementów lub w sposób uśredniony (zastępczy). Pierwszy sposób prowadzi zazwyczaj do bardzo dużej liczby niewiadomych, a sposób drugi pozwala na zmniejszenie wielkości zadania obliczeniowego.

Rysunek 3 przedstawia budynek, który był badany w skali naturalnej oraz analizowany z zastosowaniem trzech modeli obliczeniowych, o różnym stopniu złożoności (Malesza i in., 2007).



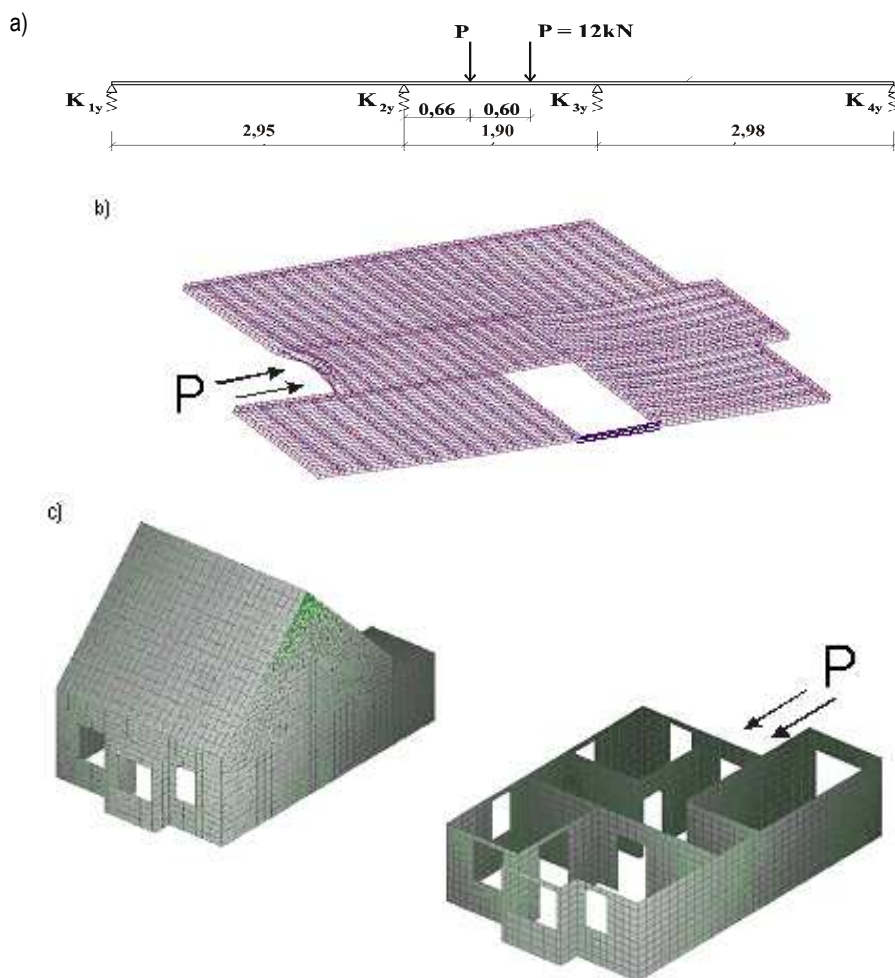
Rys. 3. Badany budynek

Konstrukcję budynku stanowi szkielet drewniany z poszyciem z płyt wiórowych typu OSB. Ściany wykonano ze słupków z drewna klasy C24 o przekroju 50×150 mm z poszyciem grubości 12 mm. Budynek zaprojektowano w konstrukcji prefabrykowanej, płytowo-tarczowej.

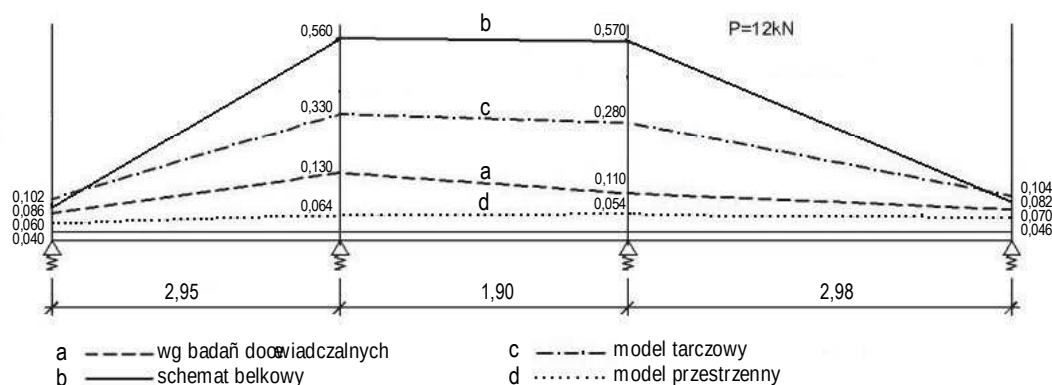
Analizy obliczeniowe przeprowadzono dla następujących modeli: belka na sprężystych podporach, tarcza podparta sprężystością i przestrzenny układ dyskretny. Przyjęte modele obliczeniowe przedstawiono na rysunku 4:

- belka na sprężystych podporach, usytuowana prostopadle do kierunku działania obciążenia o zastępczej sztywności $EJ = 115300 \text{ kNm}^2$; współczynniki sztywności podpór $K = P / \delta$ przyjęto na podstawie badań ścian w skali naturalnej;
- tarcza w poziomie stropu nad parterem podparta sprężystością; jednostkowe wzdłuż krawędzi, współczynniki sztywności podpór również przyjęto z badań doświadczalnych tarcz ściennych jako $k = K / l$;
- przestrzenny układ dyskretny opisany za pomocą metody elementów skończonych.

Do opisu przyjęto elementy powłokowe o zastępczych sztywnościach, obliczonych z warunku równych przemieszczeń.



Rys. 4. Modele obliczeniowe konstrukcji budynku: a) belkowy, b) tarczowy, c) przestrzenny



Rys. 5. Porównanie deformacji poziomych stropu nad parterem uzyskanych z badań i dla analizowanych schematów statycznych

Zestawienie deformacji budynku uzyskane z badań i z obliczeń analitycznych pokazano na rysunku 5.

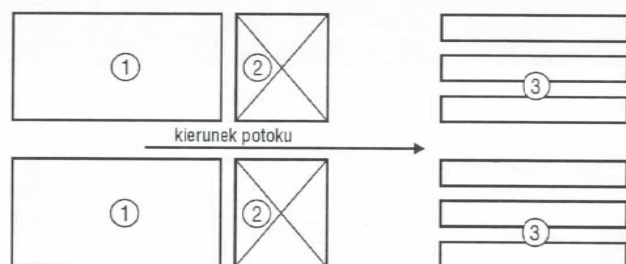
Część linii ze stanowiskami poziomymi pokazano na rysunku 7a, a ze stanowiskami pionowymi – na rysunku 7b.

4. Produkcja i realizacja budynków

Jak podano wyżej, budynki w szkielecie drewnianym można wykonywać z prefabrykatów wielkowymiarowych (ściany, stropy, dach) lub bezpośrednio na budowie z wcześniej przygotowanych pojedynczych elementów, takich jak słupki, belki, nadproża, podwaliny, oczepy, krokwie (Miedziałowski i Malesza, 2006). Jak podano na wstępie obecnie coraz częściej realizuje się budynki z prefabrykatów wielkowymiarowych.

Powstały specjalistyczne linie lub całe zakłady prefabrykacji elementów składowych budynków. Zasady organizacji pracy w tych zakładach opierają się na metodzie potokowej, na metodzie stacjonarnej lub metodach mieszanych. W metodzie potokowej produkcja odbywa się na zasadzie przechodzenia kolejno uzupełnianych elementów przez szereg stanowisk roboczych. Na kolejnych stanowiskach wykonuje się poszczególne operacje robocze kompletujące element.

Operacje na poszczególnych stanowiskach wykonywane są w pozycji poziomej, szczególnie w pierwszej fazie kompletowania szkieletu nośnego a następnie w pozycji pionowej w fazie wykończania elementu. Schemat metody potokowej przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Schemat metody potokowej: 1 – stoły do kompletowania szkieleta drewnianego, ułożenia ocieplenia i montażu poszycia, 2 – stoły uchyłne do zmiany położenia elementu, 3 – regały pionowe do montażu stolarki i robót wykończeniowych

a)



b)



Rys. 7. Stanowiska produkcyjne: a) poziome potokowej linii produkcyjnej, b) regały pionowe potokowej linii produkcyjnej

W metodzie stacjonarnej produkcja odbywa się na jednym stanowisku, gdzie wykonuje się wszystkie operacje. Stanowiska mogą być poziome lub uchyłne.

Wyprodukowane w zakładzie elementy transportowane są na budowę i tam bezpośrednio ze środków transportowych wbudowywane w sposób pokazany na rysunku 8.

a)



b)



Rys. 8. Montaż budynku z elementów prefabrykowanych bezpośrednio ze środków transportowych

Kiedy realizacja budynku odbywa się bezpośrednio na budowie, pojedyncze elementy powinny być dostarczone z wytwórni w stanie przygotowanym wymiarowo i zaimpregnowane przeciwko korozji biologicznej. Ważne jest aby ewentualnych pasowań i związanych z tym cięć elementów konstrukcji było na budowie możliwie najmniej.

Przykład realizowanego obiektu bezpośrednio na budowie pokazano na rysunku 9.



Rys. 9. Realizacja budynku z pojedynczych elementów liniowych bezpośrednio na budowie

5. Podsumowanie

Przedstawione w pracy zagadnienia obejmują problemy kształtowania, analiz statycznych i realizacji budynków w konstrukcji lekkiego szkieletu drewnianego. Z uwagi na specyfikę tego rodzaju konstrukcji zarówno w fazie realizacji jak i eksploatacji wszystkie zagadnienia powinny być traktowane łącznie. Szczególną uwagę należy zwrócić na lekkość oraz na podatność na deformacje tego typu budynków, a także na ich wrażliwość na wpływy atmosferyczne, palność itd. Ważnym zagadnieniem jest w tej sytuacji dobór właściwych modeli obliczeniowych konstrukcji jak też modeli procesów ciepło-wilgotnościowych. W związku ze stosowaniem w coraz większym stopniu prefabrykacji, dodatkowym problemem jest zapewnienie takiej jakości montażu na budowie, aby był on porównywalny do jakości wyprodukowanych fabrycznie elementów składowych budynku.

Literatura

- Breyer D. E. (1993). Design of Wood Structures. *Mc Graw-Hill, Inc.* Third Edition.
- Holzrahmenbau Teil I (1992). Bund Deutcher Zimmermeister. *Z. Auflage*, Karlsruhe.
- Lewicki B. (1979). Budynki wznoszone metodami uprzemysłowionymi. *Arkady*, Warszawa.
- Malesza M., Miedziałowski Cz., Chyży T. (2007). Modelowanie płaskich i przestrzennych konstrukcji szkieletowych budynków drewnianych z weryfikacją doświadczalną.

- W: Materiały LIII Konferencji Naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB, Problemy naukowo-badawcze budownictwa, T. 2, Krynica.
- Miedziałowski Cz., Malesza M. (2006). Budynki o szkieletcie drewnianym z poszyciem. Podstawy mechaniki konstrukcji oraz zagadnienia konstruowania i realizacji. PAN, Warszawa-Białystok.
- Mielczarek Z. (2001). Nowoczesne konstrukcje w budownictwie ogólnym. Arkady, Warszawa.
- Uniform Building Code (1991). Edition, USA.
- Schulze H. (1996). Holzbau, Wande-Decken-Dacher. B. G. Teubner, Stuttgart.

BUILDINGS IN THE LIGHT WOOD-FRAMED TECHNOLOGY FORMATION AND CONSTRUCTION

Abstract: Selected problems of formation, static analysis and construction of buildings in the light wood-framed technology are presented in the paper. Paper presents different methods corresponding to technologies of construction of the wood-framed with sheathing buildings. Modern directions and tendencies in modelling of the wood-framed structures and an exemplified analysis of investigated in natural scale building are also included in the paper. The second part of the paper presents methods of building production and assembling in the form of traditional element-to-element setting as well as the method of the large panel industrially manufactured and then assembled on the site, creating whole building structures.

PROJEKTOWANIE ZESPOŁU MASZYN ZAPEWNIAJĄCYCH CIĄGŁOŚĆ BETONOWANIA KONSTRUKCJI MONOLITYCZNEJ

Roman MARCINKOWSKI*, Artur KOPER

Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Politechnika Warszawska, ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock

Streszczenie: W artykule przedstawiono model zadania projektowego, polegającego na ustaleniu optymalnej liczby maszyn i środków transportu do zapewnienia ciągłości betonowania konstrukcji monolitycznej. Model ten wraz z arkuszem kalkulacyjnym pozwala optymalizować czas i koszty realizacji robót betonowych na wydzielonym froncie robót (przygotowanej do betonowania sekcji). Do rozwiązania zadania optymalizacyjnego proponuje się wykorzystanie algorytmu ewolucyjnego, bądź symulacji komputerowej.

Słowa kluczowe: betonowanie, mechanizacja kompleksowa, optymalizacja procesu betonowania.

1. Wprowadzenie

Projektowanie zespołu maszyn do wykonywania procesów budowlanych jest szczególnie istotne tam, gdzie zachodzi konieczność skorelowania różnych środków pracy. Mamy na myśli systemy organizacyjne kompleksowo zmechanizowane, w których efektywność wykonania przedmiotowego zakresu robót zależy od stopnia wykorzystania maszyn.

W budownictwie występuje wiele procesów kompleksowo zmechanizowanych. Szczególnie są one widoczne w robotach ziemnych realizowanych na wielu frontach robót oraz w dużym zakresie robót betonowych i drogowych. W robotach tych występują problemy doboru maszyn (ich wielkości i liczby) celem zoptymalizowania kosztów realizacji prac. Problemy te były rozwiązywane naukowo na bazie różnych modeli (Orłowski, 2005 i 2010; Koźniewski i in., 2002), jednak ich zastosowanie w praktyce jak dotychczas było incydentalne – głównie z powodu złożonej formy modelu, wymagającego specjalistycznego oprogramowania.

W pracy podjęto problem projektowania organizacji betonowania konstrukcji monolitycznej. Chodzi o ustalenie zestawu maszyn do realizacji procesu betonowania – procesu wykonywanego w jednym cyklu dla danej sekcji czy działki budowlanej. Tempo betonowania takiego frontu robót powinno zapewnić ciągłość betonowania konstrukcji (uzyskanie monolityzacji konstrukcji) oraz racjonalne wykorzystanie środków pracy. Formalizacja takiego problemu jest potrzebna dla praktyki budowlanej, szczególnie wtedy,

gdy zachodzi potrzeba optymalizacji rozwiązań organizacyjnych. W proponowanej w pracy metodzie sformułowano proste zależności, które pozwalają prowadzić kalkulacje w dowolnym arkuszu kalkulacyjnym z poszukiwaniem rozwiązań optymalnych metodą symulacyjną lub programowania matematycznego.

Proces betonowania konstrukcji monolitycznej jest poprzedzony procesami przygotowania deskowań i montażu zbrojenia w deskowaniu. Są to prace, w których wykonaniu wykorzystywane są urządzenia dźwigowe i zespoły przeszkolonych robotników. Trwają one znacznie dłużej, niż sam proces betonowania i nie wymagają korelacji z tym procesem. Uzasadnione jest więc projektowanie organizacji procesu betonowania jako względnie odosobnionego, co ma miejsce w niniejszej pracy.

2. Model sytuacji projektowej

W organizacji betonowania konstrukcji wyróżnić możemy następujące podprocesy:

- przygotowanie mieszanki betonowej w wytwórni,
- transport mieszanki betonowej z wytwórni na budowę (transport zewnętrzny),
- podawanie mieszanki betonowej do przygotowanych form (deskowań),
- układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej.

W tych czterech podprocesach wykorzystywane są odmienne specjalistyczne maszyny i urządzenia, o różnych charakterystykach eksploatacyjnych (w tym

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: marcinkowski@pw.plock.pl

wydajnościowych). W projektowaniu organizacji trzeba zapewnić jednolite i pożądane tempo przemieszczania mieszanki betonowej z wytwórni na wykonywaną konstrukcję. Należy do tego zaangażować taki zestaw sprzętu, który będzie generował najniższe koszty wykonania robót. Określmy zależności opisujące decyzję, ograniczenia i cel w takim problemie.

Wykonawca robót najczęściej ma ustalone rodzaje środków technicznych, które może zaangażować w proces betonowania. Są to betonomieszarki samochodowe, pompy do betonu, różnego rodzaju urządzenia do zagęszczania mieszanki betonowej. Znając wydajności tych urządzeń, lub charakterystyki eksploatacyjne, należy jedynie zdecydować o ich liczbie. Ma ona zapewnić osiągnięcie planowanego tempa betonowania konstrukcji W_{rz} w $[m^3/\text{godz.}]$, spełniającego warunek:

$$W_{dop} \geq W_{rz} \geq \frac{Q_w}{t_{pw} - t_{tr}} \quad (1)$$

gdzie: W_{dop} jest to dopuszczalne tempo betonowania konstrukcji zlokalizowanych na rozpatrywanym froncie robót; Q_w jest objętością warstwy mieszanki betonowej układanej w jednym cyklu roboczym w m^3 ; t_{pw} jest czasem rozpoczęcia wiązania mieszanki betonowej w godzinach; t_{tr} jest czasem transportu gotowej do użycia mieszanki betonowej (strata czasu na dostarczenie gotowej mieszanki betonowej w miejsce jej wbudowania i jej zagęszczenie).

Dopuszczalne tempo betonowania konstrukcji W_{dop} należy określać dla przygotowanej do betonowania sekcji (działki roboczej). Zależy ona od dopuszczalnej szybkości układania mieszanki betonowej w deskowaniach V_b w $m/\text{godz.}$ i powierzchni F_s rzutu poziomego ścian i słupów betonowanych na tej sekcji. Dopuszczalne tempo W_{dop} powinno spełniać warunek:

$$W_{dop} \leq F_s \cdot V_b \quad (2)$$

Współcześnie stosowane deskowania umożliwiają układanie w nich mieszanki betonowej z szybkością $V_b = 2-3 m/\text{godz.}$

Czas rozpoczęcia wiązania t_{pw} mieszanki betonowej zależy od warunków atmosferycznych i charakterystyki samej mieszanki betonowej. Wynosi on najczęściej od 1,5 do 2 godzin.

Określenie czasu transportu t_{tr} gotowej do użycia mieszanki betonowej wymaga pewnych kalkulacji. Obejmuje on bowiem czas transportu zewnętrznego i wewnętrznego oraz ułożenia w deskowaniu mieszanki betonowej o objętości dowożonej jednym środkiem transportu zewnętrznego (jest nim najczęściej betonomieszarka samochodowa, która może dostarczyć w jednym cyklu do $10 m^3$ mieszanki betonowej). Oznaczając ładowność środka transportowego zmienną Q_{tr}^1 , czas t_{tr} możemy wyznaczyć z zależności:

$$t_{tr} = t_{tr}^z + t_{tr}^j + t_{tr}^p + \max \left\{ \frac{Q_{tr}^1}{W_{pmb}^1}; \frac{Q_{tr}^1}{W_{rz}} \right\}, \quad (3)$$

gdzie t_{tr}^2 jest czasem załadowania środka transportowego mieszanką betonową; t_{tr}^j jest czasem przejazdu środka transportowego z wytwórni masy betonowej na budowę; t_{tr}^p to czas podstawienia środka transportowego pod wyładunek; zaś W_{pmb}^1 to tempo podawania mieszanki betonowej na konstrukcję (zależne od wydajności pompy lub innego zestawu urządzeń wykorzystywanego do podawania mieszanki betonowej).

Tempo betonowania sekcji, poza spełnieniem warunku (1) i (2) wynika z wydajności i liczby zaangażowanych w proces maszyn i urządzeń. Przyjmując, że znamy wydajność urządzeń do podawania mieszanki betonowej i do jej zagęszczania oraz czasy istotne do określenia cyklu transportowego jednostek transportu zewnętrznego możemy sformułować zależności, za pomocą których można ustalić rzeczywiste tempo betonowania sekcji. Tempo to musi spełniać trzy niżej wymienione warunki.

1. Warunek wydajności urządzeń do podawania mieszanki betonowej:

$$W_{rz} \leq L_{pmb}^s \cdot W_{pmb}^1 \quad (4)$$

gdzie L_{pmb}^s jest liczbą kompletnych urządzeń stosowanych do podawania mieszanki betonowej.

2. Warunek wydajności urządzeń do zagęszczania mieszanki betonowej:

$$W_{rz} \leq L_{zmb}^s \cdot W_{zmb}^1 \quad (5)$$

gdzie L_{zmb}^s jest liczbą urządzeń stosowanych do zagęszczania mieszanki betonowej; W_{zmb}^1 jest wydajnością pojedynczego urządzenia stosowanego do zagęszczania mieszanki betonowej.

3. Warunek wydajności transportu zewnętrznego mieszanki betonowej:

$$W_{rz} \leq L_{tr}^s \cdot \frac{Q_{tr}^1}{t_{tr}^z + 2 \cdot t_{tr}^j + t_{tr}^p + \frac{Q_{tr}^1}{W_{pmb}^1}} \quad (6)$$

gdzie L_{tr}^s jest liczbą środków transportowych użytych do transportu mieszanki betonowej.

Liczby użytych środków L_{pmb}^s , L_{zmb}^s , L_{tr}^s generują koszty realizacji procesu betonowania konstrukcji. Są one związane z czasem pracy maszyn i urządzeń oraz kosztami jednostkowymi. Czas T pracy jednostek sprzętowych możemy ustalić wg zależności:

$$T = \frac{Q}{W_{rz}} \quad (7)$$

gdzie Q jest objętością mieszanki betonowej układanej w rozpatrywanym procesie betonowania.

Znając jednostkowe koszty pracy sprzętu użytego w planowanym przedsięwzięciu k_{pmb}^1 , k_{zmb}^1 , k_{tr}^1 (jednostkowy koszt pracy – odpowiednio: jednostki transportu zewnętrznego, kompletu urządzeń do podawania mieszanki betonowej, urządzenia do zagęszczania mieszanki betonowej) możemy określić

całkowite koszty zatrudnienia maszyn i urządzeń przy realizacji procesu betonowania:

$$K = T \cdot \left[L_{tr}^s \cdot k_{tr}^1 + L_{pmb}^s \cdot k_{pmb}^1 + L_{zmb}^s \cdot k_{zmb}^1 \right] + \left[L_{tr}^s \cdot k_{tr}^{st} + L_{pmb}^s \cdot k_{pmb}^{st} + L_{zmb}^s \cdot k_{zmb}^{st} \right] \quad (8)$$

gdzie: k_{pmb}^{st} , k_{zmb}^{st} , k_{tr}^{st} są kosztami stałymi związanymi z zatrudnieniem maszyn i urządzeń na budowie (niezależne od czasu ich pracy), odpowiednio: urządzenia do podawania mieszanki betonowej, urządzenia do zagęszczania mieszanki betonowej, środki transportu.

3. Model sytuacji decyzyjnej

Analizując powyższe zależności nietrudno sformułować zadanie optymalizacyjne. Zmiennymi decyzyjnymi są tu liczby urządzeń (z wyłączeniem tych, które wykonawca określa jako ustalone) oraz tempo betonowania konstrukcji W_{rz} . Ich ustalenie generuje czas cyklu realizacji procesu betonowania i koszty całkowite, które powinny być minimalizowane w rozwiązaniu problemu.

Formalizując zadanie optymalizacyjne, model zadania ma postać:

- wyznaczyć wartości zmiennych L_{pmb}^s , L_{zmb}^s , L_{tr}^s oraz W_{rz} , tak aby zminimalizować:

$$\min T : T = \frac{Q}{W_{rz}} \quad (9)$$

oraz

$$\min K : K = T \cdot \left[L_{tr}^s \cdot k_{tr}^1 + L_{pmb}^s \cdot k_{pmb}^1 + L_{zmb}^s \cdot k_{zmb}^1 \right] + \left[L_{tr}^s \cdot k_{tr}^{st} + L_{pmb}^s \cdot k_{pmb}^{st} + L_{zmb}^s \cdot k_{zmb}^{st} \right] \quad (10)$$

- przy spełnieniu warunków określonych zależnościami (1), (2), (4), (5), (6).

Nietrudno zauważyć, że funkcja kryterialna K jest zależna wprost proporcjonalnie od funkcji T (czasu betonowania sekcji). Wystarczy więc minimalizować funkcję K w procesie poszukiwania rozwiązania optymalnego.

Do rozwiązywania przedstawionego zadania opracowano arkusz kalkulacyjny, którego strukturę przedstawia rysunek 1. Arkusz ten wykorzystano do optymalizacji kosztów zatrudnienia sprzętu do wykonania procesu betonowania. Optymalizację tę realizowano za pomocą narzędzia Solver programu EXCEL przy wykorzystaniu metody ewolucyjnej (Golberg, 2008). W modelu optymalizacyjnym dodatkowo deklarowano całkowitoliczbowość zmiennych decyzyjnych i ograniczony przedział ich wartości. Użyteczność proponowanego podejścia do problemu potwierdzają zamieszczone dalej przykłady.

	A	B	C
1	Kalkulacja możliwości betonowania konstrukcji ustalonym (lub optymalnym) zestawem maszyn		
2	Charakterystyka betonowanej sekcji konstrukcji		
3	Powierzchnia rzutu betonowanej konstrukcji	40	[m ²]
4	Objętość mieszanki betonowej do ułożenia	80	[m ³]
5	Dopuszczalne tempo napełniania deskowań	2	[m/godz]
6	Grubość warstwy układanej mieszanki betonowej	30	[cm]
7	Szerokość układanej warstwy mieszanki betonowej	100	[cm]
8	Długość układanej warstwy mieszanki betonowej	20	[m]
9	Charakterystyka środków mechanizacji		
10	Ładowność środka do transportu mieszanki betonowej	10	[m ³]
11	Czas załadowania środka do transportu mieszanki betonowej	5	[min]
12	Czas przejazdu śr. transp. mieszanki betonowej na budowę	30	[min]
13	Czas podstawienia śr. transp. m. bet. pod wyładunek	5	[min]
14	Wydajność pojedynczego urządzenia do podawania mieszanki bet.	30	[m ³ /godz]
15	Wydajność pojedynczego urządzenia do zagęszczania mieszanki bet.	5	[m ³ /godz]
16	Ograniczenia		
17	Czas rozpoczęcia wiązania mieszanki betonowej	120	[min]
18	Czas transportu gotowej mieszanki betonowej	=SUMA(B11/60;B12/60;B13/60;MAX(B10/B14))	[godz]
19	Niezbędna wydajność betonowania sekcji	=((B6/100)*(B7/100)*B8)/(B17/60-B18)	[m ³ /godz]
20	Maksymalna dopuszczalna wydajność betonowania	=B3*B5	[m ³ /godz]
21	Wydajność transportu zewnętrznego	=B34*B10/(B11/60+2*B12/60+B13/60+B10/B14)	[m ³ /godz]
22	Wydajność urządzeń do zagęszczania mieszanki betonowej	=B33*B15	[m ³ /godz]
23	Wydajność urządzeń do podawania mieszanki betonowej	=B32*B14	[m ³ /godz]
24	Koszty	pracy	stałe
25	Koszty urządzenia do podawania mieszanki betonowej [zł]	120	500
26	Koszty urządzenia do zagęszczania mieszanki betonowej [zł]	20	0
27	Koszty środka transportu zewnętrznego mieszanki betonowej [zł]	80	100
28	Koszty pracy sprzętu	=B36*(SUMA.ILOCZYNÓW(B32:B34;B25:B27))	
29	Koszty stałe zatrudnienia sprzętu	=SUMA.ILOCZYNÓW(B32:B34;C25:C27)	
30	Koszt sumaryczne zatrudnienia sprzętu [zł]	=B28+B29	
31	Wyniki		
32	Liczba urządzeń do podawania mieszanki betonowej	1	[kpl]
33	Liczba urządzeń do zagęszczania mieszanki betonowej	4	[kpl]
34	Liczba środków do transportu zewnętrznego mieszanki betonowej	3	[kpl]
35	Rzeczywista wydajność betonowania sekcji	=MIN(B21:B23)	[m ³ /godz]
36	Czas betonowania sekcji	=B4/B35	[godz]
37	* pola z zielonym wypełnieniem zawierają dane wprowadzane przez planującego		

Rys. 1. Arkusz kalkulacyjny programu EXCEL do rozwiązywania zadania ustalenia optymalnej liczby maszyn i środków transportu do zapewnienia ciągłości betonowania konstrukcji monolitycznej

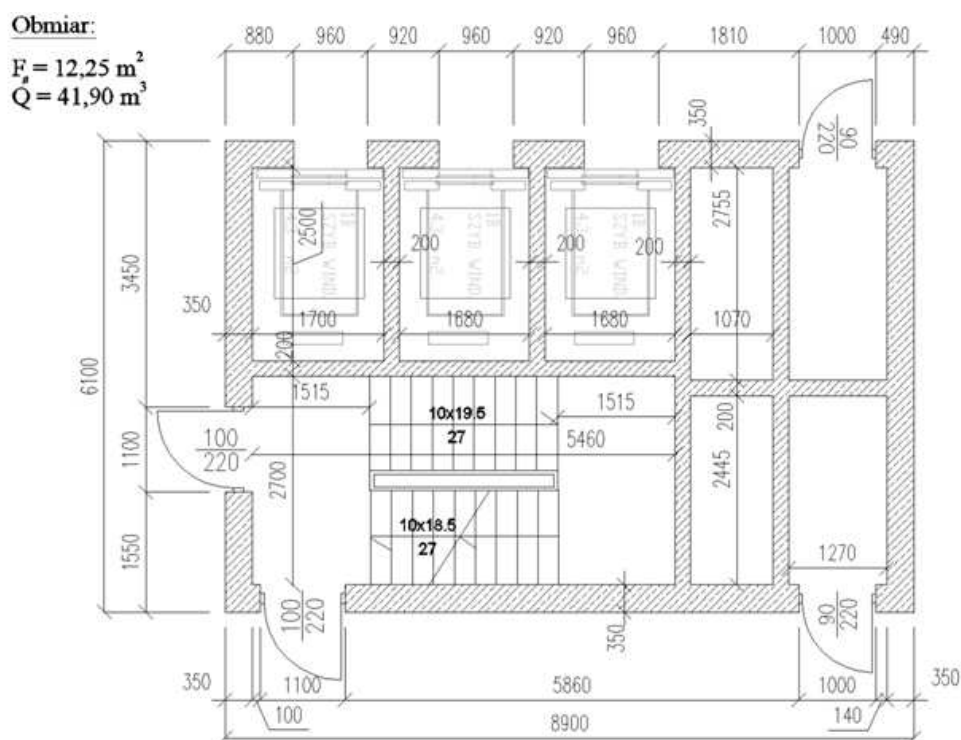
4. Przykłady

4.1. Przykład 1

Przyjmijmy, że mamy ułożyć mieszankę betonową na sekcji ścian trzonu komunikacyjnego budynku przedstawionej na rysunku 2. Objętość mieszanki betonowej do ułożenia wynosi $41,90 \text{ m}^3$. Charakterystykę betonowanej sekcji konstrukcji i użytych środków mechanizacji przedstawiono w tabeli 1. Przyjmując czas rozpoczęcia wiązania mieszanki betonowej równy 2 godziny, ustalając na podstawie zał. (3) czas transportu

gotowej mieszanki betonowej na 1 godz., niezbędna wydajność betonowania sekcji wynosi $2,35 \text{ m}^3/\text{h}$. Z warunku dopuszczalnej prędkości napełniania deskowań wynika maksymalna dopuszczalna wydajność betonowania, która wynosi w naszym przypadku $24,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Optymalny zestaw sprzętu do wykonania procesu betonowania to: 1 pompa do betonu, 4 wibratory pogrążalne i 3 betonomieszarki samochodowe. Betonowanie sekcji można zrealizować w ciągu 2,10 godziny. Minimalny koszt zatrudnienia maszyn wyniesie 2 243 zł.



Rys. 2. Rzut ścian żelbetowych trzonu komunikacyjnego budynku

Tab. 1. Charakterystyka betonowanej konstrukcji i środków mechanizacji do przykładu 1

Charakterystyka betonowanej sekcji konstrukcji	
Powierzchnia rzutu betonowanej konstrukcji	12,25 m ²
Objętość mieszanki betonowej do ułożenia	41,90 m ³
Dopuszczalne tempo napełniania deskowań	2,00 m/godz.
Grubość warstwy układanej mieszanki betonowej	30,00 cm
Szerokość układanej warstwy mieszanki betonowej	35,00 cm
Długość układanej warstwy mieszanki betonowej	24,00 m
Charakterystyka środków mechanizacji	
Ładowność środka do transportu mieszanki betonowej	10,00 m ³
Czas załadunku środka do transportu mieszanki betonowej	5,00 min.
Czas przejazdu środków transportu mieszanki betonowej na budowę	30,00 min.
Czas podstawienia środków transportu mieszanki bet. pod wyładunek	5,00 min.
Wydajność pojedynczego urządzenia do podawania mieszanki bet.	30,00 m ³ /godz.
Wydajność pojedynczego urządzenia do zagęszczania mieszanki bet.	5,00 m ³ /godz.

4.2 Przykład 2

Przyjmijmy, że mamy ułożyć mieszankę betonową na stropie wielokondygnacyjnego budynku. Objętość mieszanki betonowej do ułożenia wynosi 427 m^3 . Powierzchnia betonowanego stropu wynosi 1524 m^2 . Załóżmy, że wykonawca dysponuje betonomieszkarkami samochodowymi o pojemności 10 m^3 oraz pompami do podawania mieszanki betonowej o wydajności eksploatacyjnej równej $30 \text{ m}^3/\text{godzinę}$. Zagęszczanie mieszanki betonowej będzie realizowane listwami wibracyjnymi, których wydajność w rozpatrywanej sytuacji wyniesie $15 \text{ m}^3/\text{godzinę}$. Przyjmując czas rozpoczęcia wiązania mieszanki betonowej równy 2 godziny, ustalając na podstawie zależności (3) czas transportu gotowej mieszanki betonowej na 1 godz., niezbędna wydajność betonowania stropu (ze względu na potrzebę zachowania ciągłości betonowania) wynosi $16,80 \text{ m}^3/\text{h}$.

Optymalny zestaw sprzętu do wykonania procesu betonowania to: 2 pompy do betonu, 4 listwy wibracyjne i 8 betonomieszarek samochodowych. Betonowanie stropu można zrealizować w ciągu 8,01 godziny. Minimalny koszt zatrudnienia maszyn wyniesie 15314,55 zł.

Literatura

- Golberg D.E. (2008). Genetic algorithms – in Search, Optimization and Machine Learning, WPC Addison 2008.
- Koźniewski E., Orłowski Z., Orłowski M. (2002). Dobór zestawu maszyn do transportu mieszanki. W: materiały *XLVIII Konferencji Naukowej KILiW PAN i KN PZITB*, Krynica 2002.
- Orłowski Z. (2005). Ryzyko w wykonawstwie robót betonowych. W: Materiały *Konferencji Naukowo-Technicznej „Budownictwo polskie w rok po wstąpieniu do Unii Europejskiej. Wybrane problemy technologiczno-organizacyjne”*. Politechnika Gdańska 2005, 193-197.
- Orłowski Z. (2010). Podstawy technologii betonowego budownictwa monolitycznego. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

PLANNING GROUP OF MACHINES TO PROVIDE CONTINUITY CONCRETING OF MONOLITH STRUCTURES

Abstract: The article presents a model of project task that can rule an optimal quantity of machines and transports to provide continuity concreting of monolith construction. This model with a spreadsheet program allows optimizing time and cost of concrete works realization on single out front works (section prepares to concrete). For the solution of task we suggest to take an evolutionary algorithm or computer simulation.

WPŁYW NIEEFEKTYWNOŚCI RYNKU NIERUCHOMOŚCI NA DOKŁADNOŚĆ OPISU WARTOŚCI NIERUCHOMOŚCI ZA POMOCĄ LINIOWYCH MODELI REGRESJI WIELORAKIEJ

Wiesław MESZEK, Agnieszka DZIADOSZ*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo5, 60-965 Poznań

Streszczenie: Szacowanie rynkowej wartości nieruchomości opiera się w głównej mierze na cenach transakcyjnych, które powinny w pełni odzwierciedlać charakterystyczne ich cechy. Rynek nieruchomości ze względu na swoją specyfikę jest jednak rynkiem nieefektywnym, na którym ceny transakcyjne w różnym (i nieznanym) stopniu są estymatorami wartości nieruchomości. Zakres referatu, w oparciu o eksperyment statystyczny, obejmuje analizę porównawczą pomiędzy efektami procesu wyceny zrealizowanego w warunkach rynku efektywnego i w warunkach rynku (w różnym stopniu) nieefektywnego.

Słowa kluczowe: modele regresji wielorakiej, rynek nieruchomości, rynek nieefektywny.

1. Wprowadzenie

Praktyka wyceny nieruchomości oparta jest na założeniu o efektywności rynku nieruchomości, to znaczy na niekwestionowanej hipotezie, iż ceny transakcyjne odwzorowują w pełni cechy nieruchomości, stanowiąc jedyną podstawę określania wartości.

Problematykę wpływu nieefektywności rynku na możliwości odwzorowania cech nieruchomości w cenach transakcyjnych podejmują nieliczne publikacje, co wynika między innymi ze złożoności zagadnienia, a także z obiektywnych problemów ze sformułowaniem w miarę prostych instrumentów odwzorowujących zjawisko nieefektywności rynku nieruchomości w metodyce i praktyce wyceny.

Wypracowane w ramach ogólnej teorii efektywności rynku instrumenty weryfikacji poziomu efektywności, nawet jeżeli ich wykorzystanie na rynku nieruchomości byłoby możliwe, nie dają poglądu na to, czy i w jakim stopniu nieefektywność rynku nieruchomości wpływa na wiarygodność uzyskanego wyniku (to jest wartości nieruchomości określanej w procesie wyceny).

Niniejsze opracowanie, wykorzystując znany powszechnie liniowy model regresji wielorakiej, podejmuje próbę dokonania analizy porównawczej pomiędzy efektami procesu wyceny zrealizowanego w warunkach rynku efektywnego i w warunkach rynku (w różnym stopniu) nieefektywnego.

Analiza dokonana w niniejszym opracowaniu ma

charakter eksperymentu statystycznego; pełne odzwierciedlenie cech nieruchomości w cenach transakcyjnych (zwłaszcza na małych próbach) jest bowiem niemożliwe do empirycznego potwierdzenia, nie jest również możliwe empiryczne potwierdzenie stopnia nieefektywności rynku (w interesującym nas fragmencie, którym zwykle jest rynek lokalny w zakresie nieruchomości danego rodzaju).

2. Nieefektywność rynku nieruchomości; przyczyny, przesłanki, skutki

Teoria efektywności rynku (za której twórcę uważa się Eugena Fama) powstała i rozwinięta została przede wszystkim na potrzeby i w kontekście analiz rynków kapitałowych; stąd podstawowe definicje zawierają sformułowania odnoszące się do kursów akcji.

Według Famy (1990): *rynek efektywny to rynek, gdzie ważne informacje bieżące są prawie bezkosztowo dostępne dla wszystkich uczestników oraz na którym aktywnie współzawodniczy duża liczba racjonalnie postępujących inwestorów działających z nastawieniem na maksymalizację zysku i starających się przewidzieć rozwój kursu akcji. Na rynku efektywnym konkurencja pomiędzy jego inteligentnie postępującymi uczestnikami doprowadza do tego, że bieżąca cena akcji w każdym momencie odzwierciedla informacje związane*

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: agnieszka.dziadosz@put.poznan.pl

z przeszłymi wydarzeniami oraz wydarzeniami, które dopiero zjdą na rynku (Gabryś, 2006).

W nawiązaniu do rynku nieruchomości efektywność rynku interpretowana jest jako *ciągłe odwzorowanie w cenach transakcyjnych nieruchomości dopływających do systemu odpowiednich informacji, przy założeniu, że informacje te są znane, rozumiane i bezwarunkowo uczestniczą w procesach podejmowania decyzji* (Wiśniewski, 2007).

Na efektywnym rynku nieruchomości można byłoby zatem przyjąć, iż:

- cena transakcyjna odwzorowuje precyzyjnie wszystkie informacje płynące z rynku zarówno w ujęciu statycznym, jak i dynamicznym,
- cena transakcyjna jest miarą wartości,
- notowania cen transakcyjnych są dobrym sygnałem do podejmowania decyzji o alokacji kapitału, przy czym dochód rekompensuje jedynie ryzyko lokaty (nie może być wyższy).

W literaturze wyróżnia się trzy formy efektywności rynku: słabą (*weak form*), półsilną lub średnią (*semi-strong form*) oraz silną (*strong form*). Kucharska-Stasiak (2006 i 2010) podkreślając wielokrotnie fakt nieefektywności rynku nieruchomości wskazuje wprawdzie na to, iż sformułowana została teza o jego niskiej efektywności (słabej formie efektywności), jednak testy przeprowadzone przez Wiśniewskiego (2007), oparte na danych z kilku lokalnych rynków nieruchomości nie dają podstaw do pozytywnej weryfikacji takiej tezy.

Wśród przyczyn nieefektywności rynku nieruchomości wskazać można większość specyficznych cech tego rynku, a w szczególności jego niedoskonałość, czynniki deformujące ceny (w tym nieracjonalne zachowania stron transakcji), zróżnicowane formy obrotu (na przykład transakcja prywatna, przetarg) i zróżnicowane warunki transakcji, zróżnicowane umiejętności negocjacji.

Wiśniewski (2007) podkreśla ponadto, iż w znacznym stopniu na nieefektywność rynku nieruchomości wpływają następujące czynniki:

- mniejsza liczba uczestników rynku, niż w przypadku rynków innych, co przekłada się na mniejszą liczbę możliwości wprowadzania nowych informacji na rynek nieruchomości; uczestnicy rynku nieruchomości są często słabo przygotowani do zawierania umów, będących wyrazem wartościowania pozyskanych informacji;
- nieruchomości nie wykazują homogeniczności, a heterogeniczność transakcji uniemożliwia wartościowanie nowych informacji;
- dostęp do informacji (w przeciwieństwie do rynków kapitałowych) jest ograniczony oraz uwarunkowany przez wiele czynników, szczerzący charakter systemów informacyjnych, brak losowości napływu informacji na rynek, ograniczony zakres bezpłatnego, powszechnego dostępu do informacji, uprzywilejowanie grup uczestników rynku wykorzystujących znane sobie informacje;
- brak zgodności inwestorów co do oceny napływających informacji.

W kontekście mechanizmów rynkowych przejawami nieefektywności rynku nieruchomości są w szczególności:

- ceny transakcyjne nie odwzorowują na bieżąco zmian zachodzących w otoczeniu (brak elastycznej reakcji rynku na bieżące informacje z zakresu popytu);
- ceny transakcyjne nie są całkowicie wyznaczane przez rynek (odmiennie niż na rynku papierów wartościowych), na ich poziom wpływają czynniki i okoliczności częściowo znane z procesie wyceny, jak przykładowo forma sprzedaży (aukcja, przetarg), jak i okoliczności nie znane jak na przykład: strategia sprzedaży, zdolności negocjacyjne uczestników transakcji, powiązania pomiędzy kupującym i sprzedającym, motywacje i emocje towarzyszące negocjacom;
- ceny transakcyjne nie będąc wiarygodną miarą wartości nie stanowią pewnej podstawy do podejmowania decyzji inwestycyjnych;
- istnieją możliwości uzyskiwania anormalnych dochodów z inwestycji w nieruchomości, jednak działania inwestorów obarczone są znaczącym ryzykiem.

W kontekście możliwości szacowania nieruchomości przejawami nieefektywności rynku nieruchomości są w szczególności: występujące trudności w wycenie nieruchomości, skutkująca między innymi obserwowaną skłonnością do zaniżania wartości w okresie ożywienia i do zawyżania wartości w okresie stagnacji.

3. Możliwość opisu wartości nieruchomości za pomocą liniowych modeli regresji wielorakiej

W procesie szacowania nieruchomości znalazły zastosowanie różnego typu modele matematyczne (Czaja, 2001), w tym:

- liniowe i nieliniowe modele addytywne,
- nieliniowe modele multiplikatywne, np.:
 - w formie multiplikatywnej funkcji wykładniczej,
 - w formie multiplikatywnej funkcji potęgowej.

Dla potrzeb niniejszego opracowania wykorzystano liniowy model regresji wielorakiej (z grupy liniowych modeli addytywnych), który w wycenie nieruchomości ma długą historię. Bitner (2007) wskazuje, iż pierwsza praca, w której wartość nieruchomości była estymowana za pomocą regresji wielorakiej powstała już na początku ubiegłego wieku, a sięgając do modeli liniowych podkreślano zwykle iż:

- jest to najprostszy sposób określenia wpływu cech nieruchomości na cenę i najbardziej właściwy w sytuacji kiedy nie jest znana funkcyjna postać tej zależności;
- niemal wszystkie funkcje dają się w pewnym zakresie linearyzować.

Na szerszą skalę, wykorzystanie modeli regresji wielorakiej do wyceny nieruchomości rozpoczęło się w latach 70-tych ubiegłego stulecia, zwłaszcza tam gdzie pojawiło się zapotrzebowanie na wycenę masową. Pawlukowicz (2006) wskazuje, iż już w 1978 roku podstawy analizy regresji wielorakiej opublikowane

zostały przez American Institute of Real Estate Appraisal. Kolejna faza znaczącego rozszerzenia zastosowań omawianych modeli nastąpiła w latach 90-tych, co niewątpliwie stanowiło efekt rozwoju technik komputerowych, a także, co podkreśla Bitner (2007) prężnie rozwijający się system GIS (*Geographic Information System*) umożliwiający szybką przestrzenną identyfikację nieruchomości.

Nie ulega też wątpliwości, iż znaczącymi przesłankami wykorzystania tego typu modeli była i jest ich prostota oraz łatwość rozwiązywania. Modele pozwalają na badanie wzajemnych zależności między czynnikami oraz stanowią doskonałe narzędzie do predykcji przyszłych wartości danego zjawiska.

Ogólna postać modelu regresji wielorakiej, w nawiązaniu do opisu wartości nieruchomości przyjmuje postać:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_k \cdot X_k + \zeta \quad (1)$$

gdzie: Y jest zmienną objaśnianą (wartość nieruchomości), X_i jest zmienną objaśniającą (wartości atrybutów – cech według przyjętej skali ocen) nieruchomości, β_0 jest wyrazem wolny, β_i jest parametrem modelu wskazującym o ile zmieni się wartość zmiennej objaśnianej (wartość nieruchomości) przy zmianie oceny atrybutu o jednostkę przy założeniu stałości pozostałych zmiennych objaśniających, ζ jest składnikiem losowym.

W ramach analizy regresji zmienne X_i uważa się za wielkości, których wartości są ustalane i niezależne od składnika (błędu) losowego ζ , będącego jedynym źródłem losowości zmiennej Y .

Na podstawie określonych wartości współczynników modelu regresji wielorakiej (najczęściej przy użyciu metody najmniejszych kwadratów) prognozować można wartości nieruchomości podobnych do analizowanych w modelu, których atrybuty mieszczą się w granicach rozpatrywanych informacji rynkowych.

Należy też odnotować wyrażany w literaturze przedmiotu sceptycyzm co do zasadności wykorzystania liniowych modeli regresji wielorakiej w procesie wyceny nieruchomości (Prystupa, 2000). Niektórzy autorzy podkreślają przy tym, iż stosowanie modeli liniowych do analizy zjawisk opisywanych przy użyciu zmiennych jakościowych, których ocenę dokonuje się na skali porządkowej (co ma miejsce w przypadku rynku nieruchomości) jest wielce problematyczne (Hozer i in., 2002).

Niniejsze opracowanie nie podejmuje problemu oceny przydatności poszczególnych rodzajów modeli matematycznych w procesie szacowania nieruchomości; zaprezentowana analiza możliwa jest przy wykorzystaniu różnych instrumentów i technik obliczeniowych.

4. Model liniowej regresji wielorakiej opisujący wartość nieruchomości na rynku efektywnym i nieefektywnym.

Analiza dokonana w niniejszym opracowaniu ma charakter eksperymentu statystycznego; pełne

odzwierciedlenie cech nieruchomości w cenach transakcyjnych (zwłaszcza na małych próbach) jest bowiem niemożliwe do empirycznego potwierdzenia, nie jest również możliwe empiryczne potwierdzenie stopnia nieefektywności rynku (w interesującym nas fragmencie, którym zwykle jest rynek lokalny w zakresie nieruchomości danego rodzaju).

Dla odzwierciedlenia rynku efektywnego (hipotetycznie) i nieefektywnego posłużono się przykładem modelu regresji wielorakiej, zawierającego 4 zmienne objaśniające (cechy nieruchomości mające wpływ na wartość); zmienną objaśnianą jest natomiast wartość jednostkowa (wartość 1 m²) gruntu rozważanej nieruchomości.

Dla celów modelowania wykorzystano model regresji wielorakiej odwzorowujący hipotetyczny fragment rynku efektywnego za pomocą zależności:

$$C_e = 100 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \quad (2)$$

przy czym, dla podkreślenia faktu, iż bazę do porównań stanowią wyłącznie nieruchomości podobne¹, oceny cech zawierały się każdorazowo w przedziale <30,40>. Model umożliwił wygenerowanie 16 hipotetycznych transakcji zestawionych w tabeli 1.

Tab. 1. Dane wyjściowe odzwierciedlające hipotetyczny rynek efektywny

Nr transakcji	Ocena cech (zmienne objaśniające)				Cena na rynku efektywnym (zmieniana objaśniana)
	X_1	X_2	X_3	X_4	C_e (PLN/m ²)
1	40	40	40	40	260,00
2	40	40	40	30	250,00
3	40	40	30	40	250,00
4	40	40	30	30	240,00
5	40	30	40	40	250,00
6	40	30	40	30	240,00
7	40	30	30	40	240,00
8	40	30	30	30	230,00
9	30	40	40	40	250,00
10	30	40	40	30	240,00
11	30	40	30	40	240,00
12	30	40	30	30	230,00
13	30	30	40	40	240,00
14	30	30	40	30	230,00
15	30	30	30	40	230,00
16	30	30	30	30	220,00

¹ Zgodnie z art. 4 pkt. 16 Ustawy z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami (jednolity tekst Dz. U. Nr 102, poz. 651 z późn. zm.) przez nieruchomość podobną należy rozumieć nieruchomość, która jest porównywalna z nieruchomością stanowiącą przedmiot wyceny, ze względu na położenie, stan prawny, przeznaczenie, sposób korzystania oraz inne cechy wpływające na jej wartość.

Z punktu widzenia oceny bazy nieruchomości podobnych traktowanych jako fragment hipotetycznego rynku efektywnego odnotować należy wielkości (tab. 2).

Dla pełnej oceny modelu rynku efektywnego przytoczyć można macierz korelacyjną, zawierającą współczynniki korelacji zupełnej Pearsona z której wynika brak skorelowania zmiennych objaśniających ze sobą oraz silne skorelowanie zmiennych objaśniających z ceną nieruchomości t.j. ze zmienną objaśnianą (tab. 3) Czaja (2001) wskazuje, iż współczynnik korelacji zupełnej Pearsona poszczególnych cech z ceną nieruchomości winien wynosić co najmniej 0,3.

W ramach realizacji eksperymentu statystycznego przeanalizowano 40 wariantów 16-elementowych baz nieruchomości, uwzględniając identyczne cechy nieruchomości i ich oceny (4 zmienne objaśniające).

Nieefektywność rynku nieruchomości odzwierciedlono poprzez fakt, iż ceny transakcyjne (C) w różnym stopniu nie spełniają wzoru (2), t.j.

$$C \neq 100 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \quad (3)$$

Dla ograniczenia stopnia nieefektywności rynku, przy symulacyjnym kreowaniu poszczególnych wariantów:

- utrzymano dla każdego wariantu średnią cenę nieruchomości w bazie wynoszącą 240 PLN/1m²,
- zmienność poszczególnych cen ograniczono do $\pm 20\%$ w stosunku do ceny efektywnej, to jest spełniającej warunek (2).

Utworzone warianty oceniano pod kątem różnicy w stosunku do wariantu podstawowego (odzwierciedlającego rynek efektywny), wykorzystując generalnie wskaźnik rozproszenia typu

$$\lambda = \frac{\sigma_n}{\bar{X}}$$

W kategoriach statystyki matematycznej współczynnik rozproszenia (dyspersja) interpretowany jest jako przypadającą wartość odchylenia na jednostkę wartości średniej; często wykorzystywany jest w inżynierii finansowej do oszacowania ryzyka związanego

Tab. 2. Wybrane parametry bazy nieruchomości podobnych

	X_1	X_2	X_3	X_4	C_e (PLN/1m ²)	Uwagi
Średnia ($\hat{X}$)	35,00	35,00	35,00	35,00	240,00	
Odchylenie standardowe z próby (σ_n)	5,164	5,164	5,164	5,164	10,328	
$C_{\max}$					260,00	
$C_{\min}$					220,00	
$S_c = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{C_{\max} + C_{\min}} \cdot 200\%$					0,167	Wskaźnik podawany przez Adamczewskiego (2011) jako kryterium celowości uwzględniania ocen poszczególnych cech; $S_c < 0,15$ wskazywałby na niecelowość dokonywania analizy porównawczej i zasadność posłużenia się średnią arytmetyczną cen nieruchomości podobnych
$\lambda = \frac{\sigma_n}{\bar{X}}$	0,148	0,148	0,148	0,148	0,043	Czaja (2001) formułuje tezę, iż dla prób jednowymiarowych zmiennych losowych rozważanych w wycenie nieruchomości wartość współczynnika rozproszenia (dyspersji) powinna być mniejsza od 0,15

Tab. 3. Macierz korelacyjną, zawierającą współczynniki korelacji zupełnej Pearsona

	X_1	X_2	X_3	X_4	C_e
X_1	1,0000				
X_2	0,0000	1,0000			
X_3	0,0000	0,0000	1,0000		
X_4	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	
C_e	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,0000

z inwestowaniem. Wskaźnik ten, po uwzględnieniu stosowanych uprzednio oznaczeń, liczności bazy nieruchomości podobnych oraz średniej ceny transakcyjnej w bazie przyjmuje postać:

$$\lambda_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{16} (C_e - C)^2}{16}} \quad (4)$$

gdzie: λ_n jest wskaźnikiem rozproszenia, w tym wypadku traktowanym jako odzwierciedlający stopień nieefektywności rynku nieruchomości, σ_n jest odchyleniem standardowym w próbie n -elementowej, $\hat{X}$ jest wartością średnią z próby.

5. Analiza porównawcza wyników modelu

Zbudowany i rozwiązany każdorazowo metodą najmniejszych kwadratów (wykorzystano grupę funkcji „Analiza danych” w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel) liniowy model regresji wielorakiej (40 odrębnych modeli) umożliwił zestawienie uzyskanych wyników na tle stopnia nieefektywności rynku. Każdy model zweryfikowano pod względem badania istotności korelacji (potwierdzono brak zależności między zmiennymi objaśnianymi) oraz badania istotności parametrów strukturalnych.

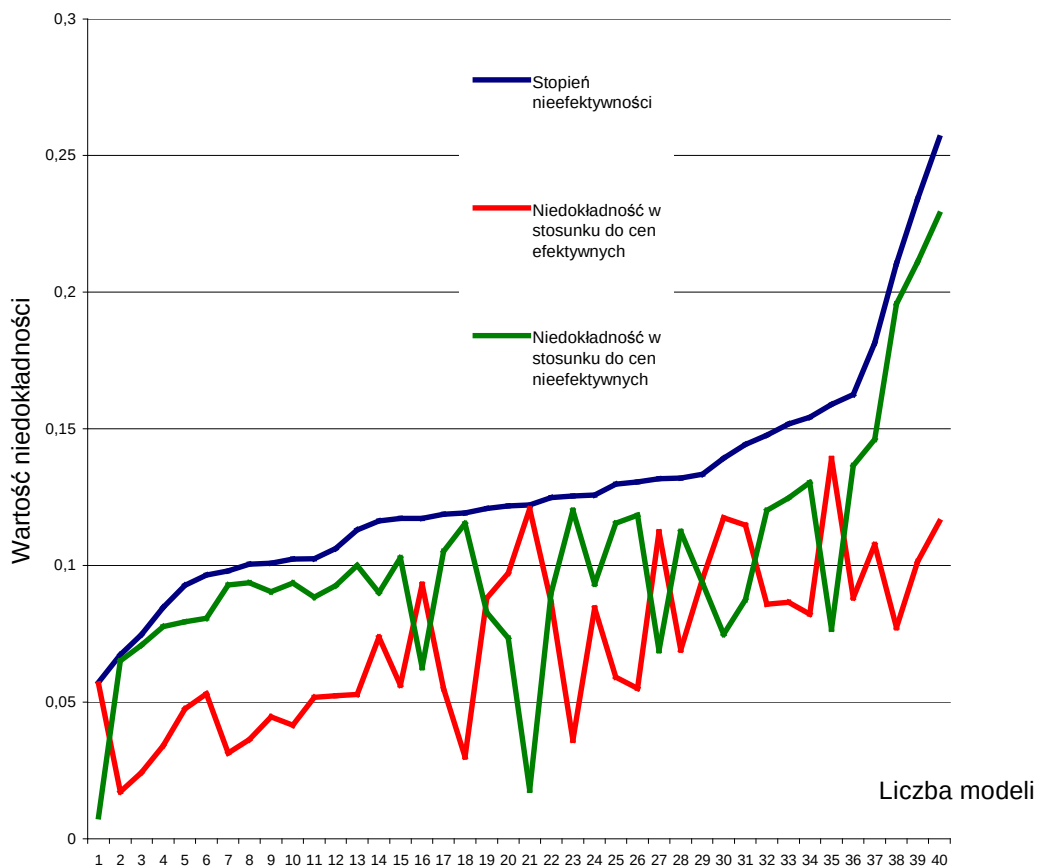
Rozwiązania poszczególnych modeli umożliwiły każdorazowo określenie wartości rynkowych wszystkich

nieruchomości z rozważanej bazy (16 nieruchomości) (celem analizy nie była wycena pojedynczej nieruchomości lecz kompleksowa analiza wiarygodności procesu wyceny przy określonym stopniu efektywności rynku), które następnie stanowiły przedmiot porównań do cen transakcyjnych w wariancie podstawowym (rynek efektywny) oraz w wariancie danym (rynek nieefektywny). Efekt porównań zobrazowano wskaźnikami rozproszenia o konstrukcji jak we wzorze (4), nazywając je odpowiednio jako:

- niedokładność w stosunku do cen efektywnych,
- niedokładność w stosunku do cen nieefektywnych.

W wyniku dokonanej analizy uzyskano wyniki zestawione na rysunku 1. Rozważane warianty uszeregowano rosnąco pod względem stopnia nieefektywności rynku zobrazowanego wskaźnikiem λ_n .

Wyniki zestawione na rysunku 1 nie pozostawiają wątpliwości iż wzrost nieefektywności rynku powoduje wzrost niedokładności wyceny, przy czym wydaje się, iż niedokładność w stosunku do cen efektywnych (nieznanych w rzeczywistości wyceniającemu) jest mniejsza niż w przypadku do cen znanych (nieefektywnych). Pogłębienie tej analizy na znacznie liczniejszej próbie, uwzględniającej nie tylko „symetryczną” nieefektywność rynku, lecz także nieefektywność wpływającą na zmianę średniej ceny transakcyjnej w stosunku do bazy cen efektywnych, mogłoby przyczynić się do pełniejszego rozpoznania wpływu nieefektywności rynku na wiarygodność procesów wyceny nieruchomości.



Rys. 1. Zestawienie wyników modeli dla rynku efektywnego i nieefektywnego

6. Podsumowanie

Wiarygodność szacowania rynkowej wartości nieruchomości zależy od dostępności, jakości i wiarygodności danych rynkowych, także w kontekście stopnia odzwierciedlenia cech w cenie nieruchomości. Rynek nieruchomości ze względu na cechy szczególne przedmiotu obrotu jest rynkiem nieefektywnym, na którym ceny w różnym stopniu są estymatorami ich wartości. Procesy szacowania nieruchomości przebiegają bez rozpoznania tego faktu, a dokonywane w ramach modelowania matematycznego analizy dokładnościowe nie są w stanie zjawiska nieefektywności unaoczniać.

Instrumenty analizy, wypracowane w ramach ogólnej teorii efektywności rynku, potwierdzające lub nie fakt efektywności na danym poziomie (i nadające się przede wszystkim do analizy rynków jednorodnych, w szczególności rynku papierów wartościowych) nie dają przesłanek, które można byłoby uwzględnić w wycenie nieruchomości w zakresie wiarygodności oszacowanej wartości. Zaprezentowane rozważania i dokonana analiza miały charakter fragmentaryczny; w opracowaniu wskazano na jeden z możliwych kierunków analizy postawionego problemu przy wykorzystaniu jednego z możliwych modeli. Niezwykle pomocne byłoby niewątpliwie opracowanie kompleksowego modelu symulacyjnego pozwalającego (bez ograniczeń obliczeniowych) analizować różne aspekty omawianego zagadnienia.

Literatura

- Adamczewski Z. (2011). Elementy modelowania matematycznego w wycenie nieruchomości. Podejście porównawcze. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej*, Warszawa.
- Bitner A. (2007). Konstrukcja modelu regresji wielorakiej przy wycenie nieruchomości. *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum*, Vol. 6, No. 4, 59-66.
- Czaja J. (2001). Metody szacowania wartości rynkowej i katastralnej nieruchomości. *Wydawnictwo Komp-System*, Kraków.
- Fama E. (1990). Efficient Capital Markets: II. *Journal of Finance*, Vol. 46, No. 5, 1575-1617.
- Gabryś A. (2006). Efektywność rynku kapitałowego: poszukiwania teoretyczne i obserwacje empiryczne. *Aurea Mediocritas*, Warszawa.
- Hozer J., Kokot S., Kuźmiński W. (2002). Metody analizy statystycznej rynku w wycenie nieruchomości. *PFSRM*, Warszawa.
- Kucharska-Stasiak E. (2006). Nieruchomość w gospodarce rynkowej, *WN PWN*, Warszawa.
- Kucharska-Stasiak E. (2010). Odzworowanie cech nieruchomości w cenach i skutki dla procesu wyceny. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, Vol. 18, No. 3, 7-16.
- Pawlukowicz R. (2006). Użyteczność modeli ekonometrycznych w wycenie nieruchomości – polskie i zagraniczne opinie. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Prace Katedry Ekonometrii i Statystyki*, Nr 17, 453-466.
- Prystupa M. (2000). O potrzebie dalszych prac nad zastosowaniem regresji wielorakiej do wyceny nieruchomości. *Rzeczoznawca Majątkowy*, Nr 4 (27), 16-17.
- Wiśniewski R. (2007). Wielowymiarowe prognozowanie wartości nieruchomości. *Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego*, Olsztyn.

THE INFLUENCE OF INEFFICIENCY OF PROPERTY MARKET ON THE ACCURACY OF DESCRIPTION OF PROPERTY VALUE USING LINEAR MODELS OF MULTIPLE REGRESSION

Abstract: The evaluation of the market value of the property is mainly based on transaction prices which should reflect its characteristic features. In the case of an efficient market, the property price reflects its true value. However, it is more often the case to deal with an inefficient market (within different scope and to a different degree) during the evaluation procedure, which determines its accuracy. This paper contains an example of statistical analysis of a selected property base with the emphasis put on previously mentioned issues concerning the inefficiency of the market using reliability evaluation coefficient.

ANALIZA CZASOWO-KOSZTOWA PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA BUDOWLANEGO PRZY ZASTOSOWANIU ZBIORÓW ROZMYTYCH

Andrzej MINASOWICZ*, Bartosz KOSTRZEWA

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, ul. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa

Streszczenie: Prezentowana analiza służy ocenie ryzyka przedsięwzięcia budowlanego w fazie zarządzania wartością i ryzykiem planowanej inwestycji. Na bazie szacowania kosztów oraz planowanego harmonogramu czasowego przedsięwzięcia przy wykorzystaniu wiedzy eksperckiej ustala się możliwe odchyłki czasu i kosztu poszczególnego zadania. W celu przetworzenia informacji wejściowych wprowadzono modelowanie rozmyte. Przy zastosowaniu metod obliczeniowych teorii zbiorów rozmytych takich jak wyznaczanie funkcji wynikowej metodą średniej arytmetycznej oraz wyostrzaniu zbioru rozmytego metodą środka ciężkości, przedstawiona procedura pozwala na określenie optymistycznych i pesymistycznych scenariuszy przedsięwzięcia pod względem czasu i kosztu. W wyniku takich działań określono ryzyka związane z czasem i kosztem przedsięwzięcia, co pozwala na porównanie różnych inwestycji bądź technologii wykonania, a następnie wybór wariantu optymalnego.

Słowa kluczowe: ryzyko, analiza, budownictwo, zarządzanie, zbiory rozmyte.

1. Wprowadzenie

Kluczowym etapem każdego przedsięwzięcia budowlanego jest jego realizacja. Wiąże się on z wyborem wykonawcy, technologii realizacji prac, czasu realizacji. Wszystkie te aspekty wpływają w określonym stopniu na dwa najważniejsze parametry inwestycji jakimi są: koszt oraz termin zakończenia realizacji.

W prezentowanym artykule przedstawiono sposób na zidentyfikowanie ryzyka związanego z określoną inwestycją, wykorzystując przy tym wiedzę niezależnych ekspertów. Posłużono się również narzędziem matematycznym z zakresu teorii zbiorów rozmytych. Takie podejście do etapu realizacji inwestycji, daje inwestorowi lub też generalnemu wykonawcy wiedzę odnośnie możliwych zmian dotyczących kosztu i czasu realizacji.

2. Analiza

Na potrzeby przykładu posłużono się hipotetycznym kosztorysem. Rozpatrywany obiekt to budynek mieszkalny wielorodzinny, którego założony koszt budowy wynosi 28 346 000 PLN. Na całą realizację inwestycji składa się siedemnaście grup robót takie jak np. roboty przygotowawcze, roboty ziemne itd. Z każdą

taką grupą robót wiązą się określone wyznaczone przez kosztorysanta koszty. Przedstawiono je w tabeli 1.

Przedstawione w tabeli 1 grupy robót tworzą zadania w harmonogramie planowanego przedsięwzięcia. Na rysunku 1 przedstawiono wykres belkowy dla rozpatrywanego przedsięwzięcia budowlanego. Poniższy harmonogram przedstawia planowany czas realizacji poszczególnych zadań, jednocześnie wskazując powiązania między nimi. Oprócz siedemnastu zadań, które są przedstawione są również w tabeli 1, w harmonogramie znajdują się punkty kontrolne oraz czynności nie generujące bezpośrednio kosztów. Dla potrzeb prezentowanej analizy skupiono się na odchyleniach związanych z grupami robót wyszczególnionymi w tabeli 1.

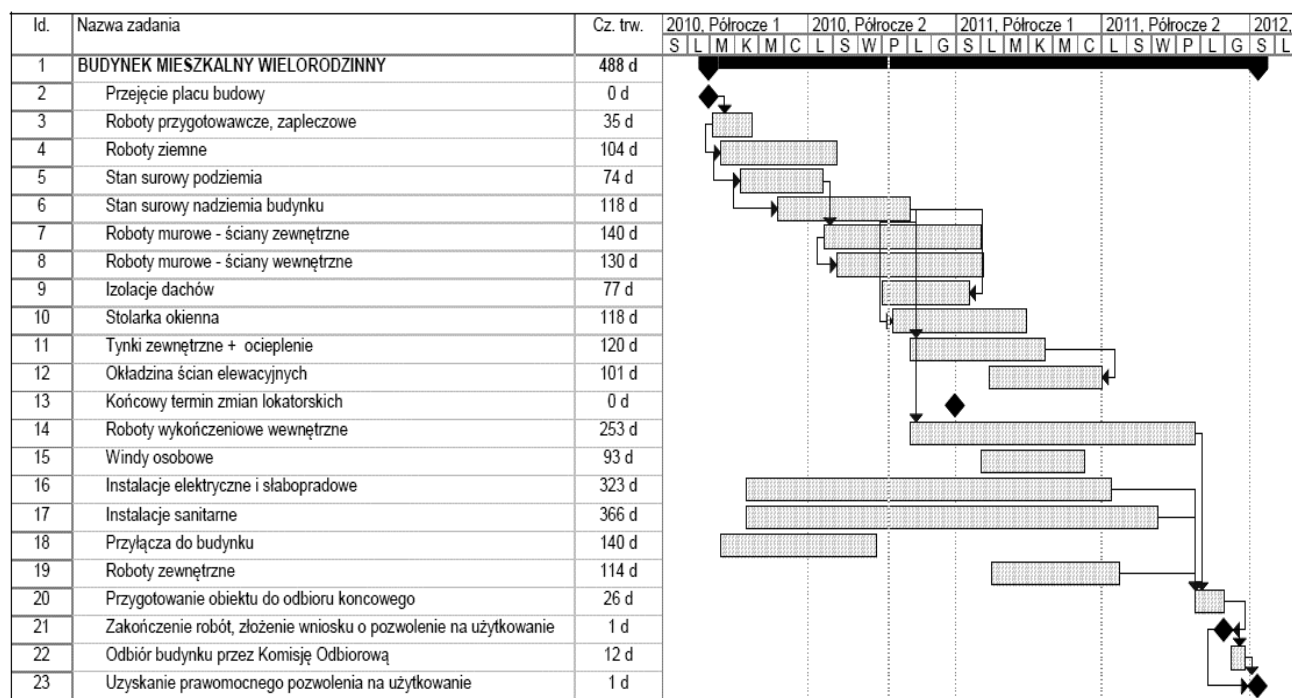
Podczas realizacji inwestycji występują często odchylenia kosztu lub czasu realizacji. Na etapie planowania informacje na ten temat przekazane zostaną od ekspertów w formie odpowiedzi na poniższe pytania:

1. Jaka jest wartość najbardziej prawdopodobna kosztu/czasu zadania „x” oraz jego prawdopodobieństwo (poziom przynależności)?
2. Jaka jest wartość minimalna akceptowalna kosztu/czasu zadania „x” oraz jego prawdopodobieństwo (poziom przynależności)?
3. Jaka jest wartość maksymalna akceptowalna kosztu/czasu zadania „x” oraz jego prawdopodobieństwo (poziom przynależności)?

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: a.minasowicz@il.pw.edu.pl

Tab. 1. Zestawienie kosztów dla poszczególnych grup robót inwestycji

Id.	Nazwa	Koszty
	BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY	28 346 000
1	Roboty przygotowawcze	450 000
2	Roboty ziemne	1 640 000
3	Stan surowy podziemia	2 250 000
4	Stan surowy nadziemia budynku	5 300 000
5	Roboty murowe - ściany zewnętrzne	950 000
6	Roboty murowe - ściany wewnętrzne	825 000
7	Izolacje dachów	1 320 000
8	Stolarka okienna	3 120 000
9	Tynki zewn. + ocieplenie	1 950 000
10	Okładzina ścian - cegła klinkierowa	823 000
11	Roboty wykończeniowe wewnętrzne	4 220 000
12	Windy osobowe	758 000
13	Instalacje elektryczne i słaboprądowe	1 800 000
14	Instalacje sanitarne	1 350 000
15	Przyłącza do budynków	260 000
16	Roboty zewnętrzne	1 150 000
17	Przygotowanie obiektu do odbioru końcowego	180 000



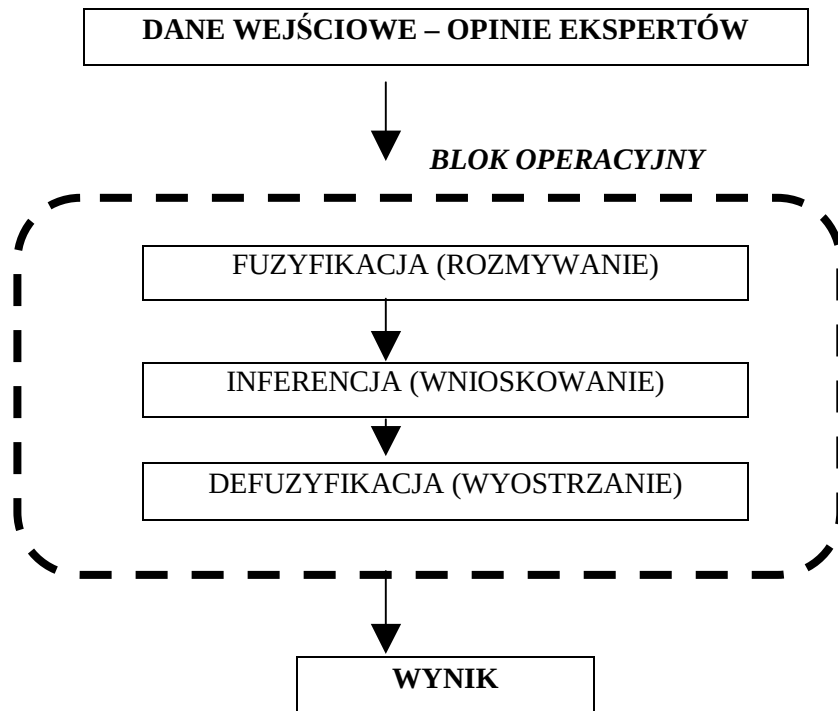
Rys. 1. Harmonogram belkowy planowanego przedsięwzięcia

Dla potrzeb badania założono, że wiedzę na temat odchyień uzyskano od trzech niezależnych ekspertów, stosując przy tym zagadnienia związane z modelowaniem rozmytym. Jednocześnie założono, że prawdopodobieństwo wystąpienia odchylenia będzie wyrażone tzw. poziomem przynależności. W modelowaniu (wnioskowaniu) rozmytym można wyróżnić trzy główne etapy bloku operacyjnego: fuzyfikacja – rozmywanie, inferencja – tworzenie wynikowej funkcji przynależności (poziomu przynależności), defuzyfikacja – wyostrażanie zbioru rozmytego. Schemat modelu przedstawiono

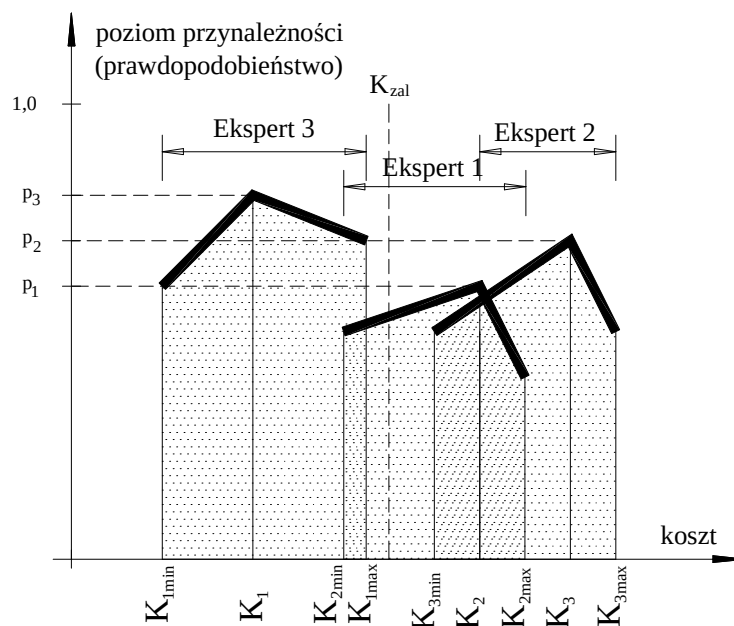
na rysunku 2.

Dane wejściowe modelu stanowią odpowiedzi na trzy pytania od trzech ekspertów.

Pierwszy etap bloku operacyjnego to fuzyfikacja. Polega ona na przedstawieniu informacji (danych) wejściowych w formie zbiorów rozmytych. Dla potrzeb referatu założono wejściową funkcję przynależności zbioru rozmytego w postaci odcinkowej funkcji liniowej. Przestrzeń zbiorów odpowiadających jednemu zadaniu inwestycji przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 2. Schemat modelu rozmytego



Rys. 3. Odwzorowanie informacji wejściowych (opinii ekspertów) w postaci zbiorów rozmytych

Każdy z trzech ekspertów przedstawił najbardziej prawdopodobny koszt (K_1 , K_2 , K_3) oraz ich prawdopodobieństwo (p_1 , p_2 , p_3). Oprócz tego eksperci dali odpowiedź na temat wartości ekstremalnych tj. (K_{1min} , K_{2min} , K_{3min} , K_{1max} , K_{2max} , K_{3max}) oraz odpowiadające im prawdopodobieństwa (p_{1min} , p_{2min} , p_{3min} , p_{1max} , p_{2max} , p_{3max}). Prawdopodobieństwo wystąpienia określonego kosztu zostało wyrażone poziomem przynależności. Na wykresie pokazano również K_{zal} , czyli koszt założony. Analogicznie proces fuzyfikacji przeprowadzono dla czasu realizacji każdej grupy robót. Taka reprezentacja wiedzy ekspertów przedstawia trzy zbiory rozmyte, w których centralnym punktem jest wartość najbardziej prawdopodobna a skrajnymi wartościami są odpowiednio akceptowalna wartość minimalna oraz maksymalna.

Rysunek 3 przedstawia rozmytą reprezentację informacji wejściowych tylko dla jednego zadania (grupy robót) np. roboty przygotowawcze. W tabeli 2 przedstawiono dane wejściowe dotyczące odchyłeń kosztów dla wszystkich zadań przedsięwzięcia.

W teorii zbiorów rozmytych rysunek 3 przedstawia trzy zbiory rozmyte. Jest to informacja wejściowa. W celu późniejszego wykorzystania wiedzy trzech ekspertów informacje przez nich przedstawione skonsolidowano do jednego zbioru reprezentującego odchylenie kosztu (czasu) określonego zadania. Inaczej mówiąc określono tzw. wynikową funkcję przynależności. Proces przekształcający kilka funkcji wejściowych w funkcję wynikową w modelowaniu rozmytym nazywa się inferencją (Kacprzyk, 1997). Istnieje wiele operatorów służących do wyznaczenia wynikowej funkcji

przynależności. W prezentowanym artykule wykorzystano operator średniej arytmetycznej. Wartość wynikowej funkcji przynależności jest równa średniej arytmetycznej poziomów przynależności każdego zbioru wejściowego, co zapisać można zgodnie ze wzorem 1:

$$f_{wynik}(k) = \frac{\sum_{i=1}^n f_i(k)}{n}, \quad (1)$$

gdzie: $f_{wynik}(k)$ jest wynikową funkcją przynależności (funkcja określająca prawdopodobieństwo zdarzenia), k jest argumentem funkcji – kosztu lub czasu, n jest liczbą ekspertów (ilość zbiorów rozmytych), $n = 3$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Przy zastosowanych założeniach powyższy wzór można zapisać w następującej formie:

$$f_{wynik}(k) = \frac{f_{EKS1}(k) + f_{EKS2}(k) + f_{EKS3}(k)}{3} \quad (2)$$

gdzie: $f_{EKS1}(k)$ jest funkcją przynależności wyznaczoną na podstawie danych od eksperta nr 1, $f_{EKS2}(k)$ jest funkcja przynależności wyznaczoną na podstawie danych od eksperta nr 2, $f_{EKS3}(k)$ jest funkcja przynależności wyznaczoną na podstawie danych od eksperta nr 3.

Posługując się arkuszem kalkulacyjnym MS-Excel dla każdego zadania inwestycji wyznaczono funkcję wynikową, przedstawiającą informacje na temat możliwego ryzyka.

Tab. 2. Zestawienie danych wejściowych dot. kosztów dla wszystkich zadań przedsięwzięcia

Lp	K_{zal}	K_{emin1}	p_{emin1}	K_{e1}	p_{e1}	K_{emax1}	p_{emax1}
1	450 000	315 000	0,65	562 500	0,90	585 000	0,85
2	1 640 000	1 230 000	0,65	1 476 000	0,70	1 558 000	0,60
3	2 250 000	1 462 500	0,60	1 800 000	0,90	1 912 500	0,90
4	5 300 000	3 445 000	0,60	5 565 000	0,95	6 095 000	0,70
5	950 000	1 045 000	0,90	1 092 500	0,95	1 140 000	0,90
6	825 000	618 750	0,65	825 000	0,70	948 750	0,65
7	1 320 000	792 000	0,80	1 056 000	0,90	1 188 000	0,60
8	3 120 000	2 964 000	0,75	3 432 000	0,75	3 744 000	0,65
9	1 950 000	1 755 000	0,75	2 145 000	0,80	2 242 500	0,60
10	823 000	658 400	0,65	1 028 750	0,75	1 069 900	0,65
11	4 220 000	3 798 000	0,60	4 642 000	0,75	5 064 000	0,75
12	758 000	492 700	0,75	795 900	0,85	871 700	0,70
13	1 800 000	1 440 000	0,80	1 620 000	0,85	2 070 000	0,60
14	1 350 000	1 080 000	0,70	1 147 500	0,70	1 417 500	0,65
15	260 000	182 000	0,65	208 000	0,80	260 000	0,80
16	1 150 000	977 500	0,65	1 380 000	0,80	1 495 000	0,70
17	180 000	117 000	0,65	144 000	0,85	171 000	0,75

c.d. Tab. 2. Zestawienie danych wejściowych dot. kosztów dla wszystkich zadań przedsięwzięcia

Lp	K _{zal}	K _{emin2}	P _{emin2}	K _{e2}	P _{e2}	K _{emax2}	P _{emax2}
1	450 000	270 000	0,70	495 000	0,80	517 500	0,75
2	1 640 000	1 394 000	0,60	2 050 000	0,80	2 132 000	0,70
3	2 250 000	1 462 500	0,70	1 687 500	0,85	2 025 000	0,60
4	5 300 000	3 975 000	0,70	4 505 000	0,90	5 565 000	0,90
5	950 000	1 092 500	0,65	1 187 500	0,85	1 235 000	0,75
6	825 000	536 250	0,90	948 750	0,95	990 000	0,80
7	1 320 000	1 254 000	0,75	1 584 000	0,95	1 650 000	0,75
8	3 120 000	2 184 000	0,85	3 120 000	0,90	3 588 000	0,80
9	1 950 000	1 267 500	0,95	2 145 000	0,95	2 340 000	0,95
10	823 000	534 950	0,60	699 550	0,85	781 850	0,60
11	4 220 000	3 587 000	0,70	4 220 000	0,90	4 642 000	0,70
12	758 000	871 700	0,60	947 500	0,80	985 400	0,60
13	1 800 000	1 440 000	0,65	1 530 000	0,85	1 710 000	0,65
14	1 350 000	1 080 000	0,70	1 147 500	0,70	1 417 500	0,65
15	260 000	182 000	0,65	208 000	0,80	260 000	0,80
16	1 150 000	977 500	0,65	1 380 000	0,80	1 495 000	0,70
17	180 000	117 000	0,65	144 000	0,85	171 000	0,75

Lp	K _{zal}	K _{emin3}	P _{emin3}	K _{e3}	P _{e3}	K _{emax3}	P _{emax3}
1	450 000	292 500	0,75	315 000	0,85	450 000	0,75
2	1 640 000	1 312 000	0,75	1 804 000	0,75	1 886 000	0,70
3	2 250 000	1 800 000	0,70	2 137 500	0,80	2 250 000	0,75
4	5 300 000	3 710 000	0,70	3 975 000	0,85	5 035 000	0,60
5	950 000	855 000	0,65	997 500	0,90	1 045 000	0,70
6	825 000	866 250	0,75	948 750	0,75	1 031 250	0,60
7	1 320 000	924 000	0,60	990 000	0,80	1 188 000	0,65
8	3 120 000	2 028 000	0,75	2 184 000	0,75	2 340 000	0,75
9	1 950 000	2 047 500	0,60	2 145 000	0,90	2 340 000	0,80
10	823 000	699 550	0,80	864 150	0,90	946 450	0,85
11	4 220 000	2 743 000	0,60	3 587 000	0,80	4 009 000	0,75
12	758 000	568 500	0,65	606 400	0,90	758 000	0,85
13	1 800 000	1 440 000	0,75	1 530 000	0,75	1 890 000	0,70
14	1 350 000	945 000	0,70	1 755 000	0,90	1 822 500	0,60
15	260 000	169 000	0,75	221 000	0,75	286 000	0,70
16	1 150 000	1 035 000	0,75	1 380 000	0,80	1 437 500	0,60
17	180 000	153 000	0,60	171 000	0,80	189 000	0,70

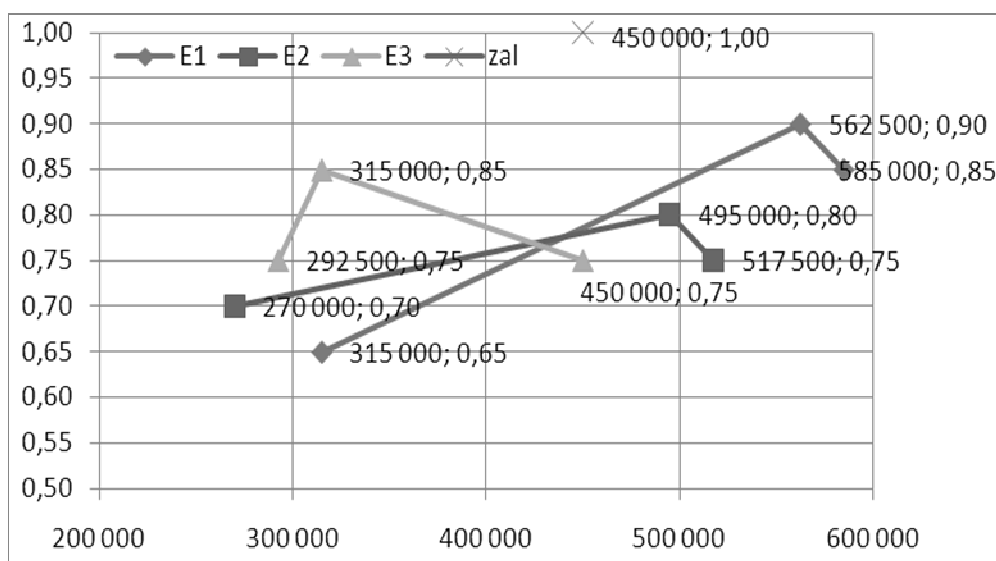
Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono operację inferencji na przykładzie pierwszej grupy robót projektu czyli „Roboty przygotowawcze”.

Proces defuzyfikacji prowadzi do otrzymania wartości ostrej odzwierciedlającej określony zbiór rozmyty. (Buckley i Siler, 2004) Mając funkcję wynikową opinii ekspertów wyznaczono dwa punkty, dzieląc w ten sposób zbiór wynikowy na część optymistyczną i pesymistyczną. Punkty te wyznaczono na podstawie metody środka ciężkości. Wartość ostrą obliczono zgodnie ze wzorem (3):

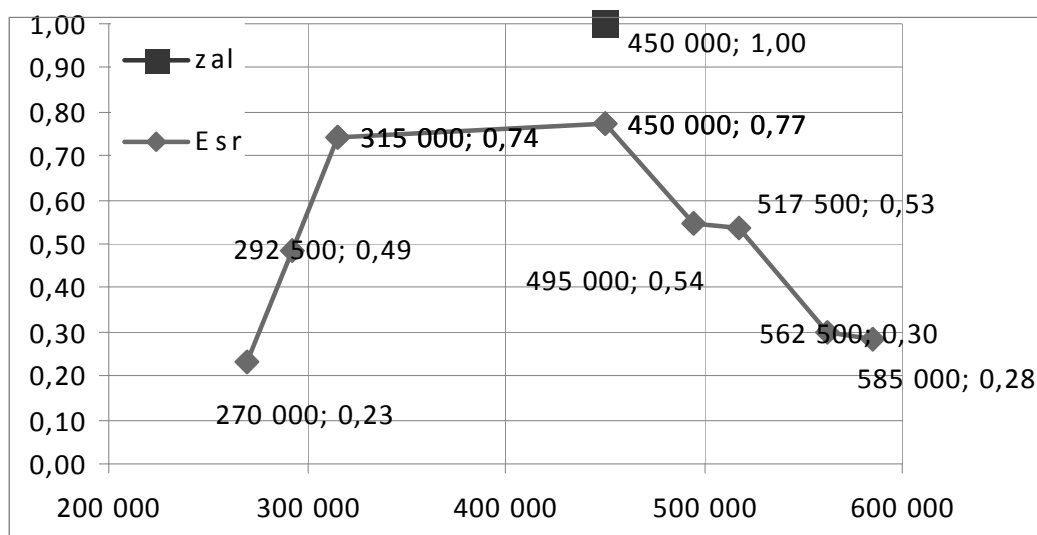
$$k_{wyn} = \frac{\int k \cdot u_{wyn}(k) dk}{\int u_{wyn}(k) dk}, \quad (3)$$

gdzie: k_{wyn} jest wartością ostrą kosztów (wartość wyjściowa), $u_{wyn}(k)$ jest wynikową funkcją przynależności, k jest kosztem – argumentem funkcji przynależności.

W prezentowanym przypadku wykres wynikowej funkcji przynależności ma postać linii łamanej. Środek ciężkości linii łamanej, na przykład ABCD, otrzymano zastępując każdy odcinek linii punktem materialnym, umieszczonym w środku odcinka, o masie równej długości odcinka. Współrzędne środka ciężkości łamanej ABCD wyznaczono na podstawie wzorów (4) i (5).



Rys. 4. Funkcje wejściowe – opinie trzech ekspertów nt. ryzyka dla zadania „Roboty przygotowawcze”



Rys. 5. Funkcja wynikowa ryzyka dla zadania „Roboty przygotowawcze”

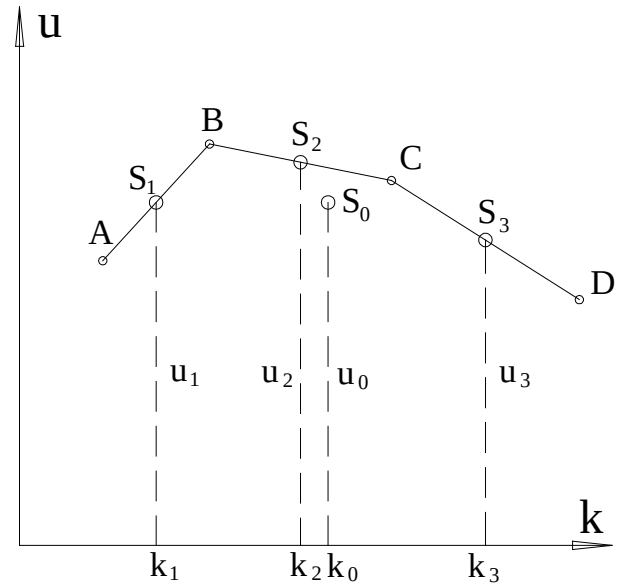
Zgodnie z rysunkiem 6 symbole d_1, d_2, d_3 oznaczają długości odcinków AB, BC, CD, a $S_1(k_1, u_1), S_2(k_2, u_2), S_3(k_3, u_3)$ to środki tych odcinków. Współrzędne środka ciężkości łamanej ABCD wyznaczono na podstawie wzorów (4) i (5).

$$k_0 = \frac{d_1 k_1 + d_2 k_2 + d_3 k_3}{d_1 + d_2 + d_3} \quad (4)$$

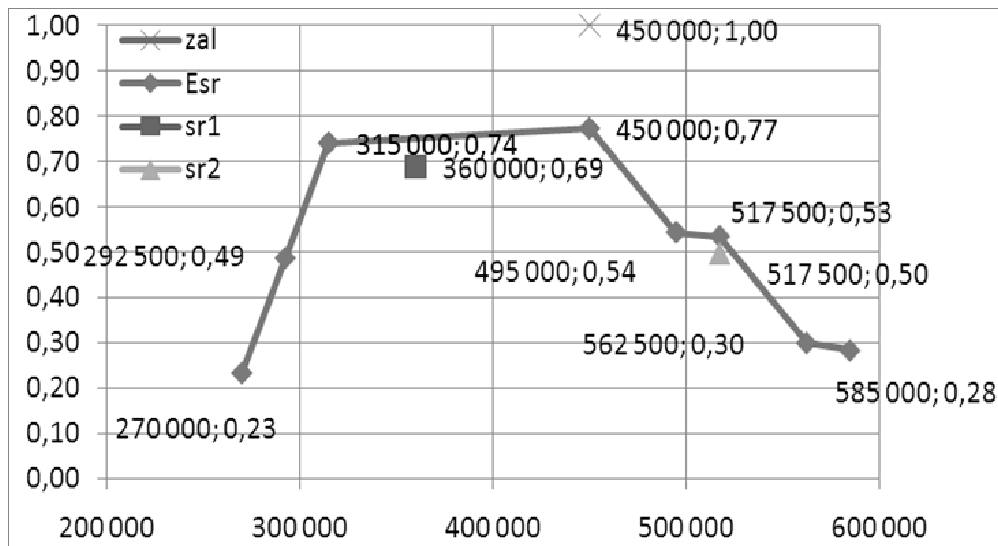
$$u_0 = \frac{d_1 u_1 + d_2 u_2 + d_3 u_3}{d_1 + d_2 + d_3} \quad (5)$$

Na podstawie wzorów (4) i (5) oraz przy wykorzystaniu arkusza kalkulacyjnego Excel dla każdej grupy robót wyznaczono środki ciężkości – optymistyczny i pesymistyczny. Dla pierwszej grupy kosztów czyli „Roboty przygotowawcze” przedstawiono je na rysunku 7.

Te same operacje, to jest kolejno rozmywanie, inferencja, wyostrzanie przeprowadzono dla wszystkich zadań inwestycji. Uzyskane wyniki dla kosztów zestawiono w tabeli 3, a dla czasów w tabeli 4.



Rys. 6. Graficzne przedstawienie wyznaczenia środka ciężkości linii łamanej



Rys. 7. Graficzne przedstawienie wyznaczenia środka ciężkości dla pierwszej grupy kosztów czyli „Roboty przygotowawcze”

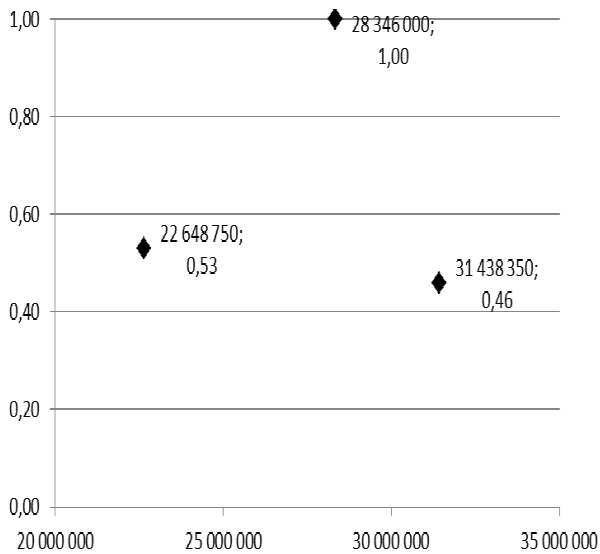
Tab. 3. Zestawienie kosztów i prawdopodobieństw pesymistycznych i optymistycznych

Lp	Nazwa	K _{zal}	K _{opt}	P _{opt}	K _{pes}	P _{pes}
	BUDYNEK MIESZKALNY	28 346 000	22 648 750	0,53	31 438 350	0,46
1	Roboty przygotowawcze	450 000	360 000	0,69	517 500	0,50
2	Roboty ziemne	1 640 000	1 394 000	0,57	1 886 000	0,41
3	Stan surowy podziemia	2 250 000	1 631 250	0,53	2 081 250	0,40
4	Stan surowy nadziemia budynku	5 300 000	3 975 000	0,60	5 565 000	0,54
5	Roboty murowe - ściany zewnętrzne	950 000	950 000	0,30	1 163 750	0,41
6	Roboty murowe - ściany wewnętrzne	825 000	701 250	0,52	1 419 000	0,29
7	Izolacje dachów	1 320 000	990 000	0,45	1 419 000	0,29
8	Stolarka okienna	3 120 000	2 496 000	0,52	3 432 000	0,47
9	Tynki zewn. + ocieplenie	1 950 000	1 706 250	0,54	2 242 500	0,75
10	Okładzina ścian - cegła klinkierowa	823 000	658 400	0,52	946 450	0,43
11	Roboty wykończeniowe wewnętrzne	4 220 000	3 376 000	0,45	4 642 000	0,44
12	Windy osobowe	758 000	625 350	0,50	890 650	0,33
13	Instalacje elektryczne i słaboprądowe	1 800 000	1 485 000	0,77	1 845 000	0,42
14	Instalacje sanitarne	1 350 000	1 012 500	0,55	1 586 250	0,48
15	Przyłącza do budynków	260 000	195 000	0,67	286 000	0,51
16	Roboty zewnętrzne	1 150 000	948 750	0,47	1 322 500	0,48
17	Przygotowanie obiektu do odbioru końcowego	180 000	144 000	0,37	193 500	0,46

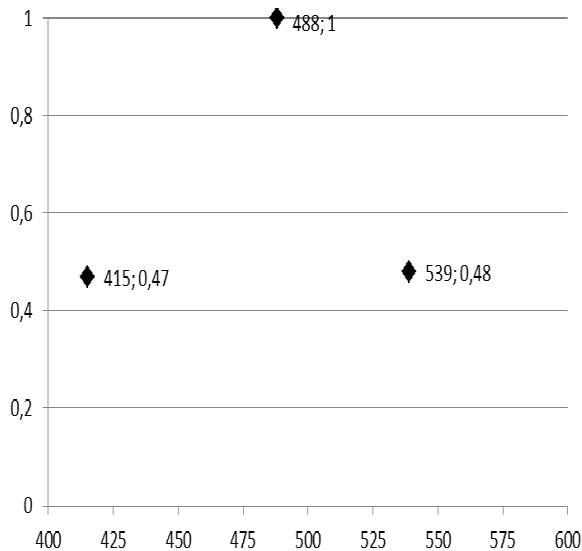
Tab. 4. Zestawienie kosztów i prawdopodobieństw pesymistycznych i optymistycznych

Lp	Nazwa	T _{zal}	T _{opt}	P _{opt}	T _{pes}	P _{pes}
	BUDYNEK MIESZKALNY	488	415	0,48	539	0,47
1	Roboty przygotowawcze	35	29	0,57	39	0,48
2	Roboty ziemne	104	96	0,65	130	0,54
3	Stan surowy podziemia	74	59	0,75	83	0,53
4	Stan surowy nadziemia budynku	118	86	0,47	124	0,23
5	Roboty murowe - ściany zewnętrzne	140	115	0,27	161	0,46
6	Roboty murowe - ściany wewnętrzne	130	104	0,48	75	0,51
7	Izolacje dachów	77	58	0,44	75	0,51
8	Stolarka okienna	118	91	0,52	127	0,48
9	Tynki zewn. + ocieplenie	120	81	0,67	117	0,56
10	Okładzina ścian - cegła klinkierowa	101	83	0,58	116	0,43
11	Roboty wykończeniowe wewnętrzne	253	215	0,63	291	0,62
12	Windy osobowe	93	70	0,54	102	0,34
13	Instalacje elektryczne i słaboprądowe	323	234	0,46	323	0,38
14	Instalacje sanitarne	366	302	0,29	421	0,48
15	Przyłącza do budynków	140	119	0,50	158	0,52
16	Roboty zewnętrzne	114	97	0,51	120	0,39
17	Przygotowanie obiektu do odbioru końcowego	26	23	0,50	33	0,48

W prezentowanej procedurze przyjęto jako miarę ryzyka stosunek wielkości odchylenia do prawdopodobieństwa jego wystąpienia (McCaffer, 2006). Przeprowadzając analizę każdego zadania przedsięwzięcia inwestycyjnego z osobna wyznaczono sumaryczne odchylenia związane z całym przedsięwzięciem, wykorzystując przy tym programy MS-Excel oraz MS-Project. Na rysunku 8 i 9 przedstawiono wynikowe wartości kosztu i czasu założonego wraz z wartościami pesymistycznymi oraz optymistycznymi. Stworzono w ten sposób 3 scenariusze realizacji zadania: optymistyczny, założony oraz pesymistyczny. Wynikowe prawdopodobieństwo wartości sumarycznych wyznaczono jako średnią ważoną.



Rys. 8. Graficzne przedstawienie ryzyka dla kosztu inwestycji



Rys. 9. Graficzne przedstawienie ryzyka dla czasu inwestycji

Na podstawie możliwych scenariuszy zmian kosztu oraz czasu realizacji wyznaczono związane z nimi ryzyko dla całego przedsięwzięcia na podstawie wzorów (6) i (7). W rozpatrywanym przypadku ryzyko określone jest jako

funkcja wielkości zmiany oraz prawdopodobieństwa jej zaistnienia.

$$R_k^{pes} = \frac{K_{pes} - K_{zal}}{1 - p_{pes}} = \frac{31438000 - 28346000}{1 - 0,46} = 0,202 \quad (6)$$

$$R_k^{opt} = \frac{K_{zal} - K_{opt}}{1 - p_{opt}} = \frac{28346000 - 22648750}{1 - 0,53} = 0,428 \quad (7)$$

3. Wnioski

Prezentowana metoda daje wykonawcy bądź też inwestorowi wiedzę na temat możliwych odchyień oraz ryzyka związanego z kosztem jak i czasem realizacji, jako funkcji odchylenia i prawdopodobieństwa jego zaistnienia. Metoda ta oparta jest na wiedzy eksperckiej związanej z poszczególnymi etapami prac, znacznie różniących się od siebie. Korzystając z działań matematycznych wchodzących w zakres teorii zbiorów rozmytych uzyskano wartość odchylenia oraz ryzyka związanego kosztem oraz czasem całego przedsięwzięcia.

Kwantyfikując ilościowo pojęcie ryzyka uzyskano możliwość wczesnego reagowania na nieprzewidziane scenariusze (Chapman i Ward, 2003). Przystępując do inwestycji wykonawca, lub też inwestor, dzięki przeprowadzonej w ten sposób analizie, jest świadom potencjalnych zagrożeń związanych z niedotrzymaniem terminu bądź też przekroczeniem zakładanego budżetu.

Zaproponowana analiza daje ponadto możliwość kontrolowania projektu w trakcie jego realizacji. Po przedstawieniu uzyskanych w analizie danych dotyczących kosztu oraz czasu na wykresie skumulowanego wykresu harmonogramu rzeczowo-finansowego możliwa jest kontrola realizacji przedsięwzięcia metodą Wartości Wypracowanej (Webb, 2008).

Literatura

- Buckley J., Siler W. (2004). Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning. John Wiley & Sons.
 Chapman C., Ward S. (2003). Project risk management. John Wiley & Sons.
 Kacprzyk J. (1997). Multistage fuzzy control. John Wiley & Sons, Chichester.
 McCaffer R. (2006). Modern Construction Management. Blackwell Science.
 Webb A. (2008). Wartość wypracowana w praktyce. PROED.

THE TIME-COST ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION PROJECT BASED ON FUZZY SETS

Abstract: The proposed analysis aim is to review a detail risk for a given project at the stage of value engineering of the integrated value and risk management. On the basis of the cost estimation and the time schedule establishing, for individual groups of works, the cost or time deviations for each task are specified. Expert knowledge is used for this purpose. In order to transform the input information, it is necessary to introduce fuzzy modelling, which includes fuzzification, inference and defuzzification processes. The proposed procedure allows for automatic determination of optimistic and pessimistic project scenarios with regard to both time and cost, using simple math operators like the arithmetic average and the center of mass. In this way, we obtain the quantified risks associated with time and cost of the project, which allows for comparison of several technologies for implementation of the same project and selection of the most optimum variant.

CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA STAN BEZPIECZEŃSTWA PRACY NA PLACU BUDOWY

Maciej MORKA*

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

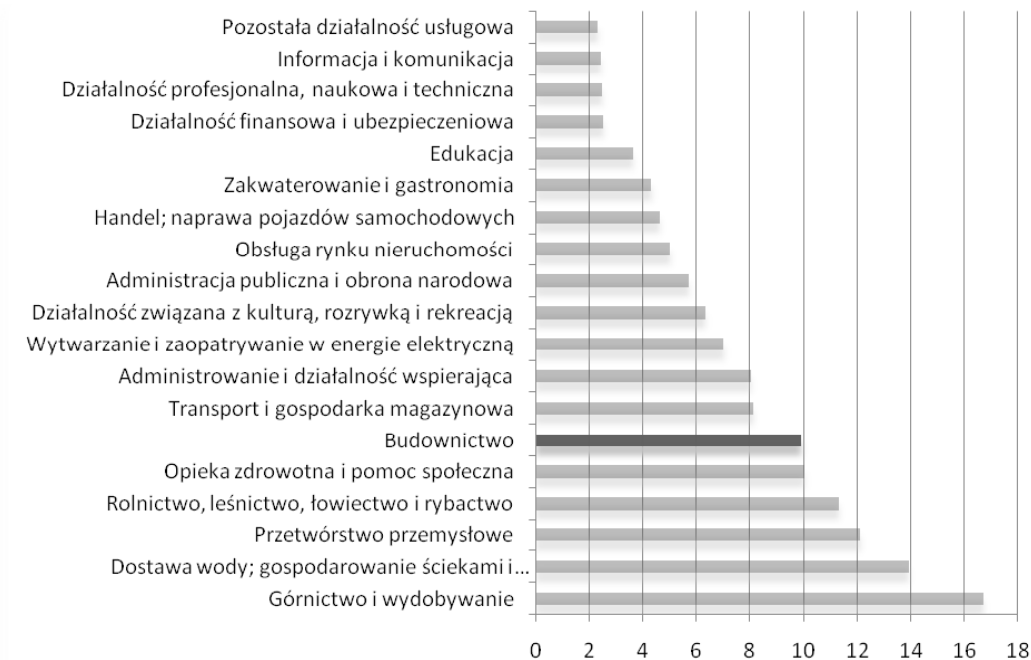
Streszczenie: Bezpieczeństwo pracy określają warunki istniejące w zakładzie pracy. Niebezpieczne warunki mogą doprowadzić do szkody polegającej na śmierci, ciężkim uszkodzeniu ciała lub szkód materialnych. W artykule zamieszczono wybrane zagadnienia z zakresu wypadkowości w budownictwie, oraz przedstawiono klasyfikację czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych występujących na placu budowy. Zwrócono również uwagę na obszary działań profilaktycznych, na które należy zwrócić szczególną uwagę w czasie przygotowania i realizacji robót budowlanych.

Słowa kluczowe: budownictwo, bezpieczeństwo pracy, czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe, profilaktyka.

1. Wprowadzenie

Według badań publikowanych przez Państwową Inspekcję Pracy, Główny Urząd Statystyczny oraz Centralny Instytut Ochrony Pracy, branża budowlana jest

jedną z najbardziej niebezpiecznych gałęzi gospodarki w Polsce. Dla potwierdzenia tego faktu, na rysunku 1 i w tabeli 1 przedstawiono dane statystyczne obrazujące wypadkowość w budownictwie na tle wypadkowości w innych gałęziach gospodarki (GUS, 2010).



Rys. 1. Poszkodowani w wypadkach przy pracy w odniesieniu do 1000 pracujących według sekcji gospodarki narodowej w 2009 roku (GUS, 2010)

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: maciej.morka@pwr.wroc.pl

Tab. 1. Udział wypadków ciężkich i śmiertelnych w odniesieniu do ogólnej ilości wypadków w sekcji gospodarki (GUS, 2010)

Sektor gospodarki narodowej	ogólna liczba wypadków	wypadki śmiertelne	wypadki ciężkie	udział wypadków ciężkich i śmiertelnych
Rolnictwo, leśnictwo, rybactwo	1336	20	15	2,62%
Górnictwo	3096	41	41	2,65%
Przetwórstwo przemysłowe	30570	60	263	1,06%
Budownictwo	8684	125	174	3,44%
Transport	5817	80	67	2,53%
Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną	1089	12	11	2,11%
Dostawa wody i gospodarka ściekami	1875	13	18	1,65%

Analizując dane statystyczne dotyczące wypadków przy pracy w poszczególnych gałęziach przemysłu należy stwierdzić, że budownictwo pod względem liczby wypadków przy pracy na 1000 zatrudnionych plasuje się na 6 miejscu za takimi sekcjami jak: górnictwo, gospodarka ściekami, przetwórstwo i rolnictwo (rys. 1). W tabeli 1 zamieszczono dane dotyczące udziału wypadków śmiertelnych w ogólnej liczbie wypadków. W budownictwie, udział wypadków ciężkich w ogólnej liczbie wypadków jest największy w porównaniu do innych sekcji gospodarki i wynosi aż 3,44%. W górnictwie wskaźnik ten wynosi 2,65%, natomiast w rolnictwie, leśnictwie i rybactwie 2,62%. Na podstawie przeprowadzonej analizy należy stwierdzić że ryzyko zawodowe na stanowiskach pracy w budownictwie jest wysokie.

Na taki stan rzeczy ma wpływ wiele czynników, wśród których dużą rolę odgrywają czynniki społeczno-gospodarcze. Na podstawie badań literaturowych oraz obserwacji placów budów można stwierdzić występowanie w budownictwie następujących zjawisk związanych z bezpieczeństwem pracy, a mianowicie (Wieczorek, 2010):

- edukacja społeczeństwa w zakresie Bezpieczeństwa i Higieny Pracy jest niska, a więc niski jest również poziom świadomości praw i obowiązków w zakresie bezpieczeństwa pracy zarówno wśród pracowników jak i pracodawców;
- dbałość o bezpieczeństwo w miejscu pracy nie jest zakorzeniona w społeczności pracowników. Dotyczy to w równym stopniu pracowników niższego szczebla jak i kadry kierowniczej;
- brak zainteresowania problematyką bezpieczeństwa pracy osób sprawujących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie;
- duży wpływ na bezpieczny przebieg robót budowlanych ma presja ekonomiczna i presja czasu wywierana przez rynek na firmy budowlane.

2. Wymagania prawa budowlanego w zakresie bezpieczeństwa pracy

Przez bezpieczeństwo pracy rozumie się zespół warunków, które powinny być spełnione w zakładzie pracy, a więc również na placu budowy, aby pracownicy mogli wykonywać swoje zadania bezpiecznie i bez szkody dla zdrowia (Hoła, 2008). Prawo budowlane oraz kodeks pracy precyzyjnie określa i nakłada na poszczególnych uczestników procesu inwestycyjnego obowiązki w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa pracy. Planowanie w zakresie bezpieczeństwa pracy zaczyna się już na etapie wykonywania projektu budowlanego. Na bazie rozwiązań przyjętych w tym opracowaniu oraz informacji o bezpieczeństwie i ochronie zdrowia sporządzonej przez projektanta, kierownik budowy ma obowiązek opracowania Planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ). Sposób wykonania, szczegółowy wykaz robót, oraz wytyczne odnośnie formy informacji i planu BIOZ znajdują się w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. 120 poz. 1126 z 2003r.). W przebiegu opracowywania informacji oraz planu BIOZ wyróżnić można następujące etapy:

- ustalenie źródeł i rodzajów zagrożeń, które mogą wystąpić w trakcie realizacji robót budowlanych oraz ich skali, miejsca i czasu wystąpienia,
- określenie możliwych rozwiązań w zakresie profilaktyki zapobiegających tym zagrożeniom.

3. Charakterystyka warunków rynku pracy w budownictwie

Proces powstawania obiektu jest procesem złożonym charakteryzującym się dużą zmiennością frontów i rodzajów robót w czasie. Zadania inwestycyjne realizowane są przez wiele podmiotów, pojawiających się na placu budowy w różnych etapach jej trwania i zajmujących się różnymi rodzajami robót (Kerzner,

2009). Na rynku budowlanym pojawia się dużo firm specjalizujących się w poszczególnych rodzajach robót, natomiast coraz mniej jest firm oferujących bezpośrednie wykonanie szerokiego wachlarza usług.

W Polsce został przejęty zachodni model prowadzenia inwestycji przez przedsiębiorstwa w charakterze Generalnego Wykonawcy. Przedsiębiorstwa takie dysponują kadrą techniczną kierowniczą, natomiast nie posiadają zaplecza w postaci pracowników fizycznych oraz maszyn i urządzeń budowlanych. W realizacji inwestycji korzystają więc z usług mniejszych firm pracujących na placu budowy w charakterze podwykonawców. Taki układ stwarza szereg problemów w sferze zarządzania oraz koordynacji prac na placu budowy i ma duży wpływ na bezpieczeństwo pracy.

Wybór wykonawców robót następuje najczęściej w drodze przetargu. Przy czym podstawowym kryterium wyboru jest najniższa cena i najkrótszy czas realizacji. Taka sytuacja prowadzi do szeregu nadużyć i zaniedbań. Minimalizowane są wszystkie koszty związane z realizacją obiektu, a więc również nakłady na bezpieczeństwo pracy. Łamane są regulacje prawa pracy odnoszące się do długości czasu pracy.

Warto podkreślić, że każda budowa jest inna, a także w ramach tej samej budowy mogą występować różne warunki pracy i zagrożenia zawodowe wynikające z postępu robót. Ponadto w większości przypadków duża

część prac budowlanych wykonywana jest pod „gołym niebem”, w różnych warunkach pogodowych.

4. Identyfikacja czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych w budownictwie

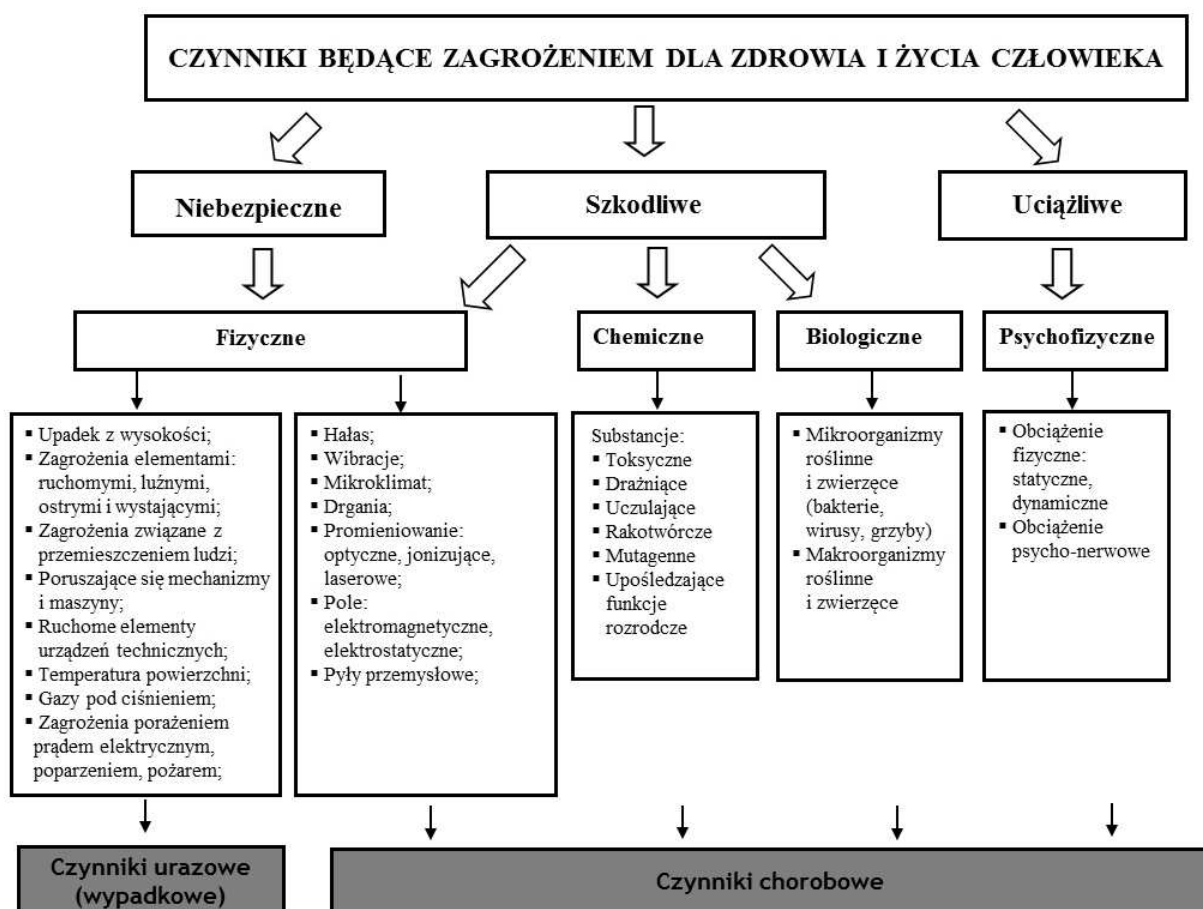
W środowisku pracy w budownictwie zidentyfikowano szereg czynników, które mogą stanowić zagrożenie dla życia i zdrowia pracowników. Zgodnie z normą PN-80/Z-08052 czynniki te dzielą się na: niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe i zostały podzielone na cztery podgrupy:

- fizyczne,
- chemiczne,
- biologiczne,
- psychofizyczne.

Na rysunku 2 zamieszczono schemat klasyfikacji czynników zagrożeń zawodowych występujących w budownictwie.

Ze względu na skutek jaki czynniki te wywołują w organizmie człowieka zagrożenia środowiska pracy dzielą się na:

- wypadkowe, kończące się urazami o różnej ciężkości (wypadki lekkie, ciężkie i śmiertelne);
- chorobowe, kończące się chorobami i schorzeniami zawodowymi o różnej ciężkości, aż do inwalidztwa i śmierci.



Rys. 2. Czynniki zagrożenia zawodowego w budownictwie

5. Czynniki związane z przygotowaniem i realizacją procesu budowy

5.1. Przygotowanie pracowników do pracy

Przygotowanie i wyszkolenie pracowników ma kluczowe znaczenie dla bezpiecznego wykonywania przez nich zleconych zadań. W prawie 45% wypadków poszkodowanymi są pracownicy ze stażem pracy krótszym niż 1 rok (rys. 3).

Na taki stan rzeczy mają wpływ czynniki, których nie można określić normatywnie. Należą do nich głównie elementy związane z przygotowaniem do podjęcia pracy i braku świadomości pracowników o zagrożeniach na ich stanowiskach pracy. Profilaktyka w tym zakresie realizowana powinna być głównie poprzez:

- szkolenia stanowiskowe pracowników i kadry inżynierskiej;
- informowanie o zagrożeniach występujących na stanowiskach pracy;
- zapoznanie uczestników procesu budowlanego z planem BIOZ i instrukcjami BHP obowiązującymi na budowach;
- uczestnictwo pracowników w okresowych badaniach lekarskich i stosowanie się do ich wyników;
- odpowiednie wyposażenie pracownika w odzież ochronną i środki ochrony indywidualnej.

Przy przygotowywaniu pracowników do pracy na budowach trzeba wziąć też pod uwagę kwestię pochodzenia społecznego pracowników budowlanych – w dużej części są ludźmi niewykształconymi, bez odpowiedniego doświadczenia i braku świadomości o przysługujących im prawach do wykonywania pracy w sposób bezpieczny.

5.2. Przygotowanie i organizacja placu budowy

Duża część wypadków ma przyczyny w niewłaściwym przygotowaniu placu budowy. Odpowiednia organizacja

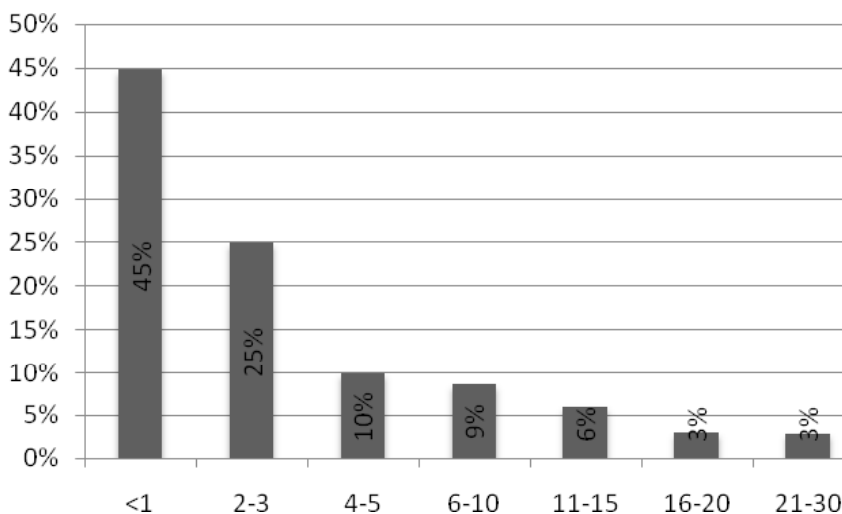
placu budowy pozwala zminimalizować ryzyko powstania wypadku. Przygotowując plan zagospodarowania placu budowy należy zwrócić uwagę na elementy takie jak:

- zapewnienie zaplecza socjalnego i środków ochrony zbiorowej;
- zaplanowanie układu komunikacyjnego z wyeliminowaniem kolizji dróg pieszych i ciągów komunikacyjnych dla sprzętu;
- zapewnienie bezpiecznych miejsc poboru mediów: energii elektrycznej, wody itp.;
- usytuowanie maszyn i urządzeń oraz wyznaczenie stref niebezpiecznych;
- usytuowanie magazynów, składowisk, punktów produkcji półfabrykatów poza strefami niebezpiecznymi.

Analiza wykonywanych prac poprzez zidentyfikowanie zagrożeń pozwala na określenie i sklasyfikowanie występujących czynników niebezpiecznych i szkodliwych. Szczególną uwagę, na etapie przygotowania i organizacji budowy, należy zwrócić na czynniki fizyczne, przed którymi stosujemy różnego rodzaju zabezpieczenia BHP. Przygotowanie bezpiecznego przebiegu robót powinno uwzględniać nie tylko bieżące zagrożenia ale również przewidywać przyszłe zagrożenia występujące w kolejnych fazach realizacji inwestycji. Budowa powinna być obszarem „sterylnym” na który dostęp mają tylko osoby upoważnione posiadające odpowiednie badania oraz ukończone szkolenia z zakresu BHP.

5.3. Maszyny i urządzenia na placu budowy

Z użytkowaniem maszyn i urządzeń na placu budowy wiąże się wiele potencjalnych zagrożeń. Wypadki z ich udziałem są w głównej mierze spowodowane niezachowaniem środków ostrożności przez osoby będące w polu działania maszyny lub urządzenia, bądź nieprawidłowym ich użytkowaniem przez pracownika.



Rys. 3. Poszkodowani w wypadkach przy pracy według stażu pracy w ujęciu procentowym w stosunku do liczby wypadków w 2009 roku (GUS, 2010)

Część wypadków spowodowana jest też wadliwym działaniem samego urządzenia. Zapewnienie bezpiecznych warunków pracy wykonywanej przy użyciu maszyn wymaga:

- używania maszyn i urządzeń oznaczonych znakiem bezpieczeństwa CE lub posiadających deklarację zgodności,
- odpowiedniego zagospodarowania placu budowy w zakresie doprowadzenia mediów niezbędnych do ich użytkowania,
- określenia obszarów pracy i wyznaczenia stref niebezpiecznych,
- regularnych kontroli stanu technicznego maszyny oraz okresowych przeglądów.

Ponadto operatorzy maszyn powinni posiadać uprawnienia pozwalające na ich obsługę.

5.4. Przygotowanie stanowisk pracy

W przypadku placu budowy trudno jest wyodrębnić stałe stanowiska pracy. Wyjątkiem są miejsca prefabrykacji elementów wbudowywanych jak ciesielnie i zbrojarnie. Na placu budowy stanowiska pracy, w miarę postępu robót, zmieniają się. Niesie to za sobą pewne konsekwencje, ponieważ jako stanowisko pracy musimy traktować budowę jako całość. Większość pracowników przemieszcza się wielokrotnie w ciągu dnia pracy i w związku z tym, niezależnie od miejsca przebywania, powinni być stale zabezpieczeni przed zagrożeniami zawodowymi. Duża część wypadków w budownictwie zdarza się podczas wykonywania czynności pomocniczych takich jak: przemieszczanie się, transport ręczny materiałów, operowanie przedmiotami. Dominujący wpływ mają tutaj czynniki fizyczne związane z przygotowaniem komunikacji na budowie (ograniczone przejścia, możliwość upadku z wysokości, wystające elementy, warunki pogodowe negatywnie wpływające na bezpieczeństwo: deszcz, oblodzenie) oraz czynniki psychofizyczne – obciążenia fizyczne i psychiczne.

6. Podsumowanie

Budownictwo jest jedną z bardziej niebezpiecznych gałęzi gospodarki. Na taki stan rzeczy istotny wpływ mają różne czynniki społeczno-gospodarcze jak również środowiskowe. Identyfikacja czynników zagrożeń

zawodowych w budownictwie jest początkiem procesu, którego celem jest stworzenie bezpiecznych warunków pracy. Zagrożenia występujące w środowisku pracy można podzielić na niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe. Czynniki niebezpieczne mogą być przyczyną wypadków przy pracy, natomiast czynniki szkodliwe i uciążliwe mogą być przyczyną chorób zawodowych. Działania profilaktyczne w celu zapewnienia bezpieczeństwa pracy na placu budowy powinny obejmować: odpowiednie przygotowanie i zorganizowanie placu budowy, właściwe przeszkolenie i przygotowanie pracowników do wykonywania powierzanych im zadań, wyposażenie budowy w bezpieczne maszyny, urządzenia i narzędzia, oraz przygotowanie poszczególnych stanowisk pracy zgodnie z wymaganiami bhp

Literatura

- Departament pracy GUS (2010). Wypadki przy pracy w 2009 roku. Warszawa.
- Hoła B. (2008). Modelowanie jakościowe i ilościowe wypadkowości w budownictwie. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej*, Wrocław.
- Kerzner H. (2009). Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling. *John Wiley & Sons, Inc*, 10th edition.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. 120 poz. 1126 z 2003r.).
- Wieczorek Z. (2010). Budownictwo, Wymagania bezpieczeństwa pracy. *Główny Inspektorat Pracy*, Wydanie 2.

FACTORS AFFECTING THE CONDITION OF THE JOB SAFETY ON THE CONSTRUCTION SITE

Abstract: Conditions existing in the work place determine the job safety. Dangerous conditions can lead to accident which consequences can be death, serious body injury of worker or material damage. Chosen issues are placed in the article from scope of accidents in the construction and classification of dangerous, harmful and arduous factors on construction site. There is also written about areas which should be under special attention during preparation and execution of the construction work.

KONCEPCJA WYKORZYSTANIA MODELU EFQM W ZARZĄDZANIU BEZPIECZEŃSTWEM I OCHRONĄ ZDROWIA W PRZEDSIĘBIORSTWIE BUDOWLANYM

Jerzy OBOLEWICZ*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: Autor przedstawia koncepcję wykorzystania modelu EFQM w zarządzaniu bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w budownictwie jako narzędzia samooceny pozwalającej zmierzyć w jakim miejscu znajduje się przedsiębiorstwo budowlane w drodze do doskonałości oraz zrozumienia istniejących braków a następnie znalezienia rozwiązania prowadzącego do poprawy jego wyników. Zastosowanie modelu EFQM może przyczynić się do poniesienia poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w budownictwie.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo i ochrona zdrowia, model EFQM, zarządzanie.

1. Wprowadzenie

Problematyka bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w budownictwie jest różnie traktowana w praktyce budowlanej w zależności na przykład od wielkości przedsiębiorstwa. W małych przedsiębiorstwach (liczba zatrudnionych) pracodawca powinien upewnić się, że w jego zakładzie bezpieczeństwo i ochrona zdrowia jest na właściwym poziomie. Pomocną w takiej ocenie może być następująca lista pytań kontrolnych (Wieczorek, 2010):

- 1) Czy są opracowane jasne procedury postępowania i odpowiedzialności w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (bioz)?
- 2) Czy każdy pracownik, niezależnie od zajmowanego stanowiska i pełnionej funkcji, zna procedury i odpowiedzialność dotyczące jego bezpośrednio?
- 3) Czy w przedsiębiorstwie znane są i stosowane przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy (bhp)?
- 4) Czy zostały zidentyfikowane główne zagrożenia oraz podejmowane są działania w celu likwidacji lub znacznego ograniczenia tych zagrożeń?
- 5) Czy pracownikom zapewniono niezbędne środki ochrony indywidualnej oraz przeszkolenie w zakresie posługiwania się tymi środkami – w sytuacji gdy nie ma innych możliwości uniknięcia ryzyka zawodowego?
- 6) Czy pracownicy zostali poinformowani o ryzyku zawodowym występującym na ich stanowisku pracy i sposobach unikania zagrożeń?

- 7) Czy pracownicy uczestniczą w konsultacjach na temat bioz w zakładzie?
- 8) Czy pracownicy wiedzą kogo i w jaki sposób należy informować i niebezpiecznych warunkach pracy i zaistniałych wypadkach?
- 9) Czy w przedsiębiorstwie prowadzone są regularne kontrole miejsc pracy z uwzględnieniem stosowania przez pracowników obowiązujących procedur bezpieczeństwa pracy?
- 10) Czy w przedsiębiorstwie funkcjonuje system przeglądu strategii i procedur bezpieczeństwa i ochrony zdrowia?

Duże przedsiębiorstwa budowlane potrzebują w obszarze bezpieczeństwa i ochrony zdrowia ustanowienia odpowiedniego systemu zarządzania. System zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia jest wtedy częścią ogólnego systemu zarządzania, który obejmuje strukturę organizacyjną, planowanie, odpowiedzialność, zasady postępowania, procedury, procesy, zasoby potrzebne do opracowania, wdrażania, realizowania, przeglądu i utrzymania polityki bezpieczeństwa i higieny pracy (PN-N-18004 2001.; Ejdyś i in., 2008). Wykorzystując doświadczenia innych (Buchacz, 2007; Godzwon, 2007; Forum Nowoczesnej Administracji, 2004), do zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy można użyć modelu EFQM, który w tym przypadku stanowić będzie:

- podstawę do wspólnego zestawienia pojęć i sposobu myślenia na temat bezpieczeństwa i ochrony pracy w przedsiębiorstwie;

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: j.obolewicz@pb.edu.pl

- strukturę pozycjonującą istniejące inicjatywy na rzecz bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy będącą bazą dla systemu zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy;
- narzędzie samooceny pozwalające mierzyć w jakim miejscu w utrzymaniu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy znajduje się analizowane przedsiębiorstwo budowlane (Buchacz, 2005a; Chomać, 2003).

2. Model EFQM w zarządzaniu bezpieczeństwem i ochroną zdrowia

Europejska Fundacja Zarządzania Jakością (European Foundation for Quality Management) opracowała model EFQM oparty na europejskim podejściu do modelowania doskonałości (Buchacz, 2005b; Krajowa Organizacja Partnerska Umbrella, 2006). Struktura ramowa modelu (rys. 1) złożona jest z dziewięciu elementów. Pięć z nich określa się mianem POTENCJAŁ a cztery mianem WYNIKI. Kryteria POTENCJAŁ-u obejmują działania podejmowane w przedsiębiorstwie, natomiast kryteria WYNIKI obejmują jego osiągnięcia. WYNIKI są efektem POTENCJAŁU a POTENCJAŁ jest doskonałony przy wykorzystaniu informacji zwrotnych z pomiaru WYNIKÓW.

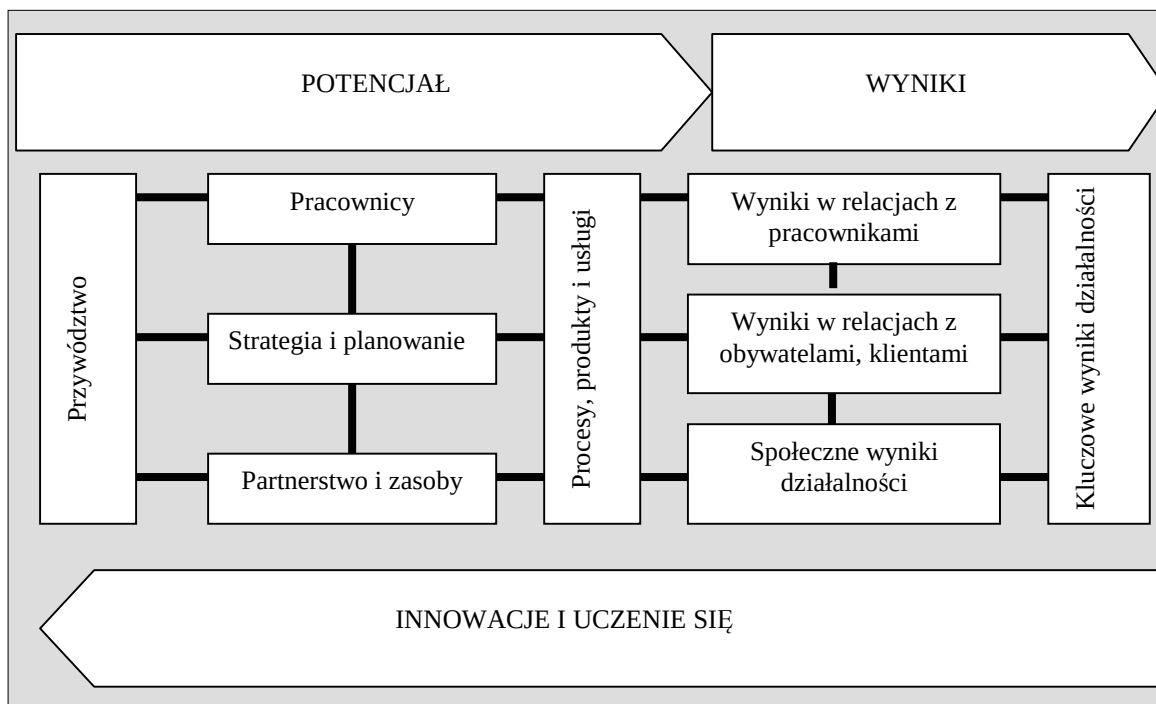
Obszar POTENCJAŁ-u (tab. 1) obejmuje następujące kryteria:

- 1) *przywództwo* – tworzenie i komunikowanie wizji, wartości i zasad bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy, zaangażowanie w doskonalenie organizacji, współpraca z przedstawicielami społeczeństwa (Buchacz, 2005g);

- 2) *pracownicy* – planowanie i doskonalenie zasobów ludzkich, identyfikacja i utrwalanie poziomu wiedzy i kompetencji, angażowanie pracowników, komunikacja, motywacja (Buchacz, 2005i);
- 3) *strategia i planowanie* – metody budowy strategii, uwzględnienie przyszłych potrzeb, podejmowanie decyzji na podstawie faktów, wdrażanie ich w organizacji (Buchacz, 2005h);
- 4) *partnerstwo i zasoby* – zarządzanie relacjami z dostawcami, zarządzanie finansami, infrastrukturą, technologią, informacjami i wiedzą (Buchacz, 2006a);
- 5) *procesy, produkty i usługi* – projektowanie i doskonalenie procesów, projektowanie i wytwarzanie wyrobów w oparciu o potrzeby i oczekiwania klientów, rozwijanie relacji z klientami (Buchacz, 2006b).

Obszar WYNIKI (tab. 2) obejmuje cztery kolejne kryteria modelu:

- 1) *wyniki w relacjach z pracownikami* – dokonywanie pomiarów skuteczności motywacji zadowolenia klientów, osiągnięć pracowników, zaangażowania;
- 2) *wyniki w relacjach z obywatelami, klientami* – stosowanie mierników postrzegania organizacji przez klientów i wskaźników wyników działalności;
- 3) *społeczne wyniki działalności* – badanie wizerunku, społeczna odpowiedzialność, zmniejszenie uciążliwości produktów dla otoczenia, kontakty z władzami;
- 4) *kluczowe wyniki działalności* – wyniki działalności przedsiębiorstwa w obszarze bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy.



Rys. 1. Model EFQM (2010) (opracowanie własne na podstawie Paul Gemoets (EFQM Bruksela), Program doskonalenia jakości usług publicznych w urzędach Dolnego Śląska i Małopolski z wykorzystaniem doświadczeń Urzędu Miasta w Dzierżoniowie, Katowice 2010)

Tab. 1. Charakterystyka obszaru oceny POTENCJAŁ przez pryzmat kryteriów modelu EFQM

Lp.	Kryteria	Pytanie	Charakterystyka szczegółowa obszaru
1	Przywództwo	W jaki sposób zarząd i wszyscy kierownicy zachowują się i działają, aby inspirować i powodować zmiany w kierunku nastawienia się na bezpieczeństwo i ochronę zdrowia.	Liderzy tworzą i umożliwiają realizację misji i wizji oraz rozwijają wartości organizacyjne i systemy wymagane do osiągnięcia sukcesu a także wdrażają je poprzez odpowiednie działania i zachowania. W okresach zmian zachowują stałość celów i są w stanie zmienić kierunek działania organizacji i zainspirować innych aby w tym kierunku podążali. Liderzy : - tworzą misję, wizję, wartości i zasady oraz są wzorem w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia; - są osobiście zaangażowani w tworzenie, wdrażanie, i ciągłe doskonalenie zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy; - współdziałają z klientami, partnerami i przedstawicielami społeczeństwa; - wzmacniają kulturę bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy wspólnie z pracownikami budowlanymi; - identyfikują zmianę organizacyjną i umożliwiają jej wdrożenie
2	Strategia i planowanie	Czy strategia i planowanie są formułowane, weryfikowane i udoskonalane zgodnie z przyjętą koncepcją zarządzania.	Polityka, plany, cele i procesy są opracowywane i wdrażane w celu realizacji strategii i opierają się na obecnych i przyszłych potrzebach i oczekiwaniach wszystkich zainteresowanych odpowiednim poziomem bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na budowach realizowanych przez przedsiębiorstwo oraz na informacjach uzyskanych na podstawie pomiaru wyników działalności przedsiębiorstw budowlanych, badań, uczenia się i źródeł zewnętrznych w tym obszarze, np. statystyki wypadków. Opracowana strategia i plany działania poddawane są przeglądowi i aktualizacjom i są komunikowane i wdrażane poprzez strukturę kluczowych procesów.
3	Pracownicy	W jaki sposób przedsiębiorstwo wyzwala pełen potencjał zatrudnianego personelu.	We właściwej organizacji wyzwala się i rozwija potencjał pracowników na poziomie indywidualnym, zbiorowym i całego przedsiębiorstwa, dzięki któremu propagowane są zasady bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, sprawiedliwości i równości oraz angażowanie pracowników do działań i przekazywania im uprawnień. Właściwa organizacja działań pozwala: - właściwie zaplanować zasoby ludzkie, zarządzać nimi i je doskonalić; - identyfikować, rozwijać i utrzymywać poziom wiedzy i kompetencji pracowników; - angażować pracowników w działania i nadawać im odpowiednie uprawnienia; - prowadzić dialog pomiędzy pracownikami a przedstawicielami przedsiębiorstwa; - dbać o swoich pracowników, nagradzać ich i wyrażać im uznanie.
4	Partnerstwo i zasoby	W jaki sposób zasoby finansowe, informacyjne, materiałowe czy stosowane technologie są efektywnie wykorzystywane przy realizacji strategii i planowania.	Pomocnym w realizacji strategii i planowaniu oraz zapewnianiu efektywności procesów mogą być relacje z uczestnikami budowlanego procesu inwestycyjnego (np. inspektorem nadzoru inwestorskiego, projektantem), dostawcami materiałów i sprzętu budowlanego oraz relacje z wewnętrznymi zasobami, które mogą być zaplanowane i właściwie zarządzane, a w szczególności relacje z finansami, zarządzaniem budynkami, wyposażeniem i materiałami, technologią, wiedzą i informacją.
5	Procesy, produkty i usługi	Jak krytyczne procesy są stosowane i kontrolowane w celu zapewnienia ciągłego doskonalenia przedsiębiorstwa.	Projektowanie procesów, produktów i usług, zarządzanie nimi i doskonalenie ich w celu pełnego zaspokojenia potrzeb o coraz większej wartości w obszarze bioz może przyczynić się do podniesienia poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy. Szczególnie należy zwrócić uwagę na systematyczne projektowanie, doskonalenie procesów stosownie do potrzeb i wprowadzanie innowacji w celu pełnego zadowolenia klientów.

Tab. 2. Charakterystyka obszaru WYNIKI przez pryzmat kryteriów modelu EFQM

Lp.	Kryteria	Pytanie	Charakterystyka szczegółowa obszaru
1	Wyniki w relacjach z obywatelami, klientami	Jak klient ocenia jakość wyrobów i usług.	Dokonywanie pomiarów i osiąganie zadawalających wyników w relacjach ze swoimi klientami poprzez określenie mierników postrzegania oraz wyliczenie wyników działalności w obszarze bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, np. zmniejszenie liczby wypadków na budowach, czy ograniczenie sytuacji potencjalnie wypadkowych.
2	Wyniki w relacjach z pracownikami	Jak pracownik ocenia korzyści płynące z zatrudnienia.	Dokonywanie pomiarów i osiąganie zadawalających wyników w relacjach ze swoimi pracownikami poprzez określenie mierników postrzegania oraz wyliczenie wyników działalności, np. w stosowaniu środków ochrony zbiorowej, czy środków ochrony indywidualnej na budowie.
3	Społeczne wyniki działalności	Jakie są związki przedsiębiorstwa z lokalną społecznością oraz oddziaływanie na środowisko naturalne.	Dokonywanie pomiarów i osiąganie pozytywnych wyników w relacjach ze społeczeństwem poprzez określenie mierników postrzegania oraz wyliczenie wyników działalności, np. w stosowaniu ekologicznych materiałów budowlanych i sprzętu spełniającego wymagania ochrony środowiska.
4	Kluczowe wyniki działalności	W jakim stopniu przedsiębiorstwo realizuje strategię i osiąga zaplanowane cele.	Przeprowadzanie pomiarów i ewidencjonowanie wyników w odniesieniu do kluczowych elementów strategii bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, np. brak wypadków spowoduje obniżenie stawki ubezpieczeniowej przedsiębiorstwa.

Porównywanie kryteriów POTENCJAŁU i WYNIKÓW określa się jakością zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy w przedsiębiorstwie budowlanym, gdzie jakość jest definiowana jako zgodność z wymaganiami. Kierując się prakseologią T. Kotarbińskiego można stwierdzić, że:

- jakość zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy w budownictwie ulega poprawie w przypadku gdy przy danym potencjale efekty (wyniki) rosną – *zasada wydajności*;
- jakość zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy w budownictwie wzrasta w przypadku gdy efekty zarządzania rosną szybciej niż wytwarzany potencjał – *zasada efektywności*.

Dobre rezultaty w zakresie wyników działalności, klientów, pracowników, wpływu na społeczeństwo są osiągane poprzez przywództwo będące siłą napędową dla formułowania strategii i planowania, która jest realizowana poprzez odpowiednie zarządzanie ludźmi, partnerstwo, zasoby oraz procesy.

3. Wdrożenie modelu EFQM do zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia

Pierwsze kroki zastosowania modelu EFQM w zarządzaniu bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy w przedsiębiorstwie budowlanym powinny być proste i skutkować podniesieniem poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników w pracy w relatywnie krótkim czasie (Buchacz, 2005c). Projekt doskonalenia powinien składać się z następujących etapów:

- przekonanie kierownictwa przedsiębiorstwa,
- opracowanie projektu EFQM,

- przeprowadzenie samooceny,
- zaplanowanie i realizacja działań doskonalących,
- ocena efektywności projektu.

3.1. Przekonanie kierownictwa przedsiębiorstwa

Prezentując kierownictwu przedsiębiorstwa model EFQM należy podkreślić, że jest to najpowszechniej używany w Europie model doskonalenia opracowany z inicjatywy firm biznesowych jako narzędzie do umacniania przewagi konkurencyjnej na globalnym rynku. Należy objaśnić na czym polega doskonalenie organizacji przy pomocy modelu EFQM i podkreślić znaczenie samooceny. Samoocena bowiem daje wgląd we wszystkie obszary i wyniki działania organizacji oraz wyzwala kreatywność liderów i motywuje ich do zaangażowania się w planowanie i realizację działań doskonalących. Dzięki niej przedsiębiorstwo może zwiększyć zdolność do doskonalenia swego potencjału oraz wyników, co w konsekwencji prowadzi do umocnienia pozycji konkurencyjnej i jej trwałego rozwoju.

Kierownictwo przedsiębiorstwa steruje procesem doskonalenia poprzez dobór grupy liderów bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy, ustalenie priorytetów dla działań doskonalących oraz zatwierdzenie wybranych działań doskonalących do realizacji. Przy podnoszeniu poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników wskazane jest, aby do grupy liderów należeli specjaliści ds. bezpieczeństwa i higieny pracy, reprezentujący pracodawcę i pracowników. W ten sposób kierownictwo przedsiębiorstwa ma możliwość wpływania na tempo i głębokość zmian w organizacji. Zmiany powinny być wprowadzane stopniowo w wyniku kolejnych cykli samooceny powtarzanych na ogół w rocznych odstępach.

Zaleca się, aby przed podjęciem decyzji o uruchomieniu projektu EFQM kierownictwo przedsiębiorstwa zapytało o zdanie zarząd, np. poprzez wypełnienie kwestionariusza ankietowego, który pozwoli na wyrobienie sobie opinii o podejściu EFQM do doskonalenia oraz pokaże silne i słabe strony organizacji w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników w doniesieniu do najlepszych firm europejskich (Buchacz, 2005c).

3.2. Opracowanie projektu modelu EFQM

Tak jak w każdym projekcie dotyczącym doskonalenia zarządzania tak i w przypadku doskonalenia zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy należy wybrać spośród członków najwyższego kierownictwa sponsora projektu EFQM, który zapewni warunki do jego realizacji i wyznaczyć kierownika projektu odpowiedzialnego za operacyjne zarządzanie projektem. Należy też ustalić grupę liderów EFQM, która przeprowadzi samoocenę i zaplanuje działania doskonalące. Na ogół w pierwszym cyklu doskonalenia nie przekracza ona 15-20 osób wybranych z grona średniej kadry kierowniczej oraz specjalistów (ewentualnie z udziałem 1-2 osób z zarządu pod warunkiem, że ich obecność nie będzie wpływać hamująco na działalność grupy). Kierownik projektu przygotowuje harmonogram projektu. Zaleca się, aby pierwszy cykl doskonalenia organizacji przy pomocy modelu EFQM nie przekraczał 6-9 miesięcy i pierwsze szkolenie lub warsztaty poprowadził konsultant. W ramach projektu EFQM należy zaplanować komunikację wewnętrzną i zewnętrzną (dla klientów) na temat przebiegu i rezultatów projektu z podkreśleniem, że nawiązuje ona do dobrych praktyk zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w skali europejskiej (Buchacz, 2005d).

3.3. Przeprowadzenie samooceny

Każde przedsiębiorstwo rozpoczynając proces doskonalenia – podnoszenia poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia człowieka w środowisku pracy za pomocą proponowanego modelu EFQM nie zna swego położenia. Stan ten można określić jako nieświadomą niekompetencję – nie wie gdzie się znajduje i co powinno doskonalić. Po pierwszej samoocenie poznaje swój wynik i osiąga stan świadomej niekompetencji – zna swoje miejsce i wie, co musi doskonalić. W wyniku dalszego doskonalenia osiąga stan świadomej kompetencji – wie ile już osiągnęła. Najlepsze przedsiębiorstwa rozwijają się dalej i osiągają stan nieświadomej kompetencji – na co dzień nie pamiętają, że należą do najlepszych w Europie. Zaleca się stosowanie kwestionariusza samooceny przedsiębiorstwa z uwagi na prostotę i szybkość tej metody. Wypełnienie kwestionariusza nie powinno wymagać wcześniejszego przygotowania się i nie powinno przekraczać ½ godziny. Średnia wyników odpowiedzi 5-10 liderów przedsiębiorstwa (przykładowo zarządu) daje wiarygodny

wynik, który może być bazą do mierzenia postępów w dalszym podnoszeniu poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy w danym przedsiębiorstwie. Pozostałe, dokładniejsze od kwestionariusza, metody oceny opierają się na zastosowaniu pełnego modelu EFQM do określenia silnych stron organizacji i obszarów do poprawy oraz objętego prawami autorskimi narzędzia RADAR do oceny punktowej (Buchacz, 2005f).

Do przybliżonej oceny położenia organizacji w drodze do doskonalenia w obszarze bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy można zastosować kwestionariusz EFQM. Kwestionariusz ten składa się z 9 części odpowiadającym kryteriom Modelu Doskonałości, które zawierają pytania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w obszarach POTENCJAŁU i WYNIKÓW.

Przykładowe pytania kwestionariusza obszaru POTENCJAŁ-u mają następującą treść:

- obszar POTENCJAŁ
 - kryterium przywództwo:
 - 1) Czy opracowano i rozpowszechniono deklarację wizji i misji bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (bioz)?
 - 2) Czy motywuje się i wspiera działania ludzi w zakresie bioz?
 - 3) Czy kreowane jest zaangażowanie w relacje z klientami, partnerami, np. podwykonawcami?
 - kryterium strategia i planowanie:
 - 4) Czy strategia i planowanie opiera się na obecnych i przyszłych potrzebach i oczekiwaniach wszystkim zainteresowanych bioz-em stron?
 - 5) Czy strategia i planowanie bazuje na informacjach uzyskanych na podstawie pomiaru wyników (np. liczby wypadków), badań, uczenia się i źródeł zewnętrznych (np. danych statystycznych Państwowej Inspekcji Pracy)?
 - 6) Czy strategia i planowanie są tworzone, poddawane przeglądowi oraz aktualizowane?
 - 7) Czy strategia i planowanie są komunikowane i wdrażane poprzez strukturę kluczowych procesów przedsiębiorstwa?
 - kryterium pracownicy:
 - 8) Czy kierownictwo przedsiębiorstwa planuje zasoby ludzkie, zarządza nimi i je doskonali?
 - 9) Czy kierownictwo identyfikuje, rozwija i utrzuca poziom wiedzy i kompetencji pracowników?
 - 10) Czy kierownictwo i pracownicy prowadzą wzajemny dialog w zakresie bioz?
 - 11) Czy kierownictwo dba o swoich pracowników, nagradza ich wyraża im uznanie?
 - kryterium partnerstwo i zasoby:
 - 12) Czy istnieje partnerstwo z dostawcami i podwykonawcami?
 - 13) Czy stosowana technologia jest przyjazna z punktu widzenia bezpieczeństwa i zdrowia pracowników?
 - 14) Czy budynki, wyposażenie, materiały, narzędzia spełniają wymagania bioz?
 - 15) Czy zasoby finansowe pokrywają zapotrzebowanie organizacji w zakresie bioz?
 - 16) Czy posiadane informacje i wiedza z zakresu bioz jest wystarczająca?

– kryterium *procesy*:

- 17) Czy kierownictwo przedsiębiorstwa systematycznie projektuje procesy produkcyjne zawierające zagadnienia bezpieczeństwa i higieny pracy?
- 18) Czy kierownictwo doskonali procesy produkcyjne stosowanie do potrzeb w zakresie bioz wprowadzając innowacje w celu pełnego zadowolenia i zapewnienia większej wartości dla klientów i osób zainteresowanych?
- 19) Czy kierownictwo projektuje i wytwarza (używa) materiały spełniające wymagania bioz?
- 20) Czy kierownictwo realizuje roboty budowlane używając materiałów budowlanych spełniających wymagania bioz?
- 21) Czy kierownictwo utrzymuje i rozwija relacje z klientami i nimi zarządza?

Ocena poszczególnych kryteriów (przywództwo, strategia i planowanie, pracownicy, partnerstwo i zasoby, procesy) obszaru POTENCJAŁ-u wymaga sformułowania pytań szczegółowych dotyczących problematyki bezpieczeństwa i ochrony zdrowia specyficznej dla danego przedsiębiorstwa wynikającej z zastosowanej technologii i organizacji robót. Przykładowe pytania do kwestionariusza pierwszej samooceny bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w przedsiębiorstwie w obszarze POTENCJAŁ-u dla kryterium *przywództwo* wraz z propozycją punktową (procentową) przedstawiono w tablicy 3.

Pytania kwestionariusza obszaru WYNIKI dotyczą czterech kryteriów:

- kryterium *pracownicy* – wszyscy pracownicy oraz strony zainteresowane wynikami w zakresie bioz chcą, aby misja została wypełniona, wierzą w wizję i strategię;

- kryterium *klienci* – oczekują osiągnięcia zaplanowanych wyników z zakresie bezpiecznej pracy i ochrony zdrowia pracowników;

- kryterium *społeczeństwo* – pytania dotyczą porównania oczekiwań społecznych otrzymanych na bazie opinii z wynikami osiągniętymi przez przedsiębiorstwo;

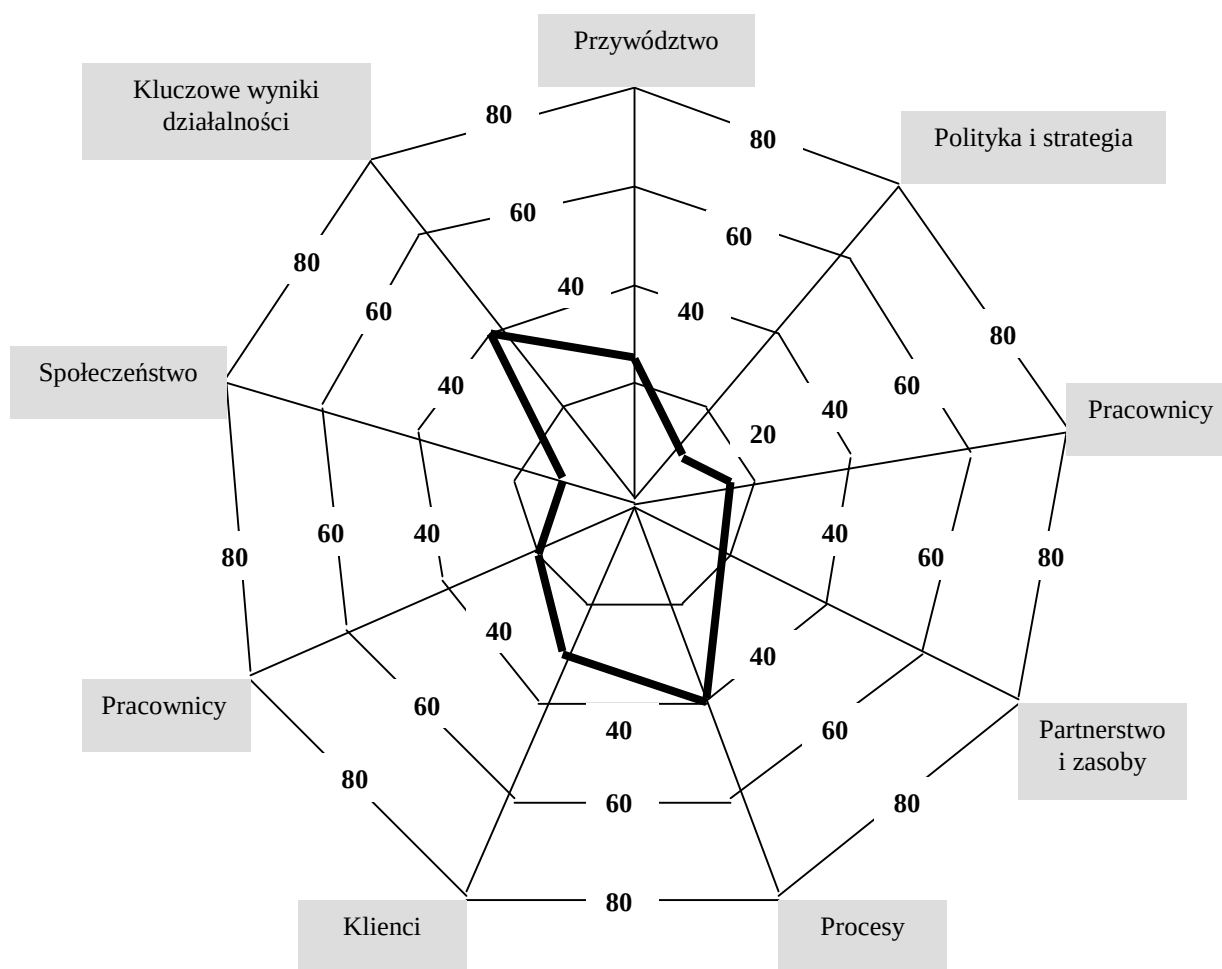
- kryterium *kluczowe wyniki* – obejmują zagadnienia ostatecznych wyników przedsiębiorstwa zakresie bioz.

Europejska Fundacja Zarządzania Jakością proponuje samoocenę w formie tzw. RADAR-u. Samoocena taka polega na kompleksowym, systematycznym i regularnym przeglądzie działań podejmowanych przez organizację oraz osiąganych wyników, w oparciu o określony sposób postępowania (Buchacz, 2005e). Do określenia nazwy postępowania wykorzystano akronim: RADAR-u od angielskich słów: **Review** – **Approach** – **Deploy** – **Asses** – **Results**, czyli *Przegląd* – *Podejście* – *Wdrożenie* – *Ocena* – *Wyniki*. Układ logiczny RADAR (rys. 2) wskazuje, że przedsiębiorstwo powinno:

- Określić *wyniki* do osiągnięcia jakich dąży w ramach swojego procesu tworzenia strategii w obszarze bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy. Wyniki te obejmują rezultaty działalności przedsiębiorstwa w dziedzinie działań operacyjnych wraz przestrzeganiem zasad ustalonych przez zainteresowane strony.
- Zaplanować i stworzyć spójny zestaw solidnych *podejść*, aby uzyskiwać wymagane wyniki teraz i w przyszłości.
- *Wdrażać* podejścia w sposób systematyczny, aby zapewnić ich pełne zastosowanie.
- Dokonać *oceny i przeglądu* stosowanych podejść w oparciu o analizę osiąganych wyników oraz ciągłe działania związane z uczeniem się.

Tab. 3. Kwestionariusz pierwszej samooceny bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w przedsiębiorstwie w obszarze POTENCJAŁ-u dla kryterium *przywództwo* 1 – nie ma (0%), 2 – bardzo małe (25%), 3 – małe (50%), 4 – średnie (75%), 5 – duże zaangażowanie (100%)

Lp.	Kryterium	Pytania	Odpowiedzi				
			1	2	3	4	5
1	Przywództwo	Czy opracowano, rozpowszechniono deklarację wizji i misji przedsiębiorstwa w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (bioz)?	-	-	-	-	-
2		Czy wykazane jest osobiste zaangażowanie i dawanie stałego przykładu doskonalenia bioz przez liderów poprzez:					
		- wkład kierownictwa w podnoszenie i utrzymanie poziomu bioz;	-	-	-	-	-
		- komunikowanie strategii na wszystkich poziomach przedsiębiorstwa;	-	-	-	-	-
		- zachęcanie i wspieranie działań związanych z uczeniem się oraz z wykorzystywaniem wyników działań w zakresie bioz.	-	-	-	-	-
3		Czy motywuje się i wspiera działania ludzi w zakresie bioz poprzez:					
		- zachęcanie do przekazywania uprawnień;	-	-	-	-	-
		- finansowanie szkoleń i doskonalenia w zakresie bhp;	-	-	-	-	-
		- uznawanie wyników indywidualnych i zespołowych;	-	-	-	-	-
		- pomaganie pracownikom w realizacji planów i celów bioz;	-	-	-	-	-
		- wprowadzanie systemu nagród i zachęt.	-	-	-	-	-
4		Czy kreowane jest zaangażowanie w relacje z podwykonawcami w zakresie bioz np. poprzez spotkania, zrozumienie, reagowanie na potrzeby w analizowanym zakresie?	-	-	-	-	-



Rys. 2. Przykładowy profil oceny przedsiębiorstwa. (opracowanie własne na podstawie Buchacz (2005c-e))

W metodologii Europejskiej Fundacji Zarządzania Jakością obszar WYNIKI przedsiębiorstwa w poszczególnych kryteriach ocenia się biorąc się pod uwagę następujące atrybuty:

- *Trendy*: czy są pozytywne przez okres co najmniej od 3 lat.
- *Cele*: czy przedsiębiorstwo stawia sobie cele i czy je systematycznie osiąga.
- *Porównania*: czy prowadzone są porównania wyników z innymi przedsiębiorstwami i czy są one korzystne dla danego przedsiębiorstwa.
- *Przyczyny*: w jakim stopniu osiągnięte wyniki są rezultatem sposobu zarządzania przedsiębiorstwem.
- *Zakres*: czy firma mierzy swoje wyniki we wszystkich obszarach i właściwie je segmentuje (np. na grupy klientów, produkty, itp.).

Podobnie postępuje się z oceną obszaru POTENCJAŁ przedsiębiorstwa. Tu zadanie jest trudniejsze z uwagi, że w ocenie należy uwzględnić:

- *Podejścia*: czyli pomysłu jaki ma przedsiębiorstwo na zarządzanie bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy, jego racjonalności, zastosowania procesów w zarządzaniu, uwzględnienia potrzeb wszystkich interesariuszy oraz integracji z polityką i strategią oraz z innymi podejściami.

- *Wdrożenia*: czyli tego na ile udało się pomyśleć na zarządzanie bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w obrębie danego obszaru wprowadzić systematycznie w życie.
- *Oceny i przeglądy*: czyli tego czy organizacja od czasu do czasu zatrzymuje się w biegu i ocenia efektywność zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w obszarze danego kryterium i na podstawie pomiaru własnych wyników i uczenia się od innych (benchmarking) oraz czy w wyniku tej oceny doskonalili swoje pomysły na zarządzanie bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy.

W metodologii EFQM wyniki przedsiębiorstwa to wyłącznie wyniki punktowe. Ocena silnych stron, obszarów do poprawy i punktacja prowadzone są w 9 kryteriach modelu (rys. 2). W każdym kryterium przedsiębiorstwo może uzyskać od 0 do 100 punktów (lub 0-100%). W praktyce Europejskiej Fundacji Zarządzania Jakością oceny wahają się od 25 do 75 punktów. Poziom 75 punktów wskazuje, że w danym obszarze przedsiębiorstwo może służyć za wzór dla innych, zaś niski poziom punktowy wskazuje na potrzebę podjęcia działań w doskonalących dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w danym obszarze.

Zestawienie wyników w obszarze dziewięciu obszarów modelu daje profil oceny przedsiębiorstwa,

z którego wynikają jego silne i słabe obszary do doskonalenia.

3.4. Zaplanowanie działań doskonalących

Na podstawie wyników samooceny liderzy EFQM określają i planują działania doskonalące odnoszące się do obszarów, które:

- uzyskały najniższą ocenę,
- są najważniejsze z punktu widzenia strategii i priorytetów ustalonych przez kierownictwo przedsiębiorstwa.

Praktyka wykazuje, że najskuteczniejszą metodą zaplanowania działań doskonalących jest praca grupowa liderów EFQM. W trakcie szkolenia lub warsztatów liderzy mają możliwość przedyskutowania zidentyfikowanych obszarów do poprawy i zaplanowania takich działań, które zdaniem całej grupy będą najskuteczniejsze. Bardzo pomocna na tym etapie jest znajomość dobrych praktyk zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia w pracy stosowanych przez najlepsze przedsiębiorstwa. Po zaplanowaniu działań doskonalących ustala się, które z nich będą realizowane. Zaleca się, aby w pierwszym roku wybierać działania doskonalące w oparciu o dwa wskaźniki:

- wpływ realizacji danego działania na osiągnięcia strategicznych celów przedsiębiorstwa, w tym szczególnie poprawy jej wyników,
- zdolności organizacji do wdrożenia działań w okresie 6-9 miesięcy.

Iloczyn obu wskaźników decyduje o kolejności wyboru działania.

Przy pierwszej samoocenie zaleca się przyjęcie do realizacji niewielkiej liczby działań doskonalących po to, aby zapewnić dobre warunki do zrealizowania ich w pełni w zaplanowanym terminie i tym samym uzyskać potwierdzenie skuteczności projektu EFQM. Należy też pamiętać, że decyzje o zatwierdzeniu działań doskonalących do realizacji podejmowane są przez kierownictwo przedsiębiorstwa.

3.5. Realizacja działań doskonalących

Realizacja działań doskonalących zaplanowanych w ramach projektu EFQM prowadzona jest w przedsiębiorstwie w taki sposób jak wszystkich innych działań doskonalących. Do zarządzania i monitorowania działań wykorzystuje się wdrożone w przedsiębiorstwie procedury realizacji projektów lub procedury działań zapobiegawczych systemów zarządzania funkcjonujących w organizacji, np. systemów zarządzania jakością.

3.6. Ocena efektywności projektu EFQM

Ocenę efektywności projektu EFQM przeprowadza się na kilku poziomach poprzez ocenę:

- terminowości realizacji rezultatów poszczególnych działań doskonalących,

- nabytej wiedzy i umiejętności doskonalenia przedsiębiorstwa w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy,
- satysfakcji uczestników projektu EFQM,
- wyników powtórnej samooceny, która rozpoczyna następny cykl doskonalenia organizacji.

4. Zakończenie

W budownictwie problematykę bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracy można analizować tradycyjnie i współcześnie. Podejście tradycyjne (popularne bhp) wiąże się z zakazami lub nakazami postępowania, które mogą pociągnąć za sobą jedynie skutki natury prawnej. Proponowane podejście – zastosowanie modelu EFQM jest podejściem współczesnym, które problematykę bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy ujmuje szerzej, traktując ją jako część ogólnego systemu zarządzania przedsiębiorstwem, w którym jest ona uporządkowanym zbiorem elementów obejmującym strukturę organizacyjną, planowanie, odpowiedzialność, zasady postępowania, procedury, procesy i zasoby potrzebne do opracowania, wdrożenia, realizowania, przeglądu i podnoszenia poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy. Zastosowanie modelu EFQM umożliwia doskonalenie działań w analizowanym zakresie, ponieważ między innymi:

- jest najczęściej stosowanym narzędziem doskonalenia w Europie;
- pozwala ustalić silne strony i obszary do poprawy i podjąć działania doskonalące poprawiające wyniki przedsiębiorstwa w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy;
- zastosowanie samooceny wyzwala inicjatywę i kreatywność pracowników;
- pozwala porównywać się z najlepszymi organizacjami w branży;
- model EFQM pozwala zintegrować wszystkie stosowane w przedsiębiorstwie systemy i metody zarządzania;
- zastosowanie sprawdzonego w UE narzędzia pozwala na szybsze osiągnięcie efektów, ogranicza koszty i ryzyko wynikające z poszukiwania metody doskonalenia bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w budownictwie.

Literatura

- Buchacz T. (2005a). Uczenie się Modelu EFQM. *Problemy Jakości*, Maj 2005, s. 42.
- Buchacz T. (2005b). Zastosowanie Modelu EFQM do doskonalenia organizacji. *Problemy Jakości*, Kwiecień 2005, 33-35.
- Buchacz T. (2005c, 2005d, 2005e). Pierwsze kroki w stosowaniu Modelu EFQM. *Problemy Jakości*, Maj 2005, s. 35, 36, 32.
- Buchacz T. (2005f). Pomiar postępów na drodze do doskonałości. *Problemy Jakości*, Lipiec 2005, s. 41.

- Buchacz T. (2005g). Kryteria Modelu EFQM Przywództwo, *Problemy jakości*, Wrzesień 2005, 38-41.
- Buchacz T. (2005h). Kryterium 2 Modelu EFQM Polityka i strategia. *Problemy jakości*, Listopad 2005, 38-39.
- Buchacz T. (2005i). Kryterium 3 Modelu EFQM Pracownicy. *Problemy jakości*, Grudzień 2005, 35-36.
- Buchacz T. (2006a). Kryterium 4 Modelu EFQM Partnerstwo i zasoby. *Problemy jakości*, Styczeń 2006, 41-42.
- Buchacz T. (2006b). Kryterium 5 Procesy. *Problemy jakości*, Marzec 2006, 31-32.
- Buchacz T. (2007). Model doskonałości EFQM drogą do osiągnięcia poziomu najlepszych firm europejskich. *Problemy jakości*, Kwiecień 2007, 4-6.
- Chomać E. (2003). Model doskonałości EFQM w koncepcji zarządzania. *Problemy jakości*, Sierpień 2003.
- Ejdys J., Lulewicz A., Obolewicz J. (2008). System zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Zarządzanie bezpieczeństwem w przedsiębiorstwie. Wyd. Politechniki Białostockiej, 51-90.
- Godzwon Z. (2007). Samoocena jako narzędzie zarządzania jakością usługi edukacyjnej w szkole wyższej. *Problemy jakości*, Lipiec 2007, 40-41.
- Krajowa Organizacja Partnerska Umbrella. (2006). Model CAF w administracji publicznej. *Forum Nowoczesnej Administracji*, 2004, 1-8.
- Krajowa Organizacja Partnerska Umbrella. (2006). Model Doskonałości EFQM. *Materiały Promocyjne Umbrella*, 2006.
- Prawo budowlane (2010). Prawa i obowiązki uczestników procesu budowlanego, art.17-27.
- Wieczorek Z. (2010). Budownictwo – wymagania bezpieczeństwa pracy. Wyd. Państwowa Inspekcja Pracy – Główny Inspektorat Pracy.

EFQM MODEL UTILIZATION FOR SAFETY AND HEALTH PROTECTION IN BUILDING ENTERPRISES

Abstract: The author presents the conception of EFQM model utilization for safety and health protection management in building enterprises as a tool of opinion. It permits to estimate place on which the company exists on its way to perfection, show tasks and find solutions that lead to company result improvement. The use of EFQM model can contribute to bearing the of safety and the of health in building.

Pracę wykonano w Politechnice Białostockiej w ramach realizacji projektu badawczego finansowanego ze środków MNiSW w latach 2010-2013

OCENA STANU BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA W PRZEDSIĘBIORSTWACH BUDOWLANYCH

Jerzy OBOLEWICZ*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: Autor charakteryzuje proces tworzenia statystyki EU-27 i unijnego modelu wypadku do celów statystycznych, przytacza statystykę wypadków w Polsce oraz przeprowadza analizę przyczyn ich powstania. Na bazie otrzymanych danych określa rodzaj informacji niezbędnej do identyfikacji stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w przedsiębiorstwach budowlanych i dobiera narzędzie do przeprowadzenia badań. Na podstawie wyników badań dokonuje oceny stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w przedsiębiorstwach budowlanych.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo i ochrona zdrowia, EUROSTAT, statystyka wypadków krajowych i ich przyczyn, badania wybranych zagadnień bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w przedsiębiorstwach budowlanych.

1. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia na stanowiskach pracy w UE

Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia na stanowisku pracy jest decydującym czynnikiem jakości pracy w Unii Europejskiej.

Prace nad standaryzacją przepisów dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na stanowiskach pracy w krajach należących do wspólnoty europejskiej rozpoczęły się w 1990 roku projektem harmonizacji europejskich statystyk dotyczących wypadków przy pracy. Celem projektu było opracowanie metody zbierania porównywalnych danych w UE (Obolawicz, 2009). Chodziło głównie o ujednolicenie kryteriów i metodologii, które należy zastosować przy pozyskiwaniu danych dotyczących wypadków. Pracodawcy krajów członkowskich zostali zobowiązani dyrektywą unijną (Dyrektywa 89/391/EFC, 1989) do zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników we wszystkich aspektach związanych z pracą, zgodnie z zasadą, według której wszystkie państwa należące do wspólnoty miały obowiązek wdrażać dyrektywy unijne do ustawodawstwa krajowego. Działania polegały na prowadzeniu listy wypadków przy pracy, które powodowały niezdolność pracownika do pracy dłuższą od trzech dni oraz zgodnie z prawem krajowym, na sporządzaniu sprawozdań z wypadków swoich pracowników.

Prace nad projektem obejmowały trzy fazy. Pierwsza faza projektu została uruchomiona w 1993 roku

i obejmowała identyfikację zmiennych, które mają na celu rozpoznanie działalności gospodarczej pracodawcy, zawodu, wieku, płci ofiary wypadku, rodzaju obrażeń, części ciała, położenia geograficznego, daty i czasu wypadku. W drugiej fazie projektu uzupełniono zmienne pierwszej fazy o wstępne informacje dotyczące wielkości przedsiębiorstwa, narodowości ofiary, statusu zatrudnienia oraz skutków wypadku w odniesieniu do liczby zatrudnionych, liczby dni straconych, trwałej niezdolności lub śmierci w wyniku wypadku.

Trzecia faza rozpoczęła się w 2001 roku i dotyczyła innych zharmonizowanych zmiennych ESAW (Europejskie Statystyki Wypadków przy Pracy, 2001) i klasyfikacji przyczyn i okoliczności wypadków, które pozwolą na promowanie aktywnej polityki na rzecz zapobiegania wypadkom przy pracy, pomocnej w działaniach prewencyjnych. Działania III fazy były częścią strategii UE w obszarze bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników na lata 2000-2006, w wyniku której liczba wypadków śmiertelnych została zmniejszona do 19% zaś nieobecności w pracy z tytułu wypadków trzech albo więcej dni – do 24%. Kolejna strategia na lata 2007-2012 była kontynuacją pierwszej i obejmowała następujące cele:

- zwiększenie poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w miejscu pracy (cel jakościowy);
- redukcja wypadków w pracy o 25% (cel ilościowy).

Wypadek przy pracy jest definiowany jako dyskretne zdarzenie w trakcie pracy, które prowadzi do fizycznej lub umysłowej szkody (European Communities – DC

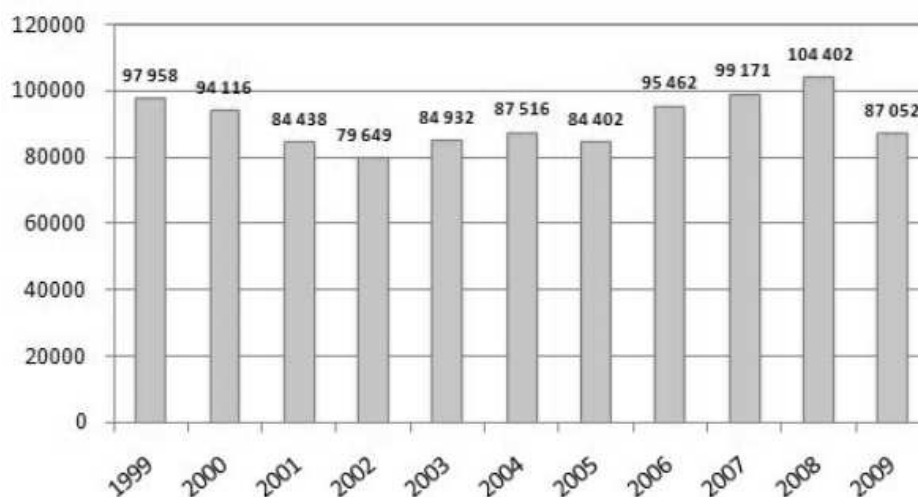
* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: j.obolawicz@pb.edu.pl

Employment and Social Affairs. European Statistic on Accidents at Work – methodology, 2001). Wypadek śmiertelny jest zaś traktowany jako wypadek, który doprowadził do śmierci ofiary w ciągu roku. Od 1994 roku dane o wypadkach są dostarczane do instytucji UE przez poszczególne kraje, przy czym dane dla nowych krajów członkowskich są gromadzone od 2002 roku.

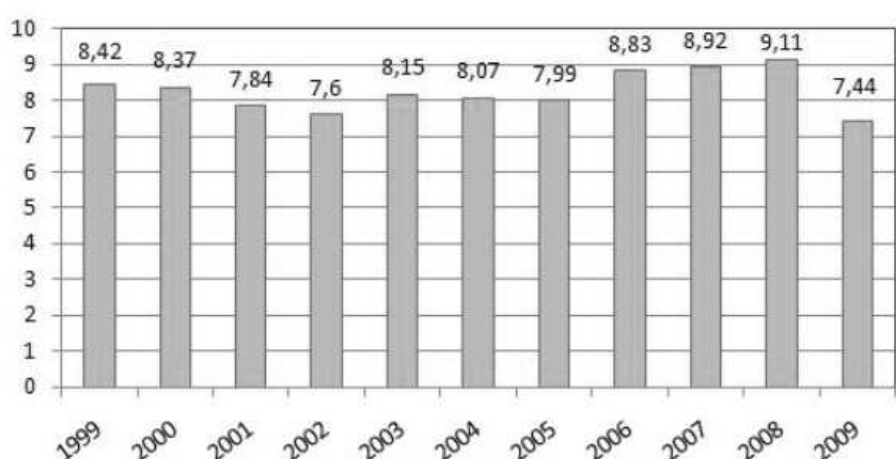
Według informacji opublikowanych w 2010 roku przez EUROSTAT (Europejski Urząd Statystyczny) w 2007 roku w krajach UE-27 5580 pracujących poniosło śmierć w wyniku wypadków przy pracy, a około 2,9% pracujących uległo wypadkowi, którego wynikiem była ponad 3-dniowa absencja w pracy (European Commission Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, 2010). Statystykę wypadków w Polsce przedstawiono na rysunku 1 i 2.

Informacje o wypadkach przy pracy w statystykach EUROSTATU są ściśle związane z modelem przyjętym do celów statystycznych i zawierają dane dotyczące:

- *pracodawcy*: działalność gospodarcza; wielkość przedsiębiorstwa (liczba pracowników);
- *poszkodowanego*: płeć; wiek (data urodzenia); narodowość; status zatrudnienia; zawód; staż na stanowisku pracy;
- *urazu*: wypadek śmiertelny; rodzaj, umiejscowienie urazu; niezdolność do pracy (w dniach kalendarzowych);
- *wypadku i jego przebiegu*: położenie geograficzne miejsca wypadku, data, godzina, miejsce powstania wypadku; proces pracy; rodzaj miejsca wypadku; czynność wykonywana przez poszkodowanego w chwili wypadku; czynnik związany z czynnością wykonywaną przez poszkodowanego w chwili wypadku; wydarzenie będące odchyleniem od stanu normalnego, czynnik związany z odchyleniem; wydarzenie powodujące uraz, źródło urazu.



Rys. 1. Liczba wypadków przy pracy w Polsce w latach 1999-2009 (GUS, 2010)



$$Ww = \frac{\text{Liczba wypadków odnotowanych w danym okresie czasu}}{\text{Liczba pracujących}} \times 1000$$

Rys. 2. Wskaźnik częstości wypadków przy pracy (Ww) w Polsce w latach 1999-2009 (GUS, 2010)

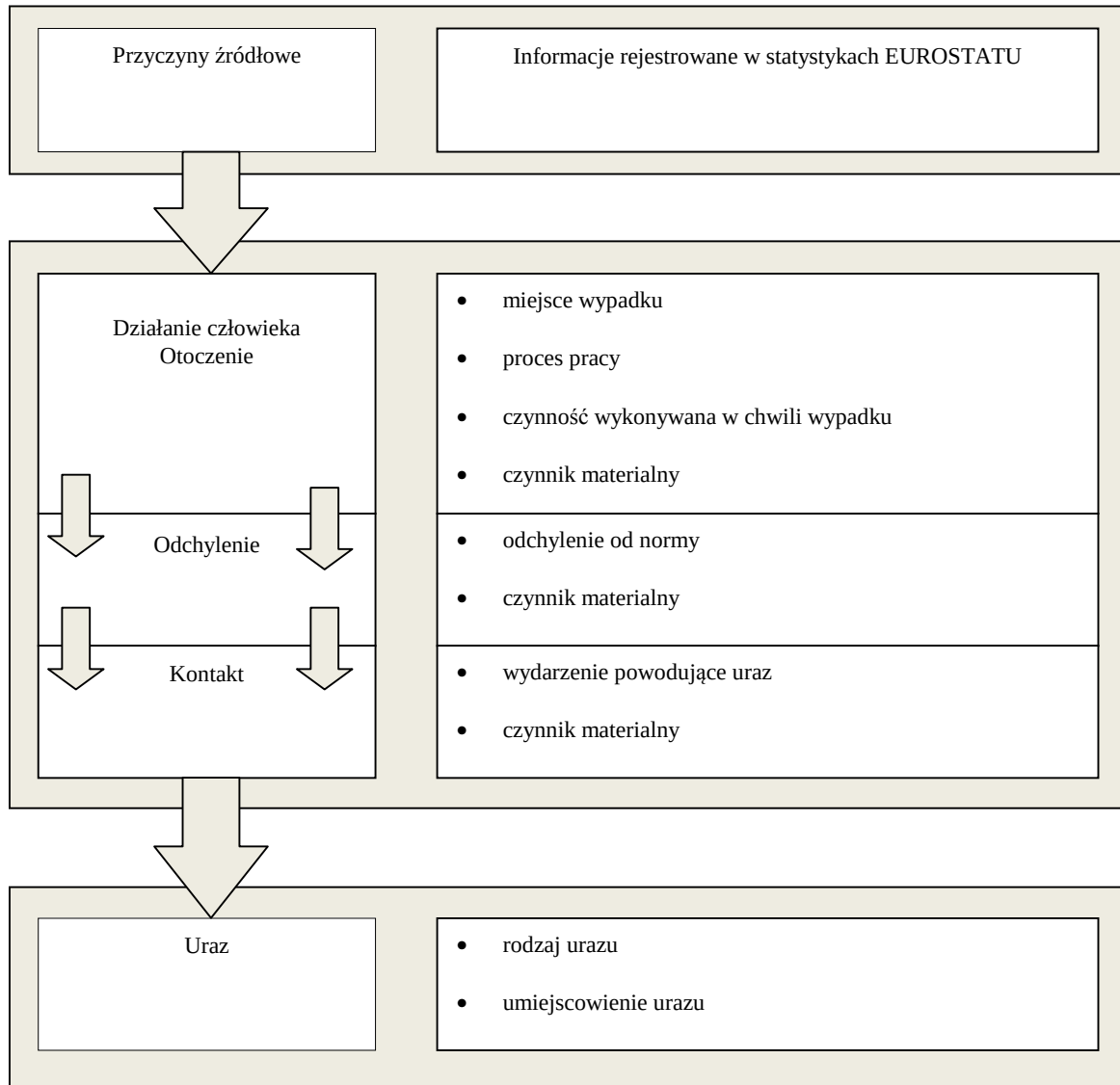
Dane o każdym wypadku są kodowane zgodnie ze statystyczną kartą wypadku.

W europejskim modelu wypadku przyjętym do celów statystycznych (rys. 3) wyodrębniono fazy: sytuację bezpośrednio przed wypadkiem, powstanie odchylenia i powstanie urazu. Informacje rejestrowane do celów statystycznych odnoszą się konsekwentnie do tych faz.

Metody stosowane do badania wypadków przy pracy (tab. 1) charakteryzują się różnym sposobem

systematyzowania i analizowania informacji w dochodzeniu do przyczyn wypadku. W statystyce unijnej rejestrowane przyczyny wypadków rozumiane są jako wszelkie braki lub nieprawidłowości związane z:

- czynnikami materialnymi,
- organizacją pracy w zakładzie lub organizacją stanowiska pracy,
- pracownikiem.



Rys. 3. Unijny model wypadku do celów statystycznych (European Communities – DC Employment and Social Affairs. European Statistic on Accidents at Work – methodology, 2001)

Tab. 1. Porównanie wybranych metod badania wypadków

Lp.	Metoda badania wypadku przy pracy (Pietrzak, 2004)	Cechy metody	Zastosowanie
1	Metoda TOL	Identyfikacja przyczyn technicznych organizacyjnych i ludzkich,	Badanie prostych, lekkich wypadków. Wstępna identyfikacja przyczyn przy wypadkach złożonych
2	Metoda analizy bezpieczeństwa pracy	Szczegółowa analiza czynności przed i w czasie wydarzenia, odniesienie do analizy ryzyka	Badanie prostych, lekkich wypadków. Wstęp do analizy drzewa przyczyn
3	Metoda „Co – gdy”	Usystematyzowane rozpatrywanie domniemanych przyczyn	Badanie wypadków lekkich, bardziej złożonych, np. związanych z instalacjami
4	Analiza STEP	Analiza w oparciu o model OARU	Badanie złożonych wypadków z udziałem wielu „aktorów”. Tworzenie obrazu powiązań w sekwencji zdarzeń.
5	Analiza w oparciu o model OARU	Wyodrębnienie i analiza poszczególnych faz wypadku. Łatwość projektowania działań profilaktycznych	Badanie złożonych wypadków przy pracy, w których może być zidentyfikowane wiele faktów
6	Analiza sekwencji zdarzeń (analiza drzewa niezdatności, zdarzeń)	Przedstawienie przebiegu za pomocą logicznego schematu drzewa błędów. Metoda czasochłonna. Wymaga wiedzy i doświadczenia.	Badanie złożonych wypadków. Tworzenie graficznego obrazu powiązań zdarzeń w wydarzeniu wypadkowym
7	Analiza drzewa przyczyn	Tworzenie logicznej sekwencji przyczyn. Łatwość projektowania działań profilaktycznych	Badanie złożonych wypadków. Tworzenie graf. obrazu powiązań między przyczynami
8	Metoda analizy odchyień	Poszukiwanie przyczyn wypadku poprzez analizowanie możliwych odchyień od sytuacji uznanej za normalną (technicznych, organizacyjnych i ludzkich)	Badanie wypadków o różnym stopniu złożoności przy mniejszej liczbie zidentyfikowanych faktów.
9	Metoda transferu energii	Analiza przepływu energii i zawodności szeroko pojętych barier. Umożliwia właściwe dobieranie i skierowanie działań profilaktycznych	Badanie prostych i złożonych wypadków. Identyfikowanie barier i ustalanie ich zawodności.
10	Metoda „4 x dlaczego?”	Dochodzenie do głębszych przyczyn poprzez zadawanie pytań, dlaczego	Badanie prostych wypadków. Wstępna identyfikacja przyczyn bardziej złożonych wypadków.
11	Metoda MORT	Kompleksowa metoda w oparciu o schemat logiczny (drzewo MORT) analizy zaniedbań kierownictwa i wynikającego z nich nadmiernego ryzyka.	Złożone wypadki przy pracy poszukiwanie przyczyn: zawodności barier, akceptacji nadmiernego ryzyka oraz w obszarze zarządzania przedsiębiorstwem
12	Metoda WAIT	Usystematyzowane badanie wypadków przy pracy wykorzystujące analizę odchyień, poszukiwanie czynników wpływających na zidentyfikowane fakty. Tworzenie powiązań z wynikami oceny ryzyka zawodowego i poszukiwanie przyczyn w obszarze zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy	Badanie prostych wypadków (wersja skrócona metody) oraz pogłębiona analiza złożonych wypadków. Analizowanie przyczyn w obszarze zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy.

Z analizy podstawowych przyczyn wypadków w Polsce przedstawionych w kolejności 1, 2, 3, w okresie 1999-2008 (tab. 2) wynika, że przyczyny wypadków w Polsce stanowią głównie braki lub nieprawidłowości związane z pracownikami, organizacją pracy w zakładzie lub organizacją stanowiska pracy oraz z czynnikiem materialnym. (Ejdys i in., 2008).

2. Badania bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w przedsiębiorstwach budowlanych

Do przeprowadzenia badań opracowano kwestionariusz ankietowy zamknięty zawierający następujące

zagadnienia:

- dane dotyczące przedsiębiorstwa
 - lokalizacja,
 - wielkość przedsiębiorstwa,
 - główny rodzaj prowadzonej działalności,
 - status prawny,
- dane dotyczące pracownika (respondenta)
 - stanowisko osoby udzielającej odpowiedzi
 - wiek pracownika,
 - wykształcenie,
 - liczba lat przepracowanych na danym stanowisku,
 - liczba lat przepracowanych u danego pracodawcy,
 - czy była dokonywana ocena ryzyka na stanowisku pracy,

Tab. 2. Podstawowe przyczyny wypadków w Polsce w okresie 1999-2008 według statystyki UE (opracowanie własne na podstawie materiałów CIOP-PIB)

Lp.	Rok	Ogólna liczba wypadków	Główne przyczyny wypadków przy pracy w danym roku kalendarzowym (w kolejności występowania)
1	2008	104402	– pracownik – organizacja pracy w zakładzie lub organizacja stanowiska pracy – czynnik materialny
2	2007	99171	– pracownik – organizacja pracy w zakładzie lub organizacja stanowiska pracy – czynnik materialny
3	2006	95462	– pracownik – organizacja pracy w zakładzie lub organizacja stanowiska pracy – czynnik materialny
4	2005	84402	– pracownik – organizacja pracy w zakładzie lub organizacja stanowiska pracy – czynnik materialny
5	2004	87516	– pracownik – organizacja pracy w zakładzie lub organizacja stanowiska pracy – czynnik materialny
6	2003	85440	– pracownik – organizacja pracy w zakładzie lub organizacja stanowiska pracy – czynnik materialny
7	2002	85492	– pracownik – organizacja pracy w zakładzie lub organizacja stanowiska pracy – czynnik materialny
8	2001	85275	brak danych
9	2000	94909	– pracownik – czynnik materialny – organizacja pracy w zakładzie lub organizacja stanowiska pracy
10	1999	90774	brak danych

- *naturalne warunki pracy*
 - zmiany warunków pracy,
 - praca w godzinach nadliczbowych,
 - większa / mniejsza ilość pracy do wykonania,
 - więcej / mniej zadań do wykonania,
 - zmiana relacji z przełożonym,
- *wpływ warunków pracy na pracownika*
 - wpływ pracy na zdrowie,
 - czynniki uciążliwe, szkodliwe, niebezpieczne w środowisku pracy,
 - problemy zdrowotne związane z pracą,
 - zmiana warunków pracy,
- *dialog społeczny na temat warunków bezpieczeństwa i higieny pracy*
 - dialog z zarządem (przełożonymi) na temat bhp,
 - komórka (komitet) ds. bhp i ocena jej działalności,
 - związki zawodowe, instytucje pracy, ich rola i ocena pracy obszarze w bhp,
 - pracodawca, jego rola i ocena działalności w obszarze bhp,
 - opieka zdrowotna i usługi medyczne,
 - ocena ryzyka pracodawcy i współpracowników,
- *informacja na temat bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia*
 - źródła informacji,
 - rodzaj i przydatność informacji,
- *prawa i obowiązki w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia*
 - znajomość praw i obowiązków,
 - wpływ warunków pracy na wydajność pracowników,
 - wpływ poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na wysokość składki ubezpieczeniowej,
 - wypłata świadczeń z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych,
 - wpływ poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na wysokość składki ubezpieczeniowej,
 - ocena znajomości przepisów przez pracodawców i kadrę kierowniczą,
 - kształcenie w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia,
- *system zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia*
 - działania dotyczące bhp w zakładzie,
 - zaangażowanie kierownictwa: polityka bhp i forma jej przekazania pracownikom,
 - planowanie działań: plany działań ukierunkowane na cele w zakresie bhp,
 - wdrażanie i funkcjonowanie systemu: zadania i odpowiedzialność za bhp, zapewnienie środków i przeprowadzenie procedur,
 - kontrola zgodności działań z wymaganiami,
 - przegląd systemu zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia wykonywany przez kierownictwo i ciągłe doskonalenie

Badania zostały przeprowadzone wśród 500 respondentów, którymi byli pracownicy przedsiębiorstw budowlanych i przemysłu drzewnego. Ankietowani

otrzymali do wypełnienia kwestionariusz ankietowy, który po wypełnieniu był zwracany ankieterowi. Wyniki badań przedstawiono według kolejności zagadnień kwestionariusza ankietowego.

2.1. Dane dotyczące przedsiębiorstwa, którego respondent był pracownikiem

Respondenci byli pracownikami przedsiębiorstw budowlanych i przetwórstwa drzewnego zlokalizowanych w regionie północno-wschodnim Polski (woj. Warmińsko-Mazurskie – 50%, woj. Podlaskie 43%, inne 7%). Przedsiębiorstwa o zróżnicowanej wielkości zatrudnienia (zatrudniające od 10 do 49 pracowników – 37%, zatrudniające mniej niż 10 pracowników – 30%, powyżej 250 pracowników – 17%, zatrudniające od 50 do 249 pracowników – 16%), prowadziły działalność gospodarczą w obszarze usług (76%) oraz produkcji (22%). Były to głównie spółki prawa handlowego (49%) oraz indywidualna działalność gospodarcza (24%).

2.2. Dane dotyczące pracownika (respondenta)

Respondentami byli pracownicy na stanowiskach poziomu operacyjnego (67%), poziomu strategicznego (19%) oraz taktycznego (14%) w wieku średnim (do 25 lat – 15%, w wieku od 25 do 40 lat – 59%), powyżej 40 lat – 26%) z wykształceniem głównie średnim (67%), wyższym (27%), podstawowym (6%) o małym i średnim stażu pracy (o stażu do 5 lat – 45%, o stażu od 5 do 15 lat – 42%, o stażu powyżej 15 lat – 13%), w tym ponad połowa respondentów u jednego pracodawcy (do 5 lat u jednego pracodawcy – 55%, od 5 do 10 lat – 23%). Na stanowiskach pracy w większości przypadków dokonywano oceny ryzyka (51%).

2.3. Naturalne warunki pracy

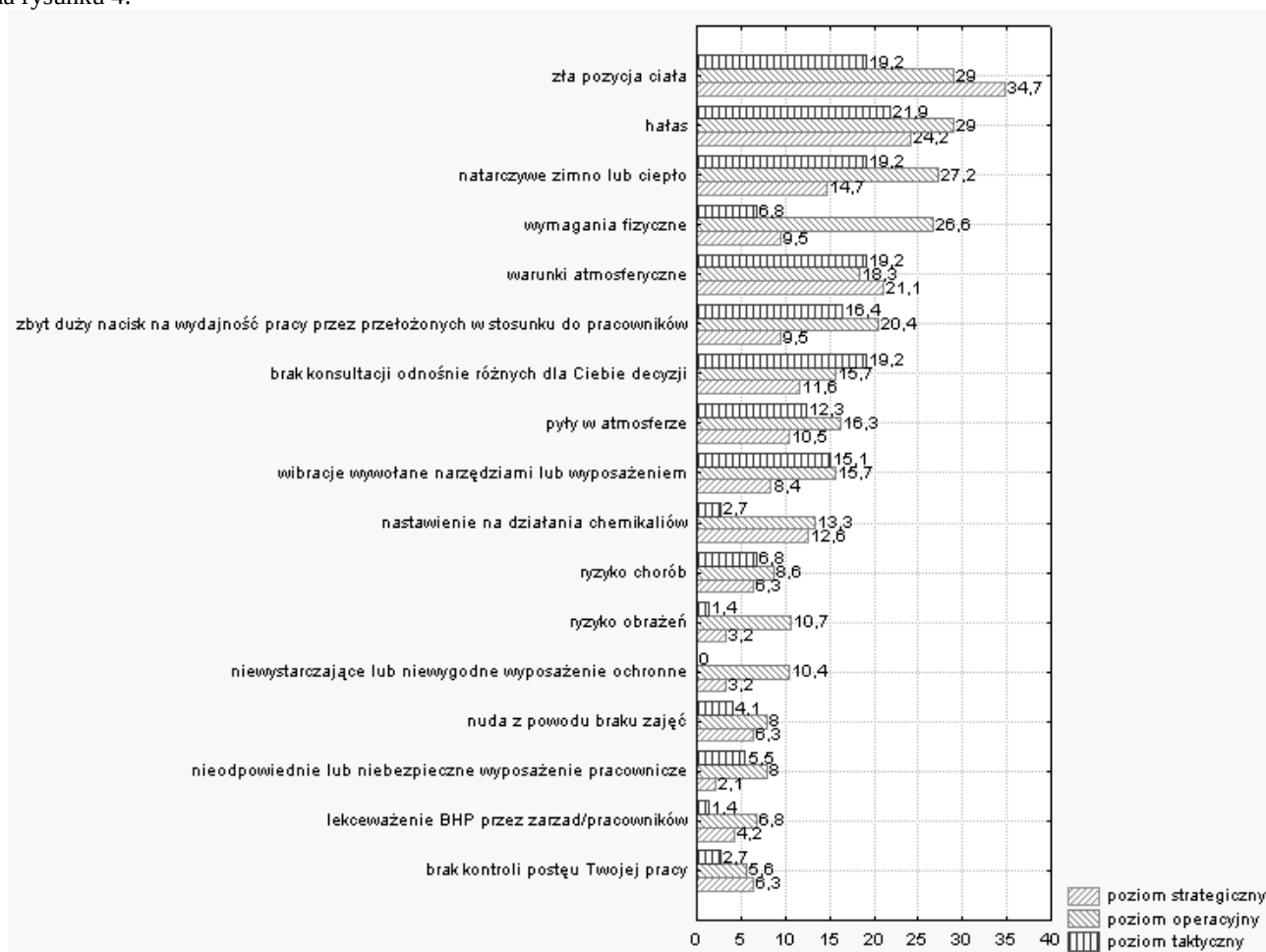
W ciągu ostatniego roku pracy nie było znaczących zmian w pracy (61%). Pracownicy nie musieli pracować w godzinach nadliczbowych (55%), a jeżeli tak to była głównie praca w soboty i niedziele (18%), praca zmianowa (18%) oraz godziny nieregulowane (17%). Warunki pracy nie pogorszyły się (94%), a pracownicy nie musieli więcej pracować (66%) i nie mieli więcej zadań do wykonania w tym samym czasie (56%). Relacje z przełożonymi uległy minimalnej zmianie (20%) z czego 47 osób wskazywało na większą liczbę konfliktów, zaś 52 osoby na więcej kooperacji.

2.4. Wpływ warunków pracy na pracownika

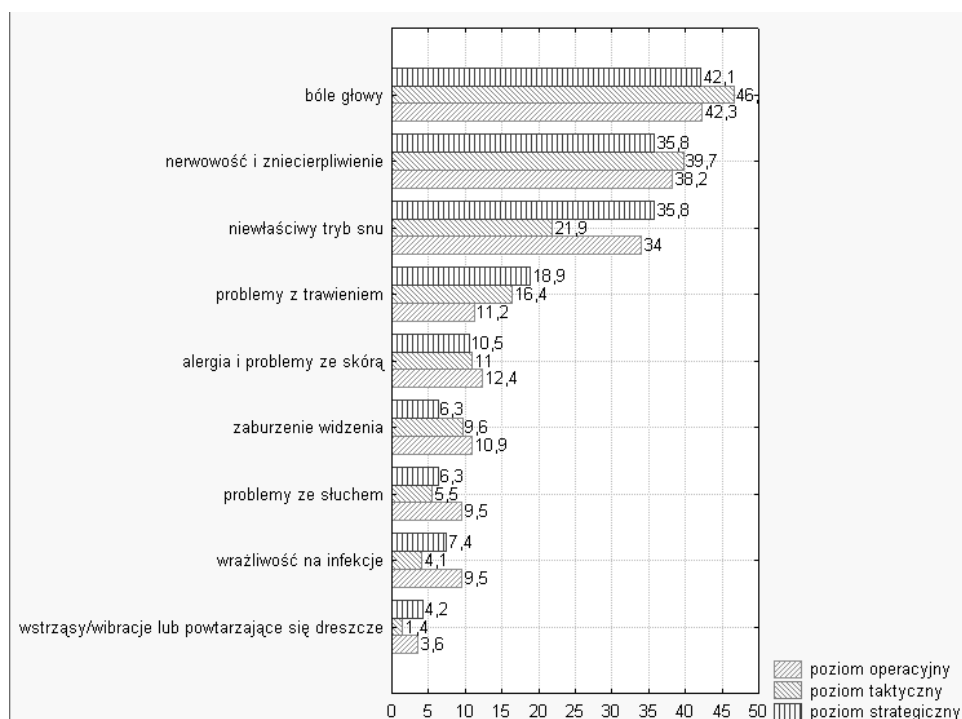
W ocenie ankietowych praca wpływa negatywnie na zdrowie pracowników (43%). Jedna czwarta (24%) uważa, że wpływa pozytywnie, zaś jedna trzecia (33%) w ogóle nie zauważa wpływu pracy na pracownika. Największy negatywny wpływ pracy na zdrowie pracownika zauważa się w grupie wiekowej do 25 lat, zatrudnionych na poziomie operacyjnym, posiadających wykształcenie podstawowe. Podstawowe czynniki

wpływające negatywnie na zdrowie pracowników biorąc pod uwagę lokalizację stanowiska pracy przedstawiono na rysunku 4.

Pracownicy wykonujący pracę doświadczają problemów zdrowotnych w trakcie pracy (rys. 5).



Rys. 4. Główne problemy zdrowotne w rozbiciu na lokalizację stanowiska pracy



Rys. 5. Główne problemy zdrowotne w rozbiciu na lokalizację stanowiska pracy

Są to przede wszystkim bóle głowy (42%), nerwowość i zniecierpliwienie (38%) oraz niewłaściwy tryb snu (33%). Więcej niż połowa ankietowanych (55%) odczuwa dolegliwości kostno-szkieletowe. Pomimo tego około ¾ ankietowanych (71%) uważa, że warunki pracy pozostały bez zmian.

2.5. Dialog społeczny na temat warunków bezpieczeństwa i higieny pracy

Większość ankietowanych pracowników, uważa za potrzebną współpracę i dialog społeczny. Ponad połowa (63%) jest wysłuchiwana przez zarząd (przełożonych) w sprawach bezpieczeństwa i higieny pracy. Nie istnieje, w ocenie respondentów (59%), komórka (zespół) zajmująca się zagadnieniami bezpieczeństwa i higieny pracy. W przypadku gdyby jednak taka komórka była, więcej niż połowa pracowników (78%) nie zgłosiłaby do niej problemów bhp.

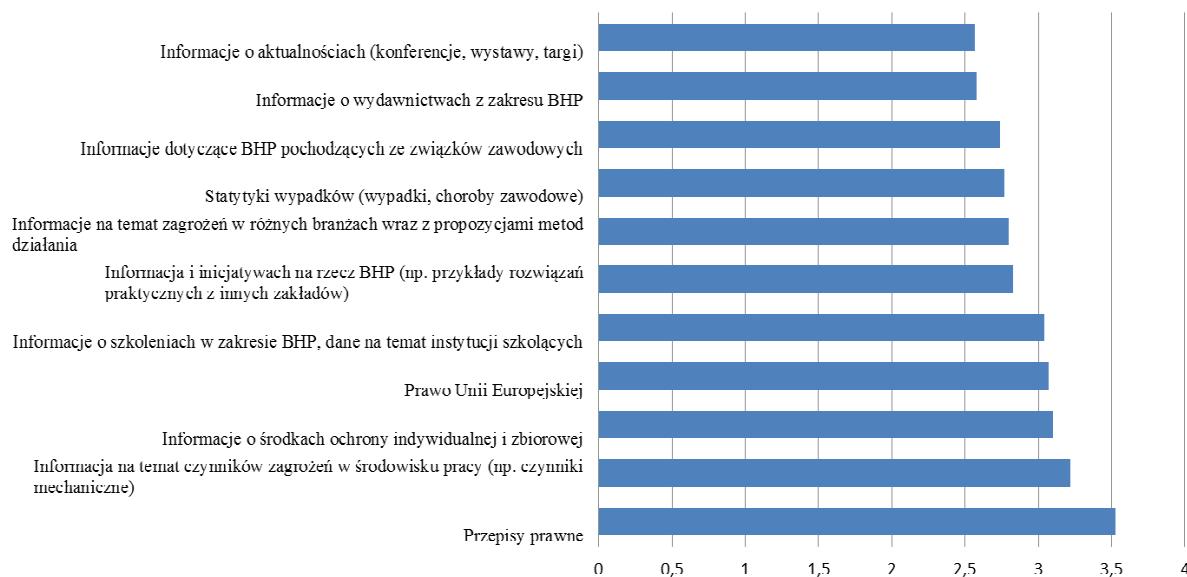
Ankietowani ocenili, że rozwiązywanie problemów w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy przez związki zawodowe jest lepsze niż działania we własnym zakresie (58%) oraz problemy bhp związane z warunkami

w środowisku pracy są dostrzegane przez pracodawcę (67%). Ponad 60% ankietowanych pracowników ma dostęp do opieki zdrowotnej. Respondenci uważają, że pracodawca (80%) i współpracownicy (78%) nie podejmuje zbędnego ryzyka, jednak jeżeli trzeba byłoby wybierać pracę bez względu na narażenie zdrowia czy bezrobocie to większość (66%) wybrałaby pracę.

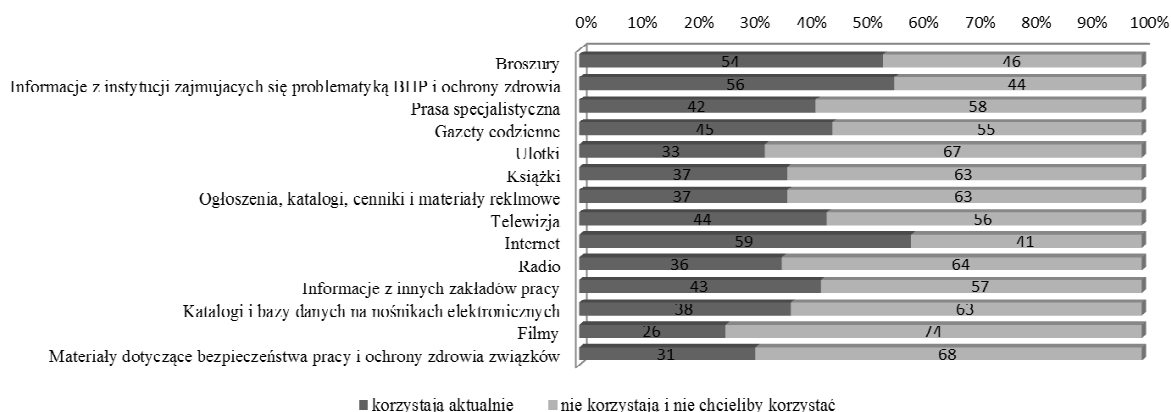
2.6. Informacja na temat bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia

Informacja rozumiana jest jako czynnik, który pozwala podjąć bardziej sprawne działanie. Zdaniem respondentów najbardziej przydatnymi rodzajami informacji dotyczącymi bezpieczeństwa i ochrony zdrowia są przepisy prawne oraz informacje na temat czynników zagrożeń w środowisku pracy a także informacje o środkach ochrony indywidualnej i zbiorowej (rys. 6).

Do najbardziej preferowanych źródeł informacji na temat bezpieczeństwa i ochrony zdrowia według ankietowanych należą: internet, informacje z instytucji zajmujących się bezpieczeństwem i higieną pracy oraz broszury (rys. 7).



Rys. 6. Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia



Rys. 7. Źródła informacji na temat bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

2.7. Prawa i obowiązki w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Respondenci są świadomi (93%), że pracodawca jest zobowiązany chronić zdrowie i życie pracowników poprzez zapewnienie bezpieczeństwa i higieny pracy przy odpowiednim wykorzystaniu osiągnięć nauki i techniki a komfort pracy wpływa na wydajność pracowników (95%). Około $\frac{3}{4}$ ankietowanych uważa, że poziom bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia w analizowanym przedsiębiorstwie powinien wpływać na wysokość składki ubezpieczeniowej, zaś świadczenia z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych powinny być wypłacane przez państwo i pracodawców (60%). Poziom znajomości przepisów bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przez pracodawców i kadrę kierowniczą oceniono średnio na 3,76 w skali pięciostopniowej (rys. 8). Respondenci uważają, że zagadnienia bezpieczeństwa i ochrony zdrowia powinny być ujęte w systemach kształcenia głównie w szkołach średnich (43%) oraz średnich i wyższych (40%).

(wstaw rys.8.)

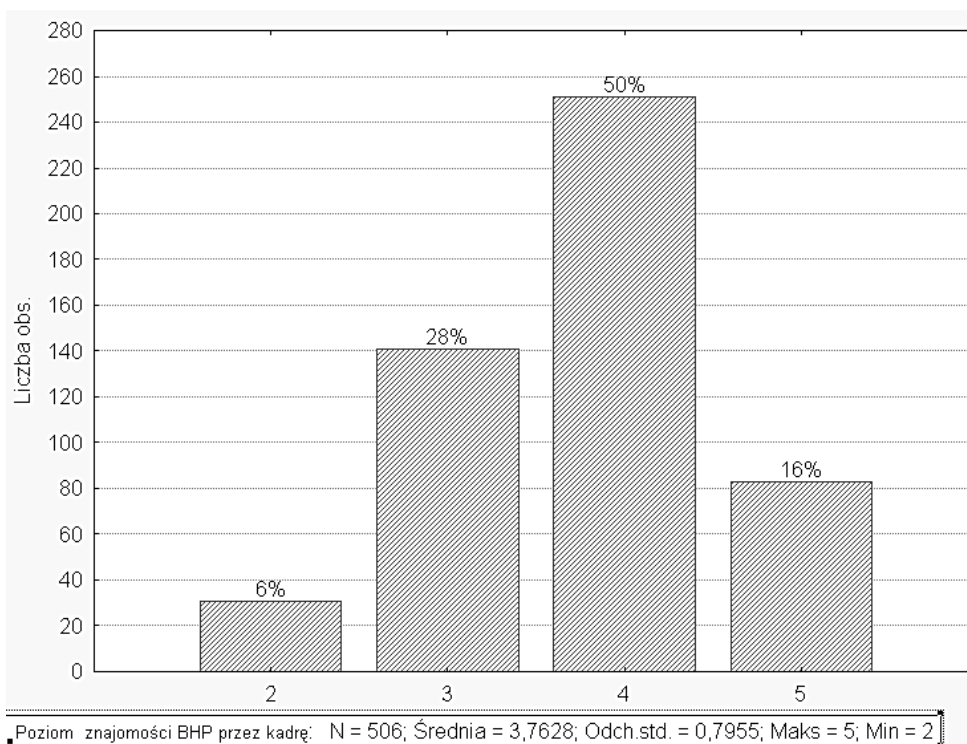
2.8. System zarządzania bezpieczeństwem i ochroną zdrowia

Ponad połowa ankietowanych (53%) zauważyła w swoim zakładzie pracy różne formy aktywności i zaangażowania kierownictwa na rzecz bezpieczeństwa i higieny pracy. Głównie była to polityka bhp (52%), która została zakomunikowana pracownikom w formie zapisu w księdze opisującej elementy systemu zarządzania bhp. Działania ukierunkowane na osiągnięcie celów w zakresie

bhp nie były zauważane (62%) przez respondentów, a pracownicy zajmujący się bezpieczeństwem i higieną pracy nie mieli określonych zadań i odpowiedzialności w formie pisemnej pomimo zapewnienia środków. Kontrolowanie zgodności działań z wymogami prawnymi i ustaloną polityką odbywało się głównie przez monitorowanie traktowane jako bieżąca kontrola zgodności działań a przeglądy systemu zarządzania bhp dokonywane przez kierownictwo obejmowały głównie ocenę przydatności polityki bhp w zakładzie oraz potrzeby jej zmian (56%). Dotyczyły one celów ogólnych oraz efektów działań zakładu w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. W obszarze doskonalenia systemu zarządzania bhp dominowały działania dotyczące identyfikacji obszarów gdzie byłaby możliwa poprawa skuteczności działań (45%) oraz ograniczenie występowania czynników uciążliwych w środowisku pracy.

3. Podsumowanie

Sektor budownictwa wyróżnia się spośród innych sektorów gospodarki UE swoją różnorodnością, wynikającą z tradycji poszczególnych krajów wspólnoty. W statystykach unijnych jest rejestrowana wiedza o wypadkach, która oparta jest na danych gromadzonych w poszczególnych krajach. Dane statystyk państwowych są przekazywane do Eurostatu. Problemem są systemy statystyczne w poszczególnych krajach członkowskich (szczególnie nowoprzyjętych), które różnią się między sobą i dane, które tam powstają trudno jest ze sobą porównywać.



Rys. 8. Ocena poziomu znajomości przepisów bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przez pracodawców i kadrę kierowniczą w skali pięciostopniowej

W Polsce, po wejściu do UE zauważa się powolne korzystne zmiany w sektorze budownictwa. Problematyka bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w miejscu pracy staje się przedmiotem powszechniejszego zainteresowania, a w rezultacie coraz ostrzejszej krytyki ze strony pracodawców i pracowników.

Przeprowadzona analiza przyczyn wypadków w UE oraz badania własne wytyczają działania do podniesienia poziomu świadomości, wymiaru i konsekwencji wypadków, urazów i chorób zawodowych związanych z pracą w budownictwie. Działania te powinny dotyczyć głównie pracowników i organizacji stanowisk pracy i polegać na współpracy i dialogu społecznym, szczególnie w grupie wiekowej do 25 lat, pracowników zatrudnionych na poziomie operacyjnym i to głównie posiadających wykształcenie podstawowe.

Poziom znajomości przepisów bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przez pracodawców i kadrę kierowniczą nie jest zadowalająca. Zagadnienia bezpieczeństwa i ochrony zdrowia powinny być ujęte w systemach kształcenia już w szkołach średnich oraz wyższych. Motywacją do podnoszenia poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przedsiębiorstwie może być wysokość składki ubezpieczeniowej.

Literatura

- Dyrektywa 89/391/EFC w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy (1989).
- Ejdys J., Lulewicz A., Obolewicz J. (2008). Wypadki i choroby zawodowe. W: Zarządzanie bezpieczeństwem

w przedsiębiorstwie. Wyd. Politechniki Białostockiej, 153-184.

European Communities – DC Employment and Social Affairs. European Statistic on Accidents at Work (ESAW) methodology – 2001 edition. *Safety Science*, Vol. 48, No. 4, April 2010, 517-525.

ESAW (2001). European Statistics on Accidents at Work. *Europejskie Statystyki Wypadków przy Pracy*.

Health and safety at work in Europe (1999-2007). European Commission Employment. *Social Affairs and Equal Opportunities* – 2010 edition.

Obolewicz J. (2009). Wpływ wejścia Polski do UE na ochronę pracy w sektorze budowlanym. *Zarządzanie i edukacja*, No. 63, 81-96.

Pietrzak L. (2004). Wypadki przy pracy. Modele i metody. *CIOP-PIB*.

STATE EVALUATION OF SAFETY AND HEALTH PROTECTION IN BUILDING ENTERPRISES

Abstract: The author characterizes the process of creating the EU-27 statistics and the union model of incidents for statistical aims. The statistics of incidents as well as analysis of causes of their rise in Poland are shown. The kind of indispensable information based on received data defines state of safety and health protection in building enterprises and the tool to execution of investigations. On the basis of investigation results it was made the opinion about state of safety and health protection in building enterprises.

Pracę wykonano w Politechnice Białostockiej w ramach realizacji projektu badawczego finansowanego ze środków MNiSW w latach 2010-2013

SUSTAINABLE RESTORATION OF THE ROOF OF A LARGE INDOOR POOL

Hartmut PASTERNAK*

Chair for Steel and Timber Structures, Brandenburg Technological University, Cottbus, Germany

Abstract: During an inspection of the roof of an indoor pool from 1971 in Potsdam (Germany) it was observed, that the roof and the column structures of the building are partially damaged by corrosion. The roof construction is a suspended simple-bent pre-stressed shell between two stiff edge beams. The span of the roof is 39.5 m. The edge beams are supported by A-frames. After further investigation on the damaged areas (including tension tests, tension tests on notched tendons with different load cycles, tests of the bearing capacity of sleeve splices and screw nuts) the conclusion was that the joint of the tension rod and the concrete column had to be restored. This was accomplished through the attaching of a new supporting construction to the existing parts, which took over the load from the old connection. At both sides of the columns pre-stressed DYWIDAG-single-tendons (St1080/1230, diameter of 36 mm) were used. They have to bear a maximal tension force of 835 kN. With this unusual restoration technique, a fast and relative inexpensive retrofitting of the construction could be carried out. The existing construction had to be modified only marginal, and the typical appearance of the building was preserved. This solution stands for sustainability.

Keywords: .

1. History

In 1969 began the construction of an indoor swimming pool in Potsdam, Germany (Fig. 1). It was built simultaneously with the buildings in Rostock, Leipzig and Dresden. Similar objects were built shortly after in Erfurt and Halle. All of these indoor pools have a, for their time

modern, suspended roof construction, which turned out to be a new territory for the constructing companies. The results of this are the till this day emerging constructional defects. During the building the constructors tried to build an exceedingly compact roof, which was necessary for the suspended roof construction.



Fig. 1. The indoor swimming pool.

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: hartmut.pasternak@tu-cottbus.de

The indoor pool was completed in 1971. Already at the end of the 80's the roof construction turned out to be leaky. That is why first restorations and modernisations were done at the beginning of the 90's. In 2006 the indoor pool was temporarily closed because of heavy damages on the construction.

The paper will describe an unusual restoration technique. A fast and inexpensive retrofitting of the roof will be presented, which does allow to extend the life cycle of the indoor pool for at least 6 years.

2. The Structure

The building consists of two parts. The hall part with a 50 m long swimming pool and the outbuilding with the non-swimmers pool, the technical facilities, the sanitary rooms and a sauna. Over the hall area spans the suspended roof construction. The outbuilding is a traditional reinforced concrete construction.

The roof construction over the hall area is a suspended simple-bent prestressed shell between two stiff edge beams (Fig. 2). The span width of the roof is 39.5 m. The edge beams are supported by A-frames. The walls are entirely separated from the roof. Between the edge beams cables are hang up. The roof cladding is made from prefabricated concrete panels which are connected with suspension hooks to the cables and have small steel pins at the cables to provide a shear-proof connection between each other. The longitudinal groove is made of C25/30 concrete. In the groove are 4 longitudinal reinforcing rods ($2 \text{ } \varnothing 10 + 2 \text{ } \varnothing 12$) with a yield stress of 400 N/mm^2 and every 20 cm flat $\varnothing 6$ binder with a yield stress of 220 N/mm^2 . The concrete panels are 4.5 cm thick. The corrosion protection of the steel parts in the roof construction should be ensured by the prescription of a minimal concrete coverage and a coating with epoxide resin containing paint.

The cables are steel rods with the quality class St 60/90 and a diameter of 26 mm. The length of the cables is varies between 36.88 m and 40.56 m, depending on the place of installation. The maximal length of the rods just 22.0 m is, so the cables had to be extended by sleeve splices. The preset sag of the cables in the middle

point is 3.166 m in the completed construction. The cables are pretensioned with an initial load. The value of this initial load was set so, that in the completed roof are even in case of a total snow load are just compressive stresses. This way the danger of a rip of the grooves is banned. The horizontal component of the cable-force in the completed roof is 128 kN.

The edge beams are 6.0 m long prefabricated single-span reinforced concrete beams. 8 cables are connected to each girder. The beams are made of C25/30 concrete and reinforcement with a yield stress of 400 N/mm^2 .

The columns (Fig. 3) on which the edge beams bear on are prefabricated A-frames. They are 9.22 m high and below the height of 2.69 m divided into a tension rod from steel and a compressed rod from concrete, with a span of 5.98 m at their foot. The head part and the concrete bar are rectangular concrete sections which are restricted to their foot. The tension rod is a steel eye bar with

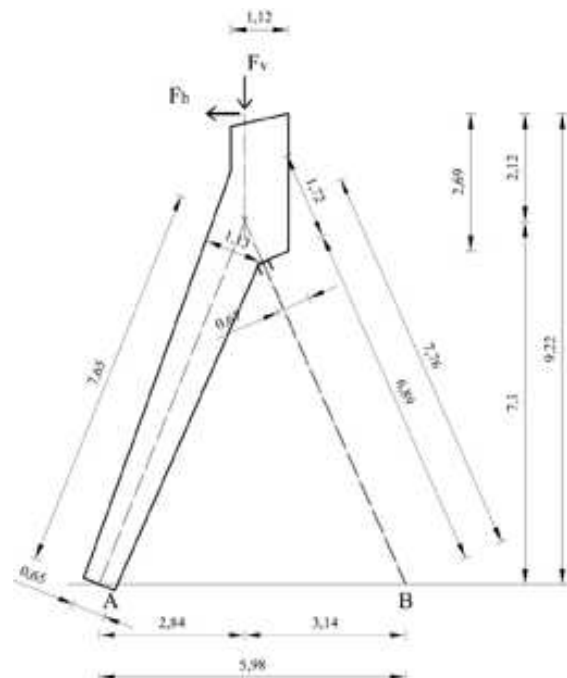


Fig. 3. The geometry of the columns.

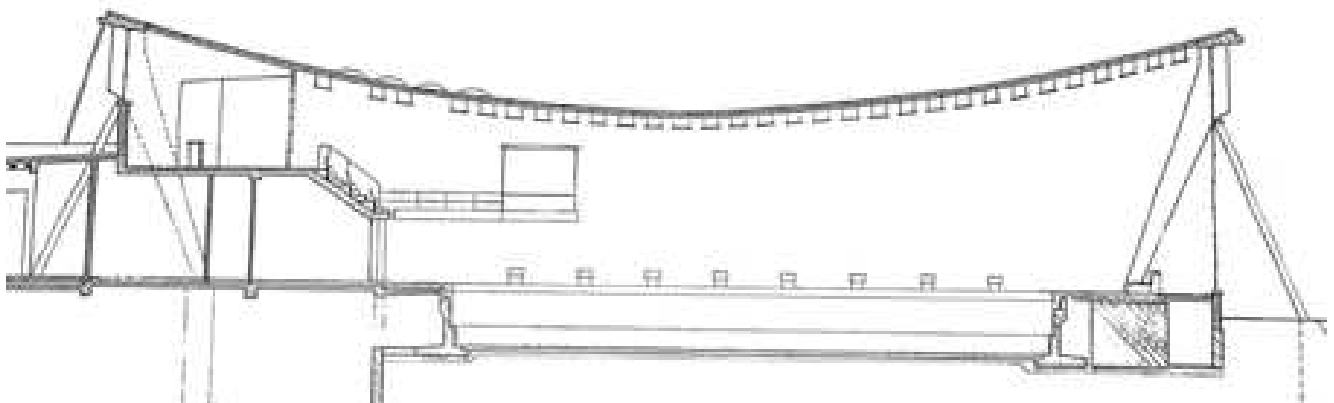


Fig. 2. The section of the roof structure of the building.

a 200×150 mm cross section in the middle of the bar and 200×355 mm cross sections with 122 mm diameter pinholes on its ends. The head part has a length of 2.177 m, the compressed bar a length of 7.65 m and the tension rod a length of 7.76 m.

The horizontal loads of the roof construction are transmissioned to the columns at the column head. Together with the forces that are acting directly on the columns, the following loads result for them:

- Maximal tensile force of 1630 kN,
- Maximal compressive force in the compressed bar of 3432 kN with a simultaneous moment of 819 kNm,
- Maximal moment in the compressed bar of 3177 kNm with a simultaneous compressive force of 3334 kN,
- Maximal moment in the top part of 4021 kNm with a simultaneous compressive force of 3275 kN.

The head-section and the compressed bar are fabricated as one member. The connection of the tension rod to the concrete member is solved through a hinge ($d = 120$ mm) between the eye bar and an anchor plate. The anchor plate is fixed with 8 $\varnothing 26$ stay rods to the concrete member.

The foundations are equipped with a tilting plate at their top to allow a potential rotation of the column. The acting transversal forces are transmissioned by tholepins. For more details see Franke & Heinze (1969), Quade (1969) and Acker & Heinze (1969).

3. The damages

During an inspection of the indoor pool in February 2006 was observed, that at the connection between the tension rod and the concrete column heavy corrosion damage occurred on the screwings (Fig. 4). The damages were especially heavy on the northern facade of the building. Here were the joints, which lie outside the façade are covered by a sheet-metal lagging. Behind this lagging moisture could congregate, which was leading to increased corrosion. The bad accessibility of this part was a reason why the damage could only be discovered at a close inspection. Besides this it was assessed that the roof is leaky which meant that water could get to the tendons of the roof construction. The indoor pool had to be closed temporary in the spring, until the faults of the structure would be resolved, since the structural safety of the construction was not ensured anymore.

The primary objective by the assessment of the bearing capacity of the damaged structure had to be the investigation of the condition of the tendons and the sleeves, especially the screwings, because these were the critical members of the connections.



Fig. 4. The corroded joint of the tension rod.

4. Material tests

The steel of the tendons which was used for the tests was retained from the structure of the indoor pool.

The investigation of the bearing capacity could be divided into following four tests, made by the Lab (FMPA) of the BTU:

1. Tension test on specimen according to DIN 50125
2. Tension tests on notched bars with 1 000 und 10 000 load cycles
3. Tests of the bearing capacity of the sleeve splices
4. Tests of the bearing capacity of the screw nuts

All tests of the bearing capacity were carried out with a testing machine of the type MTS (peak load 500 kN, accuracy class 1). The tests 1, 3 and 4 were run force controlled with a test speed of $v = 3150$ N/s (calculated according to the parameters of the DIN 10002).

After the tension tests the stress-strain curves were calculated on the basis of the load-displacement diagrams. The values of the tensile strength as well as the ultimate strain and the contraction at failure were determined through calculations. The determination of the yield point $R_{p0.2}$ was made graphically based on the stress-strain curve with an appropriate big scale. The values of the yield strength R_e can not be specified, because the material shows a discontinuous transition from the elastic to the plastic region.

In Table 1 it can be seen, that the measured yield strength of the material St 60/90 lies between 556 and 566 N/mm², what is under the nominal yield strength of this steel of 600 N/mm².

Tab. 1. The results of the tension tests.

	Specimen Z-1	Specimen Z-2	Specimen Z-3
d_0 [mm]	19.9	19.9	19.9
d_u [mm]	16.1	16.3	16.6
S_0 [mm ²]	311.0	311.0	311.0
S_u [mm ²]	203.6	208.7	216.4
L_0 [mm]	99.5	99.5	99.5
L_u [mm]	111	112	110
R_m [N/mm ²]	1063	1064	1082
$R_{p0.2}$ [N/mm ²]	566	558	556
A [%]	11.6	12.6	10.6
Z [%]	34.5	32.9	30.4

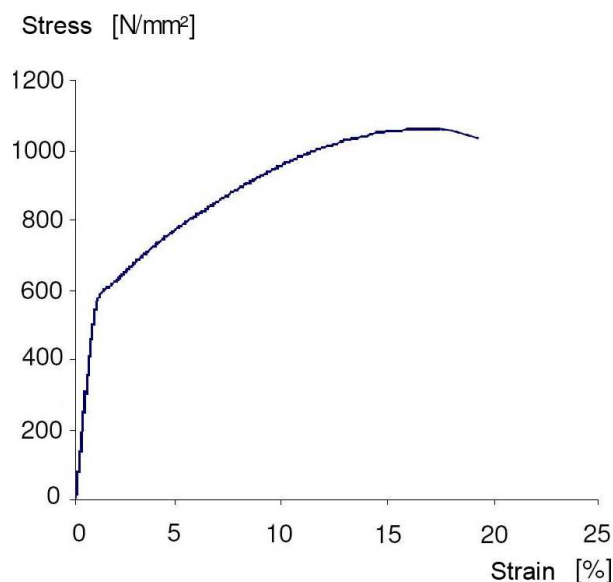


Fig. 5. The stress-strain curve of the specimen Z-1.

Within the tests on the notched bars round specimen were tested with a rising tensile load with 1 000 and 10 000 load cycles. This was made to investigate the behaviour of the tendons in case of a sectional weakening, caused by corrosion or potential notches. These round specimen are made from the material of the roof construction. At the fabrication the original diameter of the tendons was kept and a 2 mm deep revolving notch with an angel of 60° between the sides was milled. In the notch base is according to the geometry of the machine a radius of ca. 0.1 mm (Fig. 6). The tests were carried out with 1 000 and with 10 000 load cycles. The load was applied with a sinusoidal cycle with a frequency of 1 Hz. The test duration was according to that 17 minutes at 1 000 cycles and 170 minutes at 10 000 cycles. The summary of the results of the tests are shown in Table 2.

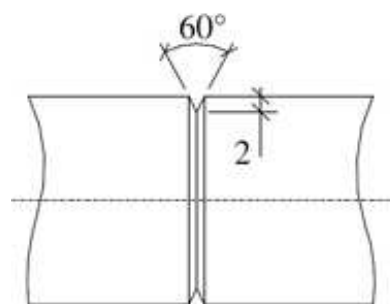


Fig. 6. The rod with the circumferential groove.

Tab. 2. Parameters and results of the tests.

Notched bar	Load cycle N	Lowest load F_{min} [kN]	Highest load F_{max} [kN]	Observation
KSt1000-1	1 000	86	150	Test succesful
KSt10000-2	10 000	86	150	Test succesful
KSt1000-3	1 000	86	150	Test succesful
KSt10000-4	10 000	86	150	Test succesful
KSt.*	1 000	86	200	Test succesful

For the bearing capacity tests of the sleeve splices, four sleeves from S235J2G3 were fabricated according to the plans at hand. The length of load transmission is 20 mm on both sides of the sleeves (Fig. 7). Table 3 shows the relevant loads and the causes of failure for the particular sleeve splices.

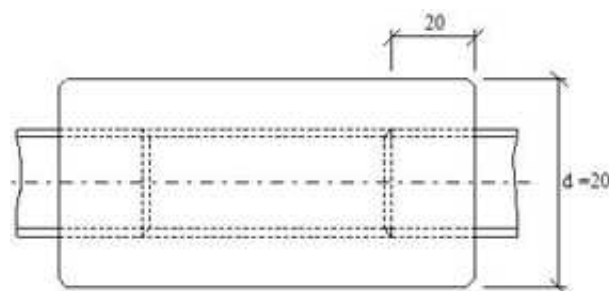


Fig. 7. The sleeve splice.

For the bearing capacity tests of the screw nuts, a device was build according to Figure 8 for a tightening test. The diameter of the hole is $d = 30$ mm, the nut was shortened to 28 mm. The peak load for the failure here was $F_{\max} = 461$ kN. The limit of elasticity lied at $F_e = 171$ kN. The displacement contains the unavoidable deformation of the load transmission device. The cause of the failure was in the majority of cases the fracture of the tendon at the end of the thread.



Fig. 8. Experimental set-up for the load capacity test of the screw nut.

Tab. 3. Summary of the tests of the bearing capacity of the sleeve splices.

Sleeve slice	Load at elasticity limit F_e [kN]	Maximum failure load $F_{\max}$ [kN]	Failure reason
MS-1	190.4	390.2	Failure of prestressed steel on thread run-out
MS-2	159.3	414.9	Failure of socket screw thread
MS-3	161.7	390.4	Failure of prestressed steel on thread run-out
MS-4	163.0	374.3	Failure of prestressed steel on thread run-out

After the analysis of the test results and the comparison of the load bearing capacity it was obvious that the roof construction had a sufficient bearing capacity, but the connection of the tendons in the columns did not.

5. Restoration

The requirement for the restoration concept was, that the structural safety of the building is not affected by the

actions. After the assay of the building it was decided to restore the columns whose tension members are outside the facade. The penetration point of the tension members through the concrete column, the points of force transmission (inside) and the joints of the tension members had to be retrofitted.

The strengthening was carried out through the installation of additional parts. A new construction would bypass and unload the original connection. This way there was no critical intermediate state like in case of a replacement. (Fig. 9-11).



Fig. 9. The lower joint of the by-pass construction.



Fig. 10. The upper joint of the by-pass construction.



Fig. 11. The restored column line.

The area of the anchor plates on the concrete columns were laid open, in doing so the grouting was removed carefully. The cheeks on the concrete columns were cut off. The overhang of the existing threaded rods was cut off to ca. 1 cm over the counter nut. The anchor plates were derusted and cleaned. 350 mm high U-profiles were laid pairwise on the created supporting areas and their bedding were sealed. The forces from the tendons were transferred by a 80 mm thick steel plate to the 350 mm high U-profiles. On each U-profile 3×2 stiffeners were applied because of the high local loads. The profiles bear directly on the concrete construction. (Fig. 10 and 12).

At both sides of the columns in each case a single tendon was placed between the U-profiles. They were guided directly beside the columns through the facade. The tendons are DYWIDAG-single-tendons without bracing, with quality class St1080/1230 and a diameter of 36 mm (DIBt 2006). They have to bear a maximal tension force of 835 kN. The tendons were to prestress with 50 % of the calculated service loading. The pretension was alternating (Fig. 13).

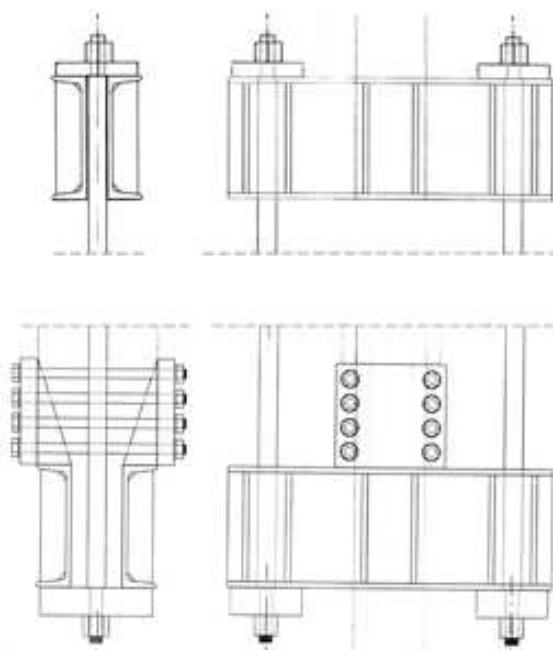


Fig. 12. The new connection.

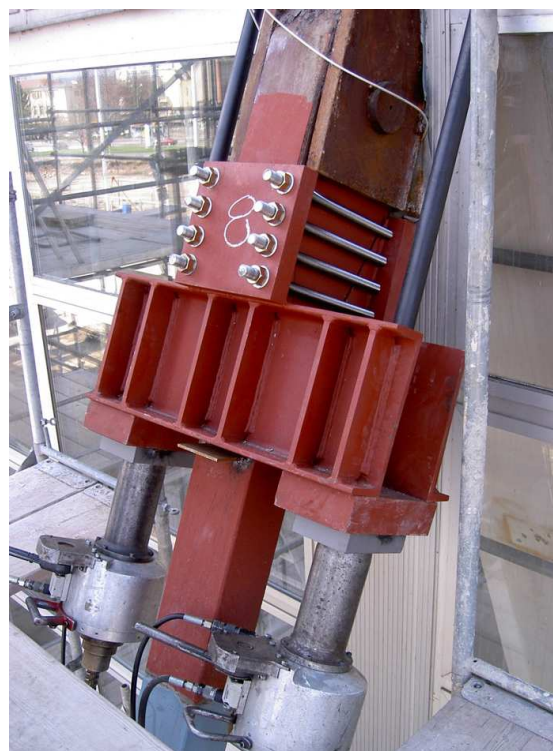


Fig. 13. The pretension of the tendons.

Using four bolted wedges a plane bearing surface was created on the chamfered part of the tension rods. The wedges were connected with 50 mm thick steel plates with eight M27 10.9 screws to the tension rod. Like at the inner construction a pair of 350 mm high U-profiles were placed under the bearing surfaces. Between these profiles the single tendons were placed. At the lower connection the U-profiles and the force transmitting plates were made identical. (Fig. 9 and 12).

6. Conclusion

With this for structural engineering unusual restoration technique, a fast and relative inexpensive retrofitting of the roof construction was carried out. By that measures the life cycle the indoor pool could be extended for at least 6 years. The next inspection will be performed in 2012. Moreover, the existing construction had to be modified only marginal, and the typical appearance of the building was preserved. This solution stands for sustainability. For more details see Boehme et al. (2009).

In the restoration were involved:

Client: Energie und Wasser Potsdam GmbH

Report, calculation: Dr. Zauft Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH, Potsdam

Structural design, construction: Ed. Züblin AG, Direktion Ost, Berlin

Proofing engineer: Prof. Hartmut Pasternak, Braunschweig

References

- Acker D., Heinze L. (1969). Montage des Seilhängedaches. *Bauplanung-Bautechnik*, Vol. 23, 534-536.
- Boehme W., Pasternak H., Csesznák, A. (2009). Sanierung einer Schwimmhalle in Potsdam. *Bauingenieur*, Vol. 84, 95-100.
- DIBt (2006). Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z 13.1-19 DYWIDAG Spannverfahren mit Einzelspanngliedern.
- Franke D., Heinze L. (1969). Schwimmhalle mit vorgespanntem Seilhängedach in Dresden. *Bauplanung-Bautechnik*, Vol. 23, 529-531.
- Quade J. (1969). Konstruktion und Statik des Seilhängedaches. *Bauplanung-Bautechnik*, Vol. 23, 532-534.

OBSZARY SPOŁECZNEJ ODPOWIEDZIALNOŚCI PRZEDSIĘBIORSTW BUDOWLANYCH

Iwona POSADZIŃSKA*

Wydział Zarządzania, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Prof. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Streszczenie: W artykule poruszono problematykę społecznej odpowiedzialności jako celu funkcjonowania i rozwoju przedsiębiorstw budowlanych. Ze względu na specyficzne cechy działalności budowlanej najbardziej istotne stają się zaangażowanie w obszarze ochrony środowiska oraz wiarygodność i zaufanie w kontaktach z różnymi grupami interesariuszy. Inwestycyjny charakter przedsięwzięć budowlanych, zmienność miejsc podejmowanej działalności oraz zróżnicowana złożoność zależna od zakresu robót, sprzyjała różnorodności powiązań i współzależności na rynku budowlanym. Zarządzanie oparte na zaufaniu należy rozpatrywać kompleksowo, tak w kontekście zarządzania wewnątrz organizacji, jak i jej relacji z otoczeniem: klientami, dostawcami, społeczeństwem, mediami czy innymi uczestnikami. Zaufanie stanowi źródło przewagi konkurencyjnej.

Słowa kluczowe: społeczna odpowiedzialność biznesu, etyka, ekologia, zaufanie.

1. Wprowadzenie

Światowa Komisja Środowiska i Rozwoju ONZ określiła koncepcję zrównoważonego rozwoju, jako procesu mającego na celu zaspokojenie aspiracji rozwojowych obecnego pokolenia w sposób umożliwiający realizację tych samych dążeń następnym pokoleniom (Raport „Nasza wspólna przyszłość”, 1987). Ze względu na mnogość i różnorodność czynników wpływających na to zjawisko, wyodrębniono trzy główne obszary decydujące o skuteczności strategii, która zapewnia perspektywę zrównoważonego rozwoju. Są to: ochrona środowiska i racjonalna gospodarka zasobami naturalnymi, wzrost gospodarczy i sprawiedliwy podział korzyści z niego wynikających oraz rozwój społeczny. Biznes społecznie odpowiedzialny nie ogranicza się jedynie do kształtowania pozycji konkurencyjnej i bezpośrednich relacji z innymi przedsiębiorstwami, będącymi jego dostawcami, odbiorcami, konkurentami, bądź jedynie obecnymi na rynku podmiotami gospodarczymi (Dworzecki i Romanowska, 2008). Otoczenie stanowią także przyrodnicze, techniczne, społeczne, ekonomiczne i instytucjonalne warunki występujące w miejscu lokalizacji i na obszarze działania. Dla przedsiębiorstwa budowlanego nie jest bowiem obojętne, jakie jest w sensie przyrodniczym i antropogenicznym miejsce i przestrzeń działania, jaka jest gospodarka w którą się wpisuje, jaka jest społeczność

i władza publiczna z którą wchodzi w najróżniejsze relacje.

2. Znaczenie społecznej odpowiedzialności biznesu

Konkurowanie za pomocą tradycyjnych metod, takich jak dywersyfikacja czy obniżanie kosztów może nie przynieść oczekiwanych rezultatów. Otoczenie organizacji zaczyna być bardziej wymagające, coraz częściej oczekując etycznego podejścia przedsiębiorstwa do wszystkich grup interesariuszy (mogą to być zarówno pracownicy, jak i partnerzy biznesowi, czy też społeczności lokalne). Przedsiębiorstwo powinno bowiem odczuwać, że ma pewne obowiązki w stosunku do szeroko rozumianego otoczenia. Zachowanie zrównoważonego rozwoju jest zadaniem niezwykle trudnym, mogącym zadecydować o sukcesie bądź porażce firmy. Uzyskanie dobrej reputacji wymaga z jednej strony akceptacji przez społeczeństwo, z drugiej zaś spełnienia oczekiwań właścicieli. Konieczne staje się znalezienie równowagi między celami finansowymi i społecznymi (Obłój, 1998).

Społeczna odpowiedzialność może być definiowana jako idea integrująca dobro firmy z dobrem społecznym przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. Strategia ta polega więc na kierowaniu się zasadami etycznymi, prawami pracowników i prawami człowieka, a także otoczeniem społecznym i środowiskiem naturalnym

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: iwonaatr@interia.pl

w strategicznych i długofalowych decyzjach. Społeczna odpowiedzialność biznesu oparta jest na zasadach dialogu społecznego i poszukiwaniu korzystnego dla obu stron konsensusu (Wójcik, 2005). Społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstwa (CRS) oznacza podejmowanie działań, które powinny odpowiadać następującym warunkom (Żemigła, 2007):

- spełnianie wszystkich wymogów formalnych i prawnych, jakie są stawiane zarówno przez państwo, jak i organizacje branżowe, środowiskowe i lokalne;
- dostosowanie się do norm uznawanych przez społeczność w obszarze, na którym przedsiębiorstwo prowadzi działalność;
- przestrzeganie praw człowieka i praw pracowniczych;
- dobrowolne zwiększanie zainteresowania i troski o pracowników i ich rozwój;
- ochrona środowiska;
- działalność na rzecz kultury i sztuki;
- działalność na rzecz bezpieczeństwa;
- zrównoważony rozwój;
- inne działania o charakterze prospołecznym, które nie wiążą się z konkretnymi zyskami.

Działalność odpowiedzialna społecznie przyczynia się do poprawy wizerunku firmy budowlanej, ale wymaga to spójnej i długofalowej strategii tak, aby jej efekty zostały zaakceptowane przez wszystkie grupy otoczenia, zarówno klientów, dostawców, jak i innych interesariuszy. Zaakceptowanie przedsiębiorstwa przez społeczności lokalne wiąże się jednak z określonymi korzyściami, do których zaliczyć można uzyskanie wysoko wykwalifikowanej kadry pracowniczej, zwiększenie liczby klientów i dostawców, wzrost wartości firmy, a także inne istotne dla organizacji korzyści. W długim okresie ważne będą skutki finansowe, poza tym należy również podkreślić wielokierunkowość oddziaływania przede wszystkim w kierunku:

- marketingu – budowania znajomości i reputacji marki, większej akceptacji dla podstawowego przedmiotu działalności, wzmocnienia więzi z obecnymi i potencjalnymi klientami;
- zasobów ludzkich – wzmocnienia morale, wzrostu satysfakcji pracowników i właścicieli, wzrostu poczucia odpowiedzialności i wrażliwości społecznej;
- public affairs – korzystniejszego postrzegania organizacji, budowania dialogu z krajowymi i lokalnymi władzami, zaufania inwestorów, partnerów i sponsorów;
- public relations – tworzenia i wzmocnienia pozytywnego wizerunku organizacji wewnątrz i na zewnątrz firmy.

Kształtowanie pozytywnego wizerunku przedsiębiorstwa budowlanego wymaga podporządkowania operacyjnych działań strategicznej wizji oraz właściwego wyboru dziedzin zaangażowania społecznego. W praktyce często pojawiają się błędy przypadkowego doboru wspieranych projektów oraz traktowania CSR wyłącznie w kategoriach sponsoringu.

3. Otoczenie naturalne – ochrona środowiska

Polityka środowiskowa przedsiębiorstwa budowlanego musi uwzględniać specyfikę oddziaływania na środowisko zarówno w kontekście wyboru miejsca i jego przekształcenia, jak również wyboru technologii i organizacji funkcjonowania. Należy wziąć pod uwagę (Nierzwicki, 2006):

- stosowanie metod minimalizowania oddziaływania na środowisko,
- zgodność z przepisami prawa,
- gospodarkę odpadami,
- efektywne wykorzystanie energii,
- zasady współpracy z dostawcami w celu minimalizowania negatywnych wpływów,
- przegląd polityki,
- szkolenia z zakresu problemów dotyczących środowiska,
- informacji ujawnianych publicznie,
- odpowiedzialność,
- strategię transportowe.

Przedsiębiorstwo powinno rozważyć zmniejszenie zużycia surowców nieodnawialnych, zachowanie ekosystemów, odszkodowanie za szkody o charakterze ekologicznym i inne sugerowane w normie ISO 140004.

Doskonalenie działalności przedsiębiorstwa musi dotyczyć zarówno procesów, jak i produktów. Ekologiczne doskonalenie efektów końcowych opiera się na takim projektowaniu, żeby w granicach ekonomicznie uzasadnionych uzyskać:

- zmniejszenie zużycia surowców, materiałów i energii,
- zmniejszenie oddziaływania na środowisko procesów przetwarzania - prowadzenia procesu budowy,
- zmniejszenia oddziaływania na środowisko gotowego obiektu w trakcie jego używania oraz w czasie jego likwidacji.

Takie projektowanie określa się, jako projektowanie dla środowiska (DFE, *Design for Environment*) lub „projektowanie zielone” (*Green Design*).

4. Zarządzanie oparte na zaufaniu

Na rynku budowlanym, obok tradycyjnych, co raz większe znaczenie odgrywają nowe formy organizacyjne – alianse strategiczne, organizacje sieciowe, wirtualne, fraktalne, inteligentne i holoniczne (Bratnicki, 2000). Nowe rodzaje więzi organizacyjnych przesuwają punkt ciężkości z tradycyjnej kontroli na formy oparte na dobrowolności i wzajemności, które są znacznie bardziej elastyczne, reaktywne oraz efektywne. Wyzwaniem jest już nie tylko umiejętność zdobywania wiedzy przez ludzi, ale właściwe interakcje między nimi, które gwarantują nowy rodzaj wiedzy (Grudzewski i in., 2010). Zaufanie zaczyna odgrywać bardzo ważną rolę jako czynnik stymulujący interakcje społeczne i biznesowe pomiędzy stronami. Zaufanie staje się w takich warunkach niezbędnym zasobem, a także aktywem niematerialnym przedsiębiorstwa generującym wartość.

Produkt budowlany może przybierać różną postać, zarówno pod względem zakresu, jak i struktury wewnętrznej. Obejmuje on pięć następujących przypadków (Fonfara i in., 2000):

- kompleksowe przedsięwzięcie budowlane,
- część kompleksowego przedsięwzięcia budowlanego (stanowiącą wyraźnie wyodrębnioną pod względem technologicznym i organizacyjnym całość),
- przedsięwzięcia specjalistyczne (na przykład: prace elektryczne, ziemne, konserwacyjne itp.),
- usługi projektowe,
- doradztwo.

Zakres zadań i obowiązków uczestników procesu budowlanego nie jest jednoznacznie określone, zazwyczaj rozstrzygają to zawierane kontrakty.

Wiele spośród projektów inwestycyjno-budowlanych przybiera duże rozmiary, przekraczające możliwości jednego wykonawcy. Współczesna gospodarka wymaga efektów, które wymuszają stosowanie różnych form kooperacji, często o charakterze międzynarodowym. Zaangażowanie przedsiębiorstwa budowlanego zależy od przyjętej formuły zarządzania przedsięwzięciem inwestycyjnym, co implikuje charakter powiązań prawnych i organizacyjnych. Oprócz metody generalnego wykonawcy czy realizacji „pod klucz” (*Turn Key, Design & Build*), stosuje się formuły zarządzania wykonawstwem (*Construction Management*), zarządzanie kontraktem budowlanym (*Management Contracting*). Dwie ostatnie formuły polegają na zaangażowaniu wyspecjalizowanej firmy doradczej odpowiedzialnej za realizację inwestycji.

Działalność budowlana odpowiada koncepcji organizacji opartej na czystych projektach w odniesieniu do produktów (efektów), ale także wewnętrznej konfiguracji przedsiębiorstwa. Tworzenie takiej struktury musi uwzględniać interdyscyplinarność, innowacyjność, ograniczenie w czasie i konieczność efektywnego wykorzystania różnych zasobów (Pawlak, 2007). Odpowiada więc w pełni cechom produkcji budowlano-montażowej. Najwyższy szczebel tworzy zarząd przedsiębiorstwa (rada dyrektorów), na niższym usytuowane są rady poszczególnych projektów. Liczba projektów i menedżerów projektów zależy od potencjału organizacji i zakresu wykonywanych przedsięwzięć, każdy z menedżerów sprawuje nadzór nad jednym lub wieloma zadaniami jednocześnie. Sposób tworzenia i funkcjonowania zespołu zależy od fazy realizacji inwestycji. W fazie początkowej w jego skład wchodzi zazwyczaj architekt, projektanci, kosztorysanci, geodeci, geolodzy i inni specjaliści, których kompetencje są niezbędne w pracach koncepcyjnych. Skład zmienia się w fazie wykonawczej, obejmując różnych wyspecjalizowanych zleceniobiorców, zaangażowanych do przeprowadzenia specyficznych robót na placu budowy. Wraz z zakończeniem przedsięwzięcia dany zespół zostaje rozwiązany. Menedżer projektu może zachować swoją funkcję i zostać przeniesiony do innych zadań. Organizacja oparta na zarządzaniu projektami charakteryzuje się kilkoma zaletami, z których najistotniejsze to:

- elastyczne wykorzystanie posiadanych zasobów materialnych i ludzkich, pracownicy mogą być angażowani tylko wówczas, gdy są potrzebni, bez ponoszenia kosztów stałych,
- zatrudnianie na stałe jedynie personelu wyższego szczebla,
- duże kompetencje przyznane kierownikom projektów (władza decyzyjna),
- stosunkowo krótki czas reagowania na problemy,
- uczestnicy zespołu pracują bezpośrednio dla kierownika projektu,
- możliwość łatwiejszego określenia terminów, kosztów i efektywności pracy,
- odciążenie kierowników najwyższego szczebla, mają oni więcej czasu na podejmowanie decyzji strategicznych, nie muszą rozwiązywać bieżących konfliktów.

Prezentowany typ organizacji posiada także wady. Wynikają one w dużej mierze ze zmienności zespołów, poszczególne osoby nie są w ten sposób angażowane w sukces całego przedsięwzięcia. Stosowanie wynagrodzeń akordowych zachęca do szybszej pracy, ale nie gwarantuje odpowiednio wysokiej jakości wykonania. Z drugiej strony, płace oparte na kryterium czasu pracy zachęcają ludzi do przedłużania terminów realizacji zadań. Wówczas jedyną osobą zainteresowaną dotrzymaniem terminu i kosztów projektu jest menedżer. W okresie dobrej koniunktury gospodarczej generującej popyt na inwestycje budowlane mogą pojawić się problemy z zaangażowaniem pracowników o odpowiednio wysokich kwalifikacjach. Zwalnianie wykonawców po zakończeniu zadania skutkuje ograniczeniem potencjału wiedzy i doświadczenia w przedsiębiorstwie, trudno jest wykorzystać ich kompetencje w przyszłych projektach. Czysta struktura projektowa nie sprzyja rozwojowi technologicznemu, nie ma w niej silnych grup funkcjonalnych i może to niekorzystnie wpływać na rozwój firmy. Nie gwarantuje wymiany informacji technicznych między projektami. Sprzyja stosowaniu autokratycznego stylu kierowania, co przeczy idei funkcjonowania grup zadaniowych nastawionych na kreatywność i inicjatywność.

Przyspieszenie tempa zmian, wzrastająca złożoność i rozmiary wielu działań coraz częściej skłaniają firmy do myślenia kategoriami partnerstwa, tworzenia organizacji sieciowych czy wirtualnych. Przedsiębiorstwo powstałe z połączenia potencjałów wykonawczych do i na czas realizacji przedsięwzięcia inwestycyjno-budowlanego, zarządzane według koncepcji organizacji wirtualnej, ma szansę na skuteczne przeciwstawienie się konkurencji. Organizacja wirtualna stanowi zbiór jednostek organizacyjnych przestrzennie oddalonych, realizujących wspólne przedsięwzięcie, dobieranych dynamicznie (według kryterium procesów) do realizacji określonych zadań, co odpowiada warunkom rynku budowlanego. Tego typu rozwiązania stanowią szansę dla wielu polskich firm dysponujących ograniczonym potencjałem, nie dorównującym konkurencji zza granicy. Umożliwiają udział i wygranie przetargu, zawarcie kontraktu i sprawną realizację zadań.

Zaufanie stanowi strategiczne kluczowe spoiwo we współczesnym biznesie (Grudzewski i in., 2010). Stało się podstawą budowy powiązań sieciowych. Trzy podstawowe mechanizmy koordynacji zawiera tabela 1.

Zaufanie stało się strategicznym zasobem wykorzystywanym w zarządzaniu organizacją, jak i jej relacjami z bliższym i dalszym otoczeniem biznesowym. Dotyczy także zarządzania zasobami ludzkimi na linii pracownik – firma (Grudzewski i in., 2007). Zarządzanie oparte na zaufaniu należy rozpatrywać bardziej kompleksowo, tak w kontekście zarządzania wewnątrz organizacji, jak i jej relacji z otoczeniem: klientami, dostawcami, społeczeństwem, mediami czy innymi interesariuszami. Stanowi źródło przewagi konkurencyjnej. Im więcej powiązań w układzie kooperacyjnym, zaopatrzeniowym, informacyjnym, tym większą odgrywa rolę. O ile kapitał finansowy jest dostępny na rynku jako produkt (na przykład kredyt) i ma swoją określoną cenę, o tyle zaufanie nie jest towarem, którego wymiana na wolnym rynku jest technicznie niemożliwa.

Zarządzanie oparte na zaufaniu może być rozumiane na dwa sposoby (Grudzewski i in., 2009):

- po pierwsze jako proces, w którym podmiot (na przykład: lider, organizacja, członek zespołu) zyskuje zaufanie innych. Zaufanie jest ważnym przyczynkiem dla sukcesu oraz przetrwania, jako że umożliwia współpracę pomiędzy stronami (nierzadko zdarza się jednak, że część ludzi usiłuje z wielu powodów budować fałszywy obraz własnej wiarygodności, chociażby dla osobistych korzyści);
- po drugie jako proces oceny wiarygodności innych jednostek. Jest on równie ważny jako proces uzyskiwania wysokiej wiarygodności własnej.

Ta dwupłaszczyznowość zarządzania opartego na zaufaniu wynika z natury samego zaufania. Zaufanie pomiędzy jednostkami, grupami społecznymi czy organizacjami ma charakter interakcyjny. Uznanie zarządzania opartego na zaufaniu wymaga uwzględnienia kilku czynników:

- Brak zaufania i podejrzliwość są zależne od sytuacji. W organizacjach, które rywalizują ze sobą, koszty zaufania nieodpowiedniemu partnerowi mogą być bardzo wysokie;
- W obecnym, niepewnym i dynamicznym zmieniającym się otoczeniu trzeba doskonale się orientować, komu można ufać i w jakich warunkach;

- W społeczeństwie opartym na wiedzy, w którym procesy generowania wiedzy decydują o ich dobrobycie i źródle bogactwa – zaufanie jest jednym z podstawowych czynników sukcesu. Jego brak oznacza zacofanie gospodarcze;
- W przyszłości dla procesów zarządzania wiedzą oraz „pracowników wiedzy” (*knowledge workers*) w każdej organizacji kluczowym elementem będzie zaufanie;
- Zaufanie partnerów biznesowych i klientów stanowi kapitał firmy, wpływa na jej efektywność.

Zaufanie stało się kluczowe w warunkach niepewności i ryzyka, konieczność podejmowania decyzji w takich warunkach stale motywuje do poszukiwania nowych, bardziej skutecznych sposobów zarządzania.

5. Podsumowanie

Inwestycyjny charakter przedsięwzięć budowlanych, zmienność miejsc podejmowanej działalności oraz zróżnicowana złożoność zależna od zakresu robót sprzyjała różnorodności powiązań i współzależności na rynku budowlanym. Budowanie potencjału wiarygodnego usługodawcy wymaga zarządzania nie tylko w duchu długookresowych korzyści finansowych, ale także społecznej odpowiedzialności. Przekłada się to na wzrost zainteresowania inwestorów, bardziej zainteresowanych współpracą z odpowiedzialnymi firmami, które oprócz dobrych wyników finansowych zarządzane są w transparentny sposób, odpowiedzialnie budują swój wizerunek i dobre relacje z otoczeniem. Coraz częściej dla inwestorów wiarygodność zawodowa i finansowa firmy uzależniona jest od jej wiarygodności społecznej.

Wewnątrz przedsiębiorstwa zaobserwować można podnoszenie poziomu kultury organizacyjnej, kształtowanie pozytywnego wizerunku firmy wśród pracowników oraz na rynku pracy. Ułatwia to pozyskiwanie i utrzymanie najlepszych pracowników. Kultura oparta na takich wartościach, jak zaufanie, odpowiedzialność i przejrzystość, podnosi standardy postępowania wobec wszystkich grup interesariuszy oraz sprzyja motywowaniu. Stanowi jeden z elementów poza finansowego oddziaływania. Dzięki kodeksom etycznym, programom społecznym, dbałości o środowisko – pracownicy z większym uznaniem odnoszą się do funkcjonowania firmy widząc, że część jej aktywności skierowana jest na rozwiązywanie istotnych – również dla nich – problemów.

Tab. 1. Trzy mechanizmy koordynacji

Wyszczególnienie	Hierarchia	Rynek	Społeczność
Mechanizm koordynacji	Władza	Cena	Zaufanie
Główne korzyści	Kontrola	Elastyczność	Tworzenie i dzielenie się wiedzą
Zasoby	Kapitał organizacyjny	Kapitał ekonomiczny	Kapitał społeczny
Zadania	Zależne	Niezależne	Współzależne

Źródło: C.Hecksch, P.S.Adler (2006), *Towards Collaborative Community*, [w] *The firm as Collaborative community. Reconstructing Trust in the Knowledge Economy*, red. C.Heckscher, P.S.Adler, Oxford University Press, s. 9-105; cyt. za (Grudzewski i in., 2010, s. 68)

Literatura

- Bratnicki M. (2000). Kompetencje przedsiębiorstwa: od określenia kompetencji do zbudowania strategii. *Placet*, Warszawa.
- Dworzecki Z., Romanowska M. (2008). Strategie przedsiębiorstw w otoczeniu globalnym. *Oficyna Wydawnicza SGH*, Warszawa.
- Fonfara K., Gorynia M., Najlepszy E., Schroeder J. (2000). Strategie przedsiębiorstw w biznesie międzynarodowym. *Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu*, Poznań.
- Grudzewski W. M., Hejduk I. K., Sankowska A., Wańtuchowicz M. (2007). Zarządzanie zaufaniem w organizacjach wirtualnych. *Difin*, Warszawa.
- Grudzewski W. M., Hejduk I. K., Sankowska A., Wańtuchowicz M. (2009). Zarządzanie zaufaniem w przedsiębiorstwie. *Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o.*, Kraków.
- Grudzewski W. M., Hejduk I. K., Sankowska A., Wańtuchowicz M. (2010). Sustainability w biznesie czyli przedsiębiorstwo przyszłości. Zmiany paradygmatów i koncepcji zarządzania. *Wydawnictwo Poltext*, Warszawa.
- Nierzwicki W. (2006), Zarządzanie środowiskowe. *PWE*, Warszawa.
- Oblój K. (1998). Strategia organizacji. *Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne*, Warszawa.
- Pawlak M. (2007). Zarządzanie projektami. *Wydawnictwo Naukowe PWN*, Warszawa.
- Wójcik K. (2005). Public relations. Wiarygodny dialog z otoczeniem. *Placet*, Warszawa.
- Żemigala M. (2007). Społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstwa, budowanie zdrowej, efektywnej organizacji. *Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o.*, Kraków.

AREAS OF SOCIAL RESPONSIBILITY OF BUILDING ENTERPRISES

Abstract: The problems of social responsibility were presented in paper as an aim of the functioning and development of building enterprises. Due to the specific guilds of building activity the commitment in area of environment protection as well as the credibility and the confidence in contacts from the participants' different groups stand up the most essential. The investment character of building undertakings, changeability of places of undertaken activity as well as the diverse dependent complexity from range of works were favourable to the variety of connections and the correlation on building market. It should be considered in context management organization inside leaning on confidence management, as and its report with surroundings: customers, tradesmen, society, media or different participants. The trust states the source of competitive superiority.

Pracę wykonano w Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym w Bydgoszczy w ramach realizacji projektu badawczego Nr N N115 297938 pt. „Determinanty procesu internacjonalizacji polskich przedsiębiorstw budowlanych” finansowanego ze środków MNiSW w latach 2010-2012.

ZAGADNIENIA REALIZACJI CENTRÓW HANDLOWO-ROZRYWKOWYCH NA PRZYKŁADZIE BUDOWY GALERII MALTA W POZNANIU

Michał RUTKOWSKI*, Andrzej SKARZYŃSKI

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań

Streszczenie: W artykule przedstawiono ogólną charakterystykę centrów handlowo-rozrywkowych. Następnie na jej podstawie wyszczególniono specyficzne cechy realizacji obiektów tego rodzaju. Wyróżniono fazę przedrealizacyjną ze szczególnym uwzględnieniem kwestii lokalizacji, a także fazę realizacji obiektu, w której co jest oczywiste, występuje najwięcej problemów. Najdłuższa część artykułu poświęcona jednak została na omówienie zagadnień budowy przykładowej inwestycji. Jest nią centrum handlowe Galeria Malta w Poznaniu.

Słowa kluczowe: centra handlowe, technologia i organizacja realizacji budowy.

1. Wprowadzenie

Przyczyną zainteresowania przedmiotem opracowania jest rosnąca w ostatnich latach koniunktura na rynku nieruchomości handlowych. Znaczną jego część stanowią wielkopowierzchniowe centra handlowo-rozrywkowe. Bieżące analizy rynku (Gazetaprawna.pl, 2010) wykazują stały wzrost zapotrzebowania na nowoczesną powierzchnię handlową. Oparte na nich obserwacje wskazują na to, iż pomimo chwilowego nasycenia rynku, w miarę stopniowego wzrostu gospodarczego, wystąpi w najbliższych latach nowy popyt na powierzchnię handlową. Planowana jej podaż oznacza potrzebę budowania na dużą skalę ośrodków współczesnego handlu. Wynika stąd potrzeba przybliżenia problemów realizacji tych specyficznych obiektów. W tym celu niezbędne będzie ogólne przedstawienie cech charakteryzujących centra handlowe. Natomiast proces ich realizacji przedstawiony zostanie na przykładzie budowy Galerii Malta w Poznaniu. Należy jednak zaznaczyć, że w opracowaniu zasygnalizowano tylko wybrane, charakterystyczne jej elementy.

2. Charakterystyka centrów handlowo-rozrywkowych

Według Polskiej Rady Centrów Handlowych „Europejskie Centrum Handlowe jest to obiekt handlowy zaplanowany, wybudowany i zarządzany jako odrębna całość, łączący lokale handlowe, usługowe i część

wspólną, o minimalnej powierzchni wynajmu brutto 5000 m²” (Zamojski, 2008).

Zgodnie z Dziworską (2007) centra handlowe pełnią funkcję ośrodków sprzedaży detalicznej, której przedmiotem są towary różnego rodzaju, a także szeroko rozumiane usługi. Wewnątrz tych obiektów mieści się wiele wydzielonych lokali przeznaczonych dla poszczególnych przedsiębiorców reprezentujących różne branże (odzież, obuwie, zabawki, gastronomia, kwaciarnie, apteki, kultura, sport, RTV i AGD). Do głównych elementów funkcjonalnych często należy także super lub hipermarket. Autorka zwraca także uwagę na parametry terenu inwestycji. I tak, szacunkowo dla obiektu handlowego o powierzchni około 10-15 tys. m² niezbędna jest działka o powierzchni 1,5-2,0 ha w centrum miasta i 5 ha na jego obrzeżach. Z lokalizacją galerii dodatkowo będzie się wiązała dostępność do szlaków transportowych, a także obszar jej oddziaływania.

Parczewski i Tauszyński (2005) zwracają uwagę, iż centra handlowe często wyróżniają się z otoczenia indywidualną bryłą architektoniczną, stanowiącą zarazem reklamę i czynnik przyciągający zainteresowanie potencjalnych klientów. Według autorów istotnym zagadnieniem funkcjonowania współczesnego centrum handlu jest powiązanie komunikacyjne z otoczeniem oraz segregacja ruchu pieszego i kołowego, stwarzająca klientom korzystne warunki dostępu do obiektów. Biorąc pod uwagę powyższe założenia, a także panujące miejskie warunki komunikacyjne stosuje się rozwiązania jedno lub wielopoziomowe.

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: michal.rutkowski@put.poznan.pl

Fakt przyjęcia i obsługi wielu klientów powoduje konieczność zapewnienia odpowiedniej powierzchni parkingowej. Może ona zostać określona na podstawie średniego wskaźnika wynoszącego 25-35 miejsc parkingowych na każde 1000 m² powierzchni sprzedaży (Dziworska, 2007). Wobec tej potrzeby możliwe są dwa rozwiązania. Przy większej powierzchni terenu inwestycji, można zastosować jednopoziomowe parkingi otwarte. Natomiast w sytuacji, gdy powierzchnia działki jest ograniczona, przewiduje się jedno lub wielokondygnacyjne parkingi zamknięte, włączone w bryłę centrum oraz konstrukcyjnie z nim powiązane.

Pod względem konstrukcyjnym obiekty handlowe wielokondygnacyjne projektowane są przeważnie jako konstrukcje szkieletowe stalowe lub żelbetowe, o siatce słupów w rozstawie minimum 6,0 m. Natomiast jednokondygnacyjne hale super i hipermarketów mają przeważnie konstrukcję szkieletową stalową o większych rozpiętościach, przykładowo 24,0 × 12,0 m lub 24,0 × 18,0 m, z lekkimi ścianami osłonowymi i przekryciem z płyt warstwowych.

3. Wybrane problemy występujące podczas realizacji centrów handlowo-rozrywkowych

Na wstępie należy zaznaczyć, iż źródła specyficznych aspektów realizacji są różne i mogą wynikać z uwarunkowań lokalizacyjnych, czynników technologiczno-konstrukcyjnych, organizacyjnych, a także ekonomicznych oraz formalno-prawnych.

Pod względem technicznym główne źródło utrudnień stanowią podstawowe parametry obiektu, takie jak powierzchnia zabudowy, powierzchnia użytkowa lub kubatura. Wielkopowierzchniowe centra handlowe należą pod tym względem do jednych z największych budynków. Wynika stąd potrzeba wdrożenia działań organizacyjnych adekwatnych do skali, w jakiej wykonywane są roboty budowlane. Zabiegi te będą niezbędne zarówno w trakcie przygotowania, realizacji, jak i zakończenia projektu.

Przygotowanie, zgodnie z ideą cyklu działań zorganizowanych, będzie obejmowało między innymi analizę dostępności kadry pracowniczej oraz zapotrzebowania na materiały i specjalistyczny sprzęt.

Znaczny rozmiar obiektu stawia także wyjątkowe wyzwania w zakresie zagospodarowania placu budowy. Jaworski (2008) wskazuje, iż odpowiednie zaprojektowanie i wykonanie elementów zaplecza jest szczególnie istotne w odniesieniu do dużych budów, dla których osiągnięcie efektu w postaci terminowego oraz poprawnego pod względem jakości wykonania robót może okazać się wyjątkowo trudnym zadaniem. O dostępnej powierzchni zaplecza w znacznej mierze decyduje możliwość wykorzystania przyszłego parkingu galerii pod urządzenia placu budowy. Pod tym względem większą swobodę organizacyjną gwarantują centra handlowe z parkingami otwartymi.

Dodatkowe utrudnienie techniczne wynika z cech architektonicznych centrów handlowych. Bryły

współczesnych galerii z założenia mają przyciągać wzrok i zachwycać swoją oryginalnością. Cechy te jednak nie zawsze idą w parze z technologicznością rozwiązań budowlanych. A zatem może się zdarzyć, że nawet przy stosowaniu nieskomplikowanych technologii przez doświadczonych wykonawców, wystąpią w trakcie realizacji utrudnienia o specyficznym charakterze.

Osobną grupę problemów generują czynniki organizacyjne. Wiadomo, iż większość inwestycji realizowana jest obecnie w oparciu o zasady generalnego wykonawstwa. Oczywiście jest też fakt, że wraz ze wzrostem rozmiaru inwestycji rośnie liczba podmiotów obecnych na placu budowy. A zatem wykonawca centrum handlowego zmuszony jest do przyjęcia odpowiedzialności za niezwykle trudne zadanie, jakim jest skoordynowanie prac wielu podwykonawców.

Wyjątkowy zakres projektu wymusza także opracowanie odpowiedniej struktury organizacyjnej, tworzonej przez doświadczonych inżynierów, z czytelnym podziałem kompetencji i odpowiedzialności. W strukturze tej muszą znaleźć odbicie wszystkie aspekty, które wpływają na całokształt zarządzania przedsięwzięciem budowlanym, takie jak nadzór nad właściwym wykonaniem prac, koordynacja branżowa, obsługa techniczna i formalno-prawna budowy, zaplecze logistyczne.

4. Ogólna charakterystyka centrum handlowo-rozrywkowego Galeria Malta w Poznaniu

Podstawowym źródłem informacji w tej części pracy jest projekt budowlany obiektu będącego przedmiotem zainteresowania (Pracownia Ewy i Stanisława Sipińskich, 2005). Główny element inwestycji stanowi trzykondygnacyjna, całkowicie podpiwniczona galeria handlowa oraz przyległy do niej sześciokondygnacyjny parking. Zblokowana całość zaplanowana jest na rzucie trapezoidalnym o maksymalnej długości około 280 m i szerokości od 72 do 180 m. Wysokość obiektu wynosi około 25 m. Podstawowe dane liczbowe inwestycji przedstawiają się następująco: powierzchnia działki około 79 tys. m², powierzchnia zabudowy 36,7 tys. m², łączna powierzchnia użytkowa 152 tys. m², łączna kubatura obiektów 695 tys. m³. Natomiast główne parametry użytkowe obrazowane są przez wielkość przestrzeni dostępnej dla klientów. I tak, łączna powierzchnia przeznaczona na handel, usługi i rozrywkę wynosi około 54 tys. m², a towarzyszy jej łączna ilość 1942 miejsc parkingowych o powierzchni około 47 tys. m². Pozostała powierzchnia Galerii – około 51 tys. m², przeznaczona jest na komunikację, zaplecze socjalne i techniczne oraz magazyny. Pod względem konstrukcyjnym Galerię tworzy żelbetowy, monolityczny układ płytowy i belkowo-płytowy, którego sztywność przestrzenna utrzymywana jest przez pionowe trzony szybów dźwigowych i klatek schodowych.

Należy także zaznaczyć, że kluczową dla realizacji funkcję Generalnego Wykonawcy Galerii Malta pełniła firma Hochtief Polska S.A. Oddział w Poznaniu.

5. Szczególne zagadnienia realizacji centrum handlowego Galeria Malta w Poznaniu

Zaczynając od fazy przedrealizacyjnej wyróżnić należy kwestię lokalizacji nowego centrum handlowego. Jego położenie musi spełniać wiele wymogów, zarówno technicznych, jak i formalno-prawnych. Twórcy koncepcji Galerii Malta pokonali problemy związane z jej lokalizacją w interesujący sposób. Mianowicie postanowiono wykorzystać byłe tereny wojskowego składu paliw, o bardzo ciekawym położeniu, ale jednocześnie o bardzo dużej degradacji środowiska naturalnego spowodowanej nieudolną gospodarką. Zainteresowanie inwestora prywatnego, który był w stanie zainwestować spory kapitał w rekultywację terenu, okazało się jedyną realną szansą ratunku dla silnie zanieczyszczonego środowiska gruntowo-wodnego.

Spośród problemów fazy realizacji obiektów, najpierw przedstawione zostaną te związane z uwarunkowaniami technologicznymi.

Jednym z nich jest ilość czynników produkcji, jakie trzeba zaangażować dla uzyskania założonych celów. W przypadku Galerii Malta, zarówno liczby zatrudnionych pracowników, wbudowanych materiałów, jak i wykorzystanych maszyn, były bardzo duże.

Jako przykład można przytoczyć wyroby budowlane zużywane masowo przy robotach stanu surowego. Dla wykonania całej konstrukcji niezbędne było 96 tys. m³ mieszanki betonowej, 10,5 tys. ton stali zbrojeniowej oraz 1,1 tys. ton różnego rodzaju konstrukcji stalowych. W czasie wykonania ustroju nośnego budynku, który wynosił około 10 miesięcy, średnie dzienne zapotrzebowanie na mieszankę betonową wynosiło około 400 m³, co w przeliczeniu dawało około 45 jednostek transportowych. Jednak w szczytowych momentach, podyktowanych czynnikami technologiczno-konstrukcyjnymi dzienne zapotrzebowanie mogło wzrastać nawet do 1000 m³. Należy zaznaczyć, że całkowitą ilość mieszanki do wbudowania dostarczono w postaci betonu towarowego. W warunkach miasta Poznania oznaczało to potrzebę zaangażowania dwóch producentów tego podstawowego materiału, którzy w przypadkach maksymalnego zapotrzebowania zmuszeni byli dodatkowo do zapewnienia przynajmniej po jednej wytwórni zapasowej.

Problem ilości wyrobów budowlanych dotyczy również pozostałych robót. Nakłady niezbędne do wykończenia dachu, elewacji, posadzek, czy wykonania ścian działowych liczone były w dziesiątkach tysięcy jednostek. Dodatkowym czynnikiem komplikującym była różnorodność zastosowanych technologii. Przykładowo dla elewacji Galerii Malta przewidziano 8 różnych rozwiązań, o łącznej powierzchni ponad 36 tys. m². Jako materiał wierzchni zastosowano m. in. szkło pokryte sitodrukiem (motywy graficzne), płyty kompozytowe, płyty HPL, blachę falistą oraz siatkę zgrzewaną.

Na uwagę zasługuje także zapotrzebowanie na kadrę pracowniczą. Podczas wznoszenia konstrukcji Galerii Malta poziom zatrudnienia sięgał 700 osób. W trakcie

robót wykończeniowych liczba pracowników wzrosła do 1200 osób. Jednak szczytowy moment przypadał na ostatnie 3 miesiące realizacji, kiedy miało miejsce ostateczne wykończenie poszczególnych lokali handlowo-usługowych. Zatrudnienie sięgało wtedy nawet do 2600 osób. Taka kumulacja stanowi jedną z najbardziej specyficznych cech realizacji nowoczesnych, wielkopowierzchniowych centrów handlowych. Szczególną rolę działań organizacyjnych podkreśla także niezbędna i odpowiednio liczna kadra zarządzająca budowy. Na Malcie stanowiło ją 46 specjalistów pełniących swoje funkcje z ramienia Generalnego Wykonawcy oraz 24 menedżerów dbających o interesy Inwestora.

Kolejnym niezbędnym czynnikiem produkcji był sprzęt. W tym zakresie najistotniejszą sprawą było zapewnienie odpowiednio sprawnego transportu pionowego. Organizacja budowy Galerii Malta, z uwagi na rozmiar obiektu przewidziała zastosowanie ośmiu stacjonarnych żurawi wieżowych. Głównym założeniem było wykorzystanie tych maszyn do wykonania stanu surowego, a także większości robót na dachu budynku. Natomiast do robót wykończeniowych wykorzystano 3 zewnętrzne pomosty robocze, 3 windy towarowe zainstalowane wewnątrz obiektu, a w fazie największego natężenia robót, również odpowiednio zabezpieczone docelowe windy Galerii. Bezpośredni dostęp do sprzętu średniego i drobnego, a także rusztowań zorganizowano poprzez współpracę z dwoma przedsiębiorstwami świadczącymi usługi najmu, mającymi oddziały na placu budowy. W związku ze znacznym skupieniem żurawi wieżowych, dla zapewnienia bezpiecznej ich pracy, Generalny Wykonawca zmuszony był wdrożyć odpowiednie instrukcje bezkolizyjnej współpracy tych maszyn. Bardzo istotne było zorganizowanie pracy wysięgników na ośmiu różnych poziomach.

Na uwagę zasługuje także sprzęt do układania mieszanki betonowej. Fakt, że 90 procent tego materiału wbudowano za pomocą pomp do betonu, oznaczał konieczność stosowania jednocześnie od 2 do 4 maszyn tego rodzaju. Dodatkowo w wyjątkowych sytuacjach występowała potrzeba instalowania rurociągów tłocznych pozwalających na układanie mieszanki w niedostępnych miejscach.

Realizacja budowy Galerii Malta podkreśliła także znaczenie wybranych elementów zagospodarowania placu budowy.

Wobec potrzeby przyjmowania i przetwarzania potężnych strumieni czynników produkcji, na pierwszy plan wysuwał się drożny układ komunikacji. Wewnątrz budowy funkcjonowała dwukierunkowa utwardzona droga tymczasowa biegnąca wokół obiektu. Istotnym jej elementem były cztery pola rozładunkowe znajdujące się w obszarze roboczym żurawi, stanowiące punkt przyjęcia materiałów na budowę. W ramach komunikacji z otoczeniem funkcjonowały trzy bramy wjazdowo-wyjazdowe.

Poza drogami istotne znaczenie miało także zaplecze administracyjne i socjalno-bytowe przeznaczone dla pracowników budowy. Przewidziano je w postaci

obiektów kontenerowych w następujących ilościach, odnoszących się do okresów o największym poziomie zatrudnienia: zaplecze biurowe – do 76 kontenerów; zaplecze socjalne – do 175 kontenerów; magazyny – do 20 kontenerów. Duża liczba obiektów i zajmowana przez nie powierzchnia, wymusiły potrzebę montowania ich w zestawach piętrowych. Łączna powierzchnia zaplecza, wraz z pozostałymi jego elementami, wyniosła około 3,7 tys. m².

Nie bez znaczenia pozostało również zaopatrzenie budowy w niezbędne media. W tym zakresie na placu budowy rozprowadzono następujące instalacje: wodociągową z PE 90 i 65 mm, z sześcioma punktami poboru wody i dwoma hydrantami; kanalizacyjną z PVC 160 oraz PE 75 mm; elektryczną z dwoma głównymi stacjami poboru energii o mocy 500 kW każda oraz czterdziestoma ośmioma rozdzielniami budowlanymi.

W poprzednim rozdziale zasygnalizowano utrudnienia wynikające ze stopnia skomplikowania technologiczności obiektu. Takie pojawiały się również w trakcie budowy Galerii Malta. Najwięcej z nich wiązało się z wykonywaniem robót w obrębie otwartych przestrzeni zwieńczonych w poziomie dachu owalnymi świetlikami. Rozwiązania architektoniczne wymusiły specyficzny sposób wykonywania robót żelbetowych. Urządzenia formujące elementy płytowe i belkowe kolejnych kondygnacji musiały być opierane na najniższym poziomie konstrukcji. Ostatecznie wykonanie najwyższych partii wymagało zastosowania elementów podporowych o wysokości do 18 m. Utrudnienia pojawiły się także w fazie wykończenia, kiedy na wysokości ponad 18 m należało zmontować, a następnie przeszklić pochyloną konstrukcję eliptycznego świetlika, którego dłuższa średnica mierzy około 19 m. Dla potrzeb zrealizowania robót wystąpiła konieczność ustawienia skomplikowanego układu rusztowań o odpowiedniej, znacznej wysokości, sztywności i powierzchni rzutu poziomego.

Przechodząc do zagadnień związanych z czynnikami organizacyjnymi, warto zaznaczyć, że na budowie Galerii Malta zastosowano rozwiązania opracowane specjalnie dla tego typu obiektów. Wobec wyjątkowo dużego zakresu robót zrezygnowano z tradycyjnego podejścia do realizacji na rzecz zastosowania dwóch podziałów organizacyjnych. Dla potrzeb wykonania stanu surowego obiektu, podzielony on został na niezależne konstrukcyjnie cztery segmenty. Stanowiły one niejako cztery oddzielne budowy, a zarazem cztery oddzielne obszary odpowiedzialności poszczególnych Kierowników. Segmenty wznoszone były równolegle, co rodziło wiele oddziaływań organizacyjnych między zespołami i wymagało stosowania odpowiednich działań koordynacyjnych. Natomiast dla robót wykończeniowych zrezygnowano z podziału na niezależne części, przechodząc na system wykonywania robót według ich asortymentów. W praktyce poszczególni inżynierowie wcześniej przydzieleni do określonych segmentów, w późniejszej fazie obejmowali nadzór nad robotami wykończeniowymi konkretnej branży, już na obszarze całego obiektu. Pozwoliło to na osiągnięcie przez

członków kadry dużego poziomu specjalizacji w obrębie konkretnej technologii, co tym samym oznaczało znaczne usprawnienie procesu nadzoru nad jakością wykonywanych prac.

Na uwagę zasługuje także struktura organizacyjna omawianej budowy. Na najwyższym jej poziomie znajdowali się Dyrektor Budowy i Kierownik Kontraktu, a na równi z nimi jednostki reprezentujące interesy Inwestora. Niżej znajdowali się zastępcy Kierownika Kontraktu odpowiedzialni oddzielnie za: nadzór techniczny nad obiektami Galerii, koordynację branżową oraz nadzór techniczny nad infrastrukturą zewnętrzną. Na tym poziomie organizacji działały także: biuro techniczne, jednostki wewnętrzne Generalnego Wykonawcy oraz obsługa projektu. Nie ulega jednak wątpliwości, że kluczową rolę w wykonaniu robót odegrał pion nadzoru technicznego, tworzony przez kierowników segmentów, kierowników robót, majstrów i inżynierów budowy, a także inspektorów bhp, obsługę geodezyjną oraz nadzór geotechniczny.

Bardzo istotną rolę wśród zagadnień organizacyjnych pełniła kwestia koordynacji robót prowadzonych przez różnych podwykonawców. Łączna liczba podmiotów dla robót stanu surowego i wykończeniowego Galerii wynosiła 69. Wobec tego sprawy takie jak udostępnianie i przekazywanie frontów robót, korzystanie z zaplecza budowy, odbiory, rozliczenia, przybierały znacznie na swej wadze.

Problem koordynacji nabiera szczególnego znaczenia w końcowej fazie realizacji (Rutkowski, 2009). Następuje wtedy finalne wykończenie pomieszczeń Najemców, leżące w ich gestii, wykonywane przez ich brygady, według indywidualnych aranżacji. Jak wspomniano wcześniej, na okres ten przypadał maksymalny poziom zatrudnienia, a jednocześnie bardzo duża kumulacja pozostałych czynników produkcji. Głównym miejscem generowania utrudnień była wówczas linia rozdziału pomiędzy powierzchnią najmu, a przestrzenią ogólną. Stanowiły one dwie odrębne strefy odpowiedzialności finansowej i jakościowej, z których jedna była bezpośrednio zależna od drugiej.

W nawiązaniu do przedstawionych problemów wprowadzono wytyczne, będące składowymi dokumentacji realizacyjnej: plany rozmieszczenia tymczasowych sanitariatów, punktów poboru wody i stanowisk dla mycia narzędzi; plany rozmieszczenia budowlano-technicznych rozdzielni prądu; plany ewakuacji z budynku i terenu budowy; plany organizacji dostępu ekip na poszczególne poziomy budynku; plan segregacji odpadów; plan organizacji ruchu i dostaw materiałów na terenie budowy, ze wskazaniem miejsc rozładunku oraz sposobu transportu pionowego.

W związku ze specyficznymi warunkami realizacji, należy także zwrócić szczególną uwagę na zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy. Na zainteresowanie zasługuje zwłaszcza postawa Inwestora, dla którego redukcja zagrożeń i wypadków było jednym z głównych priorytetów. Swego rodzaju nowością na krajowym rynku wykonawstwa był fakt, że poza Służbą BHP działającą w ramach struktur

Generalnego Wykonawcy, swoje kompetencje realizował także niezależny specjalista zatrudniony przez Inwestora. Ciągła kontrola przestrzegania przepisów i usuwania wszelkich niezgodności rozszerzona została o cotygodniowe, komisyjne przeglądy budowy.

6. Podsumowanie

Dziworska (2007), stwierdza, iż „współczesne obiekty handlowe podlegają stałemu rozwojowi i są inwestycjami wielopodmiotowymi. Przy ich realizacji pojawiają się uwarunkowania wynikające z różnych dziedzin. Wymierny zysk dla inwestora, a także podniesienie jakości życia użytkowników mogą zostać osiągnięte tylko wskutek całościowego, wielodzielnicowego podejścia.”

Przedstawione, wybrane elementy realizacji Galerii Malta w Poznaniu potwierdzają specyficzny charakter procesów związanych z tworzeniem centrów handlowych. Dotyczy to nie tylko lokalizacji tych obiektów, uwarunkowań powierzchniowych, ale także specyficznych rozwiązań projektowo-konstrukcyjnych, zapotrzebowania na czynniki produkcji oraz wymagań natury organizacyjnej, w tym również związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy.

Literatura

Pracownia architektoniczna Ewy i Stanisława Sipińskich Sp. z o. o. (2005). Projekt budowlany obiektu rekreacyjno-handlowo-usługowego oraz parkingu kubaturowego wielopoziomowego - Galeria Malta. Poznań, 4-22.

- Dziworska K. (2007). Strategie inwestowania w nieruchomości. *Urbanista*, Warszawa, 106-116.
- Jaworski K. M. (2008). Podstawy organizacji budowy. PWN, Warszawa, 94.
- Parczewski W., Tauszyński K. (2005). Projektowanie obiektów użyteczności publicznej. *WSiP*, 71-84.
- Portal Gazetaprawna.pl (2010). Znowu ruszają budowy galerii handlowych. 26.11.2010 r.
- Rutkowski M. (2009). Wybrane problemy realizacji centrów handlowo-rozrywkowych na przykładzie budowy „Galerii Malta” w Poznaniu. Praca magisterska, *Politechnika Poznańska*, 101-102.
- Zamojski J. (2008). Rynek zarządzania nieruchomościami. Centra handlowe. *VIII Kongres PFSZN*, Wrocław.

ISSUES OF THE SHOPPING AND ENTERTAINMENT CENTRE REALISATION ON THE EXAMPLE OF THE GALERIA MALTA IN POZNAN

Abstract: The general characteristics of shopping and entertainment centres was presented. Then based on the specific features of implementation of this kind of objects were done. Phase before implementation with particular emphasis on location, as well as the implementation phase of the object containing the most problems what is obvious were distinguish. However, most space of the paper is devoted to the discussion of issues of the construction of the exemplary investment. It is the Galeria Malta in Poznan.

Autorzy składają podziękowanie panu Władysławowi Grześkowiakowi z firmy Hochtief Polska, który pełnił funkcję Kierownika Kontraktu na budowie Galeria Malta w Poznaniu - za udostępnienie cennych i niezbędnych dla powstania referatu informacji

UWZGLĘDNIENIE RYZYKA W OCENIE CZASU W OFERCIE REWITALIZACJI OBIEKTU ZABYTKOWEGO

Anna SOBOTKA^{a*}, Paweł JASIAK^b

^a Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

^b SAMSON Sp. z o.o., ul. Spokojna 22, Tarnów

Streszczenie: Planowanie rewitalizacji obiektów zabytkowych obarczone jest dużym ryzykiem w ocenie czasu i kosztów wykonania. Jest to szczególnie uciążliwe w inwestycjach realizowanych ze środków publicznych. W artykule przedstawiono analizę oceny czasu realizowanej w Krakowie rewitalizacji obiektu zabytkowego. Do szacowania czasu procesów oraz oceny prawdopodobieństwa dotrzymania terminu realizacji inwestycji zastosowano znaną powszechnie, lecz rzadko stosowaną w praktyce, metodę PERT. Obserwacja trwającej realizacji budowy pozwala porównać wyniki planowania z rzeczywistym przebiegiem robót budowlanych i uzasadnia celowość stosowania modeli uwzględniających warunki niepewności i ryzyka, za pomocą których dokładnie i trafnie można przewidzieć czas budowy.

Słowa kluczowe: obiekty zabytkowe, rewitalizacja, czas trwania, ryzyko.

1. Wstęp

Obiekty zabytkowe zwykle stanowią własność publiczną i ich remonty zlecane są do wykonania w trybie przetargowym według Prawa Zamówień Publicznych – PZP, gdzie dominuje przetarg nieograniczony – w 2009 roku zastosowano go w ponad 68% zamówień (Urząd Zamówień Publicznych, 2010)). Wprawdzie podstawą wyboru oferty według PZP jest bilans ceny i innych kryteriów odnoszących się do przedmiotu zamówienia lub tylko cena, to czas wykonania zlecenia, zapisany ostatecznie w umowie pomiędzy zlecającym a wykonawcą, musi być z wielką uwagą określony. Tym bardziej, że rynek zamówień publicznych jest często głównym rynkiem dla wielu przedsiębiorców (wartość zamówień publicznych wzrasta: w roku 2000 – 23 mld zł, w 2004 – 68,1 mld, a w 2009 – 126,7 mld zł).

Ocena czasu i kosztów wykonywania robót budowlanych przy rewitalizacji obiektu zabytkowego w większym stopniu niż budowa nowego obiektu obarczona jest dużym ryzykiem. Wymaga ona uwzględnienia okoliczności/czynników, które stanowią tak zwane źródła ryzyka i są przyczyną popełnienia błędów w ich ocenie i w konsekwencji w planowaniu. Obserwuje się rozwój zaawansowanych metod do oceny ryzyka w realizacji przedsięwzięcia budowlanego (Skorupka, 2006; Koper i Marcinkowski, 2007; Hastak i Shaked, 2000; Kristowski, 2002). Metodą

uwzględniającą ryzyko w ocenie czasu jest także przykładowa metoda PERT. Jest znana w środowisku inżynierów budownictwa (podstawy teoretyczne przekazywane są na studiach) i rozpowszechniona w narzędziach do planowania przedsięwzięć.

W artykule przedstawiono analizę oceny czasu realizowanej w Krakowie rewitalizacji obiektu zabytkowego. Do szacowania czasu procesów oraz oceny prawdopodobieństwa dotrzymania terminu realizacji inwestycji zastosowano metodę PERT. Jej wykorzystanie umożliwia prawie wszystkie profesjonalne systemy komputerowe do planowania przedsięwzięć budowlanych (np. Planista). Artykuł powstał na podstawie obserwacji budowy podczas wykonywania pracy magisterskiej autora.

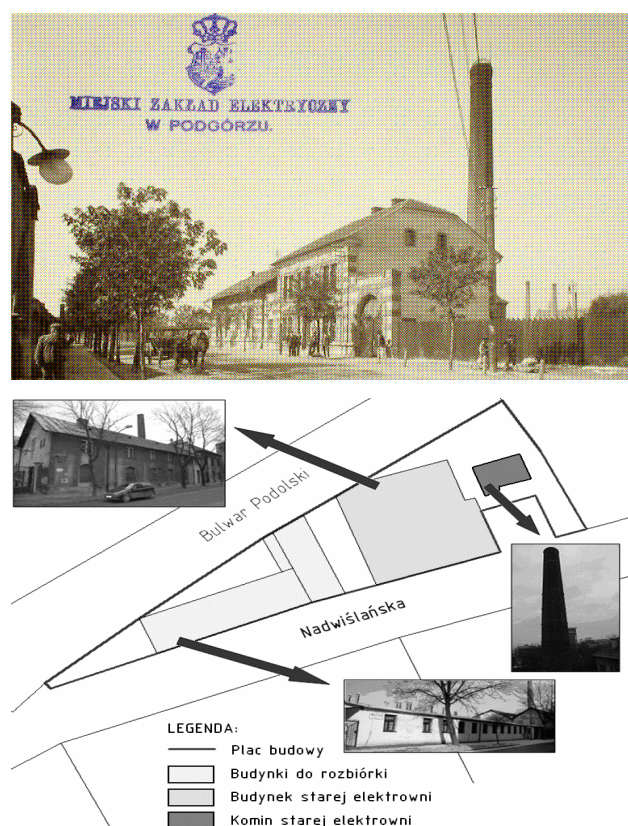
2. Przykład planowania budowy z uwzględnieniem ryzyka

2.1. Opis planowanej inwestycji i przygotowywanej oferty

Przedmiotem badań jest analiza planowanego czasu i przebiegu budowy Muzeum Tadeusza Kantora i siedziby Ośrodka Dokumentacji Sztuki Tadeusza Kantora CRICOTEKA przy ul. Nadwiślańskiej 2-4 w Krakowie (rys. 1a), kompleksu obiektów wykorzystującego zespół

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: sobotka@agh.edu.pl

budynków starej elektrowni, wybudowanej w latach 1899÷1900 w dzielnicy Podgórze (rys. 1b).



Rys. 1. a) Fotografia elektrowni w mieście Podgórze, b) Plan budowy z zaznaczonymi budynkami do rozbiórki i budynkami przeznaczonymi do rewitalizacji. Źródło: opracowanie własne na podstawie (Ośrodek dokumentacji Sztuki..., 2010)

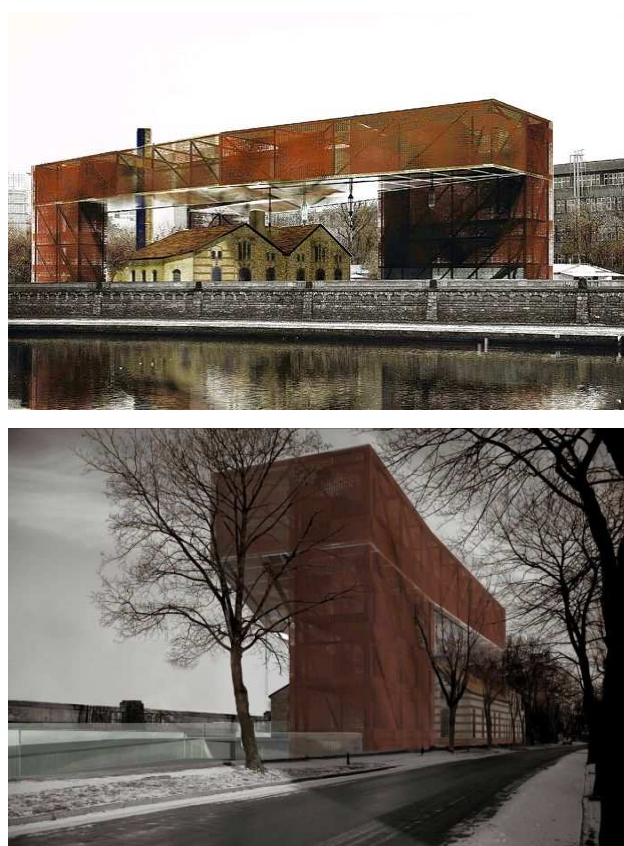
Projekt budowy obejmuje (Ośrodek dokumentacji Sztuki..., 2010):

- likwidację obiektów przeznaczonych do rozbiórki (dwóch budynków jednokondygnacyjnych, oraz przybudówkę przy istniejącej kotłowni z kominem do ponownego odtworzenia);
- przebudowę (rewitalizację) zespołu budynków istniejących starej elektrowni;
- budowę budynku muzeum 5 kondygnacyjnego z dwoma kondygnacjami użytkowymi;
- nadziemnymi i trzonami komunikacyjnymi – stanowiącymi konstrukcję wsporczą, oraz jedną kondygnację podziemną otwartą od zachodu;
- zagospodarowanie terenu wokół budynku do granicy działki inwestora.

Ostateczny wygląd budynku muzeum Tadeusza Kantora i siedziby Ośrodka Dokumentacji Sztuki Tadeusza Kantora „Cricoteka” przedstawiony jest na rysunku 2.

Istniejący budynek elektrowni jest podzielony na dwie części, na część od strony ul. Nadwiślańskiej i halę kotłową. Część podziemną stanowi jedna kondygnacja, która jest wykonana na płycie żelbetowej monolitycznej na izolacji z maty bentonitowej. Ściana od strony Wisły kotwiona jest mikropalami (zabezpieczenie przed wyporem wody). Ściany zewnętrzne zaprojektowano

żelbetowe monolityczne a strop jako żelbetowa monolityczna płyta dostosowana do rozładunku samochodami ciężarowymi przywożącymi eksponaty i dekoracje. Forma budynku elektrowni nie ulegnie zmianie.



Rys. 2. Koncepcja architektoniczna wykonania kompleksu Muzeum Tadeusza Kantora i siedziby Ośrodka Dokumentacji Sztuki Tadeusza Kantora CRICOTEKA (Ośrodek Dokumentacji Sztuki, 2010)

Konstrukcję nośną budynku muzeum stanowi galeria w formie dwóch przenikających się przęseł zbudowanych z przestrzennych stalowych kratownic, opartych na dwóch trzonach komunikacyjnych. Trzecią podporą budynku jest stalowa dwugłęziowa podpora wahaczowa, oparta na fundamencie w formie oczepu żelbetowego podpartego mikropalami. Trzony komunikacyjne zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne, posadowione na palach CFA.

2.2. Realizacja budowy z uwzględnieniem warunków losowych

Uwzględnienie ryzyka w ocenie czasu sprowadza się do zastosowania modelu i metody PERT (ang. *Program Evaluation and Review Technique* – technika oceny i kontroli przedsięwzięcia), w którym czas wykonania robót przyjmuje się jako zmienną losową o rozkładzie b (Jaworski, 2009). Zakłada się, że przyjmowane w przykładzie oceny czasu uwzględniają czynniki ryzyka i ich wartości charakterystyczne dla analizowanego przykładu. Każdemu procesowi przypisuje się trzy oceny

czasu: optymistyczny, pesymistyczny i najbardziej prawdopodobny (Jasiak, 2010)

$$t_a = t_m - a \cdot t_m \quad \text{oraz} \quad t_b = t_m + b \cdot t_m, \quad (1)$$

gdzie: $a = \{0,1, 0,2, 0,3, 0,4\}$, $b = \{0,1, 0,2, 0,3,0,4\}$. Kombinacje wartości a i b tworzą poszczególne, warianty, zestawione w tabeli 1.

Wariant I jest wariantem sprawdzającym metodę, mający na celu sprawdzenie poprawności wzorów, oraz jako wariant realizacji wykonanej zgodnie z założonym harmonogramem. Na podstawie danych wyjściowych otrzymanych z harmonogramu inwestycji, oraz założeń, jakie zostały postawione w każdym z 11 wariantów, zostały obliczone niezbędne parametry, zestawione w tabeli 1.

Najbardziej prawdopodobne założenie odnośnie scenariusza realizacji budowy i czasu jej trwania wydają się mieć warianty od II do V, które zakładają dla czasu optymistycznego 10% przyspieszenie realizacji poszczególnych czynności $i-j$, co wydaje się racjonalnym założeniem przy robotach remontowych. Doświadczenia wskazują, że bardziej należy spodziewać się opóźnień w stosunku do planowanego czasu trwania prac. Dla czasu pesymistycznego przyjęto opóźnienie czasu realizacji poszczególnych czynności $i-j$ na poziomie od 10-40%. W przypadku trudnych i dużych inwestycji, jakich przykładem może być budowa obiektów CRICOTEKI, przyjęcie czasu pesymistycznego na poziomie 40% (wariant V) większego niż otrzymanego z nakładów robocizny, jest jak najbardziej uzasadnione. Przemawiają za tym, np. niezbyt dokładne rozpoznanie stanu technicznego obiektów, trudne warunki wodno-gruntowe,

bliskość Wisły, złożoność projektowanych ustrojów konstrukcyjnych, itd.

Prawdopodobieństwo realizacji inwestycji dla wariantu V w czasie 505 dni wynosi 0,002, a więc bardzo niewielkie. Natomiast czas oczekiwany ukończenia prac budowlanych dla danego wariantu z prawdopodobieństwem 0,5 wynosi 530 dni. Zwiększenie prawdopodobieństwa realizacji danego zakresu prac do 0,9, wiąże się z dalszym wzrostem czasu trwania budowy i według obliczeń wynosi 542 dni i taki czas budowy uwzględnia czynniki ryzyka w ocenach czasu poszczególnych robót budowlanych i całej budowy rewitalizacji analizowanego obiektu zabytkowego.

2.3. Analiza przebiegu rzeczywistej realizacji inwestycji

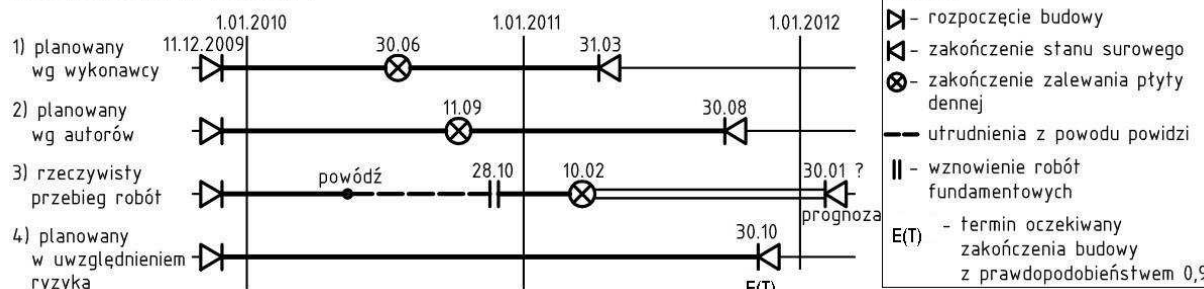
Budowa CRICOTEKI realizowana jest ze znacznym opóźnieniem w stosunku do planowanych terminów. Na placu budowy podczas wykonywania inwentaryzacji wałów wiślanych, znaleziono studnię, która nie była ujęta na żadnej mapie. Spowodowało to przerwanie prac na okres dwu tygodni - inwestor oraz konserwator zabytków podjęli decyzję o rozebraniu istniejącej studni. Konieczne też okazały się roboty dodatkowe wynikające z braku rzetelnej inwentaryzacji obiektu. Znaczne opóźnienie całej budowy spowodowała majowa powódź. Wysoki poziom wody gruntowej spowodowany powodzią sprawił spowolnienie postępu robót na budowie i przerwę w robotach fundamentowych palowych aż do września. W czerwcu 2010r. wykonawca robót budowlanych, określił opóźnienia w realizacji inwestycji na około 2-3 miesiące (w rzeczywistości opóźnienia są większe).

Tab. 1. Wyniki obliczeń prawdopodobieństwa realizacji inwestycji dla 11 wariantów

WARIANT	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Czasy optymistyczne [%]	1	10	10	10	10	20	20	20	30	30	40
Czasy pesymistyczne [%]	1	10	20	30	40	20	30	40	30	40	40
$t_{a,D.K.}$ [dni]	499,39	454,50	454,50	454,50	454,50	404,00	404,00	404,00	353,50	353,50	303,00
$t_{m,D.K.}$ [dni]	505,00	505,00	505,00	505,00	505,00	505,00	505,00	505,00	505,00	505,00	505,00
$t_{b,D.K.}$ [dni]	510,61	555,50	606,00	656,50	707,00	606,00	656,50	707,00	656,50	707,00	707,00
$E(T)$ [dni]	505	505	505	505	505	505	505	505	505	505	505
$E(T)_{D.K.}$ [dni]	505,00	505,00	513,42	521,83	530,25	505,00	513,42	521,83	505,00	513,42	505,00
$\sigma(T)_{D.K.}$ [dni]	0,39	3,57	5,362	7,15	8,94	7,15	8,94	10,72	10,72	12,52	14,30
$P(E(T))$	0,50	0,5	0,058	0,009	0,002	0,0	0,173	0,058	0,0	0,25	0,0
$E(T)_{0,5}$ [dni]	505,00	505,00	513,42	521,83	530,25	505,00	513,42	521,83	505,00	513,42	505,00
$E(T)_{0,9}$ [dni]	505,46	509,59	518,75	531,00	541,71	514,17	535,59	535,58	518,75	524,87	523,33

Oznaczenia: $t_{a,D.K.}$ - czas optymistyczny dla drogi krytycznej harmonogramu, [dni], $t_{m,D.K.}$ - czas najbardziej prawdopodobny dla drogi krytycznej harmonogramu, [dni], $t_{b,D.K.}$ - czas pesymistyczny dla drogi krytycznej harmonogramu, [dni], $E(T)$ - czas średni (oczekiwany), czynności $i-j$, [dni], $E(T)_{D.K.}$ - czas średni (oczekiwany), dla drogi krytycznej harmonogramu, [dni], T_{ij}^{op} - najwcześniejszy termin rozpoczęcia czynności $i-j$, T_{ij}^{lp} - najwcześniejszy termin zakończenia czynności $i-j$, T_{ij}^{ok} - najpóźniejszy termin rozpoczęcia czynności $i-j$, T_{ij}^{lk} - najpóźniejszy termin rozpoczęcia czynności $i-j$, Z_c - zapas czasu, [dni], $\sigma(T)^2$ - wariancje czynności $i-j$, $\sigma(T)_{D.K.}$ - odchylenie standardowe drogi krytycznej, $P(E(T))$ - prawdopodobieństwo realizacji inwestycji dla czasu oczekiwanego, $E(T)_{0,5}$ - czas oczekiwany dla prawdopodobieństwa realizacji inwestycji 0,5, [dni], $E(T)_{0,9}$ - czas oczekiwany dla prawdopodobieństwa realizacji inwestycji 0,90 [dni],

HARMONOGRAM BUDOWY



Rys. 3. Planowany i rzeczywisty czas wykonania stanu surowego obiektów CRICOTEKI

Rysunek 3 przedstawia porównanie czasu wykonania robót stanu surowego obiektów inwestycji: planowanego przez wykonawcę, planowanego w sposób deterministyczny przez autorów artykułu, planowanego z uwzględnieniem losowego czasu trwania procesów budowlanych z wykorzystaniem metody PERT z rzeczywistym przebiegiem wykonania budowy. Wykonawca na etapie przygotowania inwestycji (ofertowania) zbyt optymistycznie przewidywał czas wykonania budowy (nawet w stosunku do oszacowań na podstawie norm z KNR, które przyjęto w harmonogramie autorów).

Oszacowany termin ukończenia robót stanu surowego z prawdopodobieństwem 0,9 (30.10.2011r.) jest najbliższy prognozowanemu na podstawie stanu rzeczywistego postępu robót w lutym 2011 roku terminowi, to jest 30.01.2012r. Istniejącą rozbieżność należy tłumaczyć wyjątkowymi warunkami (powódź) opóźniającymi budowę. Wydłużenie czasu realizacji budowy spowodowało wzrost kosztów.

3. Podsumowanie i wnioski

Praktyka wskazuje że szacowanie czasu i kosztu realizacji przedsięwzięć jest często nietrafne i sprawia kłopoty w zarządzaniu przedsięwzięciami budowlanymi. Zwłaszcza te problemy występują podczas przedsięwzięć budowlanych polegających remontach, rozbudowie, rewitalizacji itd. obiektów starych, zabytkowych. Podczas ich realizacji występuje wiele innych dodatkowych, niż przy nowych inwestycjach, czynników niepewności i ryzyka zwłaszcza z powodu niedokładnej inwentaryzacji i z niedostatecznego rozpoznania stanu technicznego obiektów. W analizowanym przypadku opóźnienia budowy dodatkowo spowodowała powódź i z jej powodu podniesiony stan wód gruntowych utrudniający prace fundamentowe. To oczywiście wyjątkowe okoliczności. Jednakże warunki realizacji robót budowlanych zwłaszcza w obiektach zabytkowych sprawiają, że ustalony na etapie przedrealizacyjnym termin i koszt budowy obarczony jest dużym ryzykiem niedotrzymania. Dlatego też inwestor i wykonawca powinni planując budowę posługiwać się metodami, które pozwalają określić czas i tym samym koszt realizacji, z dużym prawdopodobieństwem. Zastosowanie nawet znanej od lat metody PERT pozwala

lepiej, trafniej przewidzieć czas budowy, jak to ma miejsce w analizowanym przykładzie.

Literatura

- Hastak M., Shaked A. (2000). ICRAM-1: Model for international construction risk assessment. *Journal of Management in Engineering*, Vol. 16, No. 1, 59-69.
- Jasiak P. (2010). *Opracowanie oferty przetargowej z uwzględnieniem warunków losowych realizacji przedsięwzięć budowlanych*. Praca magisterska pod kierunkiem A. Sobotki, AGH, Kraków.
- Jaworski K. M. (2009). *Metodologia projektowania realizacji budowy*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kristowski A. (2002). *Modelowanie niepewności w harmonogramowaniu budowy podpor mostów składanych*. Praca doktorska. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa.
- Koper A., Marcinkowski R. (2007). *Ryzyko w planowaniu przedsięwzięć budowlanych*. W: Problemy przygotowania i realizacji inwestycji budowlanych. Warsztaty inżynierów budowlanych, Wydawnictwo WACETOB, Puławy, 239-246.
- Ośrodek Dokumentacji Sztuki Tadeusza Kantora „Cricoteka”. *Dokumentacja projektowa inwestycji*. Kraków 2010.
- Skorupka D. (2006). *Metoda zintegrowanej oceny ryzyka realizacji inwestycji budowlanych*. *Wiadomości Projektanta Budownictwa*, 2/2006.
- Urząd Zamówień Publicznych (2010). *Sprawozdanie z funkcjonowania systemu zamówień publicznych w 2009 roku*. Warszawa.

THE RISKS CONSIDERATION IN THE TIME ASSESSMENT IN OFFER FOR HISTORIC BUILDING REVITALIZATION

Abstract: There is a high risk in the assessment of costs and performance during of planning for the historic building revitalization. This is particularly troublesome in investments made with public funds. The paper presents an analysis of the evaluation time of the historic building revitalization taking place in Krakow. To estimate the time of processes and assess the likelihood of keeping the term of the investment – the PERT method is used, commonly known but seldom used in practice. Observation of the ongoing execution of the construction allows to compare the results with the actual planning of construction works and justifies the use of models that reflect the uncertainty and risk, allowing for more accurately prediction of construction time.

KONCEPCJA ZASTOSOWANIA METODY ZARZĄDZANIA ŁAŃCUCHEM DOSTAW W PROCESIE INWESTYCYJNYM W BUDOWNICTWIE

Anna SOBOTKA, Daniel WAŁACH*

Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Streszczenie: Zastosowanie nowoczesnych metod zarządzania pozwala na podniesienie efektywności działalności budowlanej. Jedną z nich jest zarządzanie łańcuchem dostaw – SCM (*Supply Chain Management*). SCM może być postrzegane jako filozofia zarządzania przepływami w ramach całego procesu biznesowego – zorientowana na zaspokojenie potrzeb klienta, kooperację i maksymalizację zysków każdej organizacji w łańcuchu lub sieci wielu biznesów i związków. W artykule dokonano analizy rozwoju znaczenia i roli łańcuchów dostaw. Zwrócono uwagę na zastosowanie rozwiązań koncepcji SCM w procesie rozwoju produktu, jakim jest efekt końcowy przedsięwzięcia budowlanego – obiekt lub obiekty a dokładniej – usługi realizowane w oparciu o wykonane obiekty. Omówiono zastosowania rozwiązań innowacyjnych w tzw. procesie „dostarczania produktu/projektu” na przykładzie budownictwa drogowego.

Słowa kluczowe: zarządzanie łańcuchem dostaw, rozwój produktu, przedsięwzięcie budowlane, innowacje.

1. Wstęp

Podobnie jak w przemyśle, także w budownictwie zmienia się podejście do zarządzania łańcuchem dostaw (ang. *Supply Chain Management* – SCM) z koncepcji dotyczącej obszaru logistyki – przepływów zasobów materialnych, na całość działań wszystkich organizacji biorących udział w realizacji przedsięwzięcia (Vrijhoef i Koskela, 1999; Sobotka i Jaśkowski, 2009). Elementami łańcucha dostaw są nie tylko dostawcy i odbiorcy zasobów, pośrednicy i ich działalność, ale też wszelkie inne działania i relacje związane z pozyskiwaniem zasobów, ich konwersją i zbytem gotowych produktów, uwzględniając wszystkie etapy procesu produkcyjnego a w budownictwie – budowlanego cyklu inwestycyjnego. Podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych bierze udział wielu różnych uczestników, których łączą relacje o różnym charakterze, a także zbiega się wiele łańcuchów logistycznych, których celem jest zaopatrzenie placu budowy w zasoby fizyczne (surowce, wyroby, urządzenia, energię itd.), informacyjne i finansowe. Efektem końcowym tych działań jest obiekt budowlany lub raczej usługi świadczone w oparciu o wybudowane obiekty. W dużym skrócie można określić, że zarządzanie łańcuchami jako koncepcja w zastosowaniu do budownictwa obejmuje zarządzanie łańcuchami dostarczania produktu, to jest wykonania przedsięwzięcia /projektu budowlanego (ang. *project supply chains*;

w przemyśle – *product supply chains* (O'Brien i in., 2009). Wykonanie produktu, zwłaszcza takiego jakim jest realizacja przedsięwzięcia/projektu budowlanego jest związane z procesem rozwoju produktu (ang. *process development product* – PDP), w którym koncepcja SCM ze swoimi rozwiązaniami ma ważną rolę do spełnienia (Koskela, 2000). Omówienie takiego podejścia do koncepcji SCM w zastosowaniu do budownictwa jest przedmiotem rozważań w tym artykule.

2. Zarządzanie łańcuchem dostaw jako koncepcja dostarczania produktu

Termin „łańcuch dostaw” (ang. *Supply Chain* – SC) odnosi się do serii współzależnych działalności lub procesów (czasami sekwencyjnych a czasami równoległych) realizowanych przez organizacje jak również przepływów pomiędzy nimi, wspomaganych infrastrukturą (ludźmi, urządzeniami, budynkami, oprogramowaniem/software, itd.). Te przepływy wyrażają obecny lub przyszły popyt na zasoby (surowce, wyroby) i zaspakajające go dostawy (zasobów, to jest: wyrobów, informacji, pieniędzy i pracowników).

Analizując literaturę przedmiotu, można zauważyć różne etapy w rozwoju znaczenia, koncepcji i zastosowań wyrosłych na bazie łańcuchów dostaw i ich roli. W etapie I – łańcuch dostaw, zwany też łańcuchem logistycznym,

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: sobotka@agh.edu.pl

rozumiany był przede wszystkim jako współzależne ogniwa (organizacje), których celem jest umożliwienie przepływów dóbr fizycznych, informacji i kapitału od źródeł ich pozyskiwania, poprzez przetwarzanie i dostarczanie gotowych produktów klientom.

Etap II – oprócz prostych łańcuchów dostaw, w których przeważają relacje „jeden do jednego”, wyróżnia się w bardziej skomplikowanych organizacjach sieciowe łańcuchy dostaw (ang. *supply chain networks*), w których każde ogniwo może być połączone z kilkoma dostawcami i odbiorcami. Prowadzi to do powstawania sieci dostaw (ang. *supply network*). W sieciach dostaw przedsiębiorstwa uczestniczą w więcej niż jednym łańcuchu dostaw.

Przyjęty termin zarządzanie łańcuchami dostaw (ang. *Supply Chain Management – SCM*) oznacza zarządzanie przepływami fizycznymi wyrobów i usług, informacji i pieniędzy pomiędzy działalnościami lub etapami procesu, który przedsiębiorstwa realizują, podczas wykonywania usług dla klientów jako cel (tj. dostarczyć właściwy produkt, we właściwych ilościach, we właściwe miejsce, o właściwym czasie, koszcie, o właściwej cenie, we właściwym stanie/jakości). Głównym celem zarządzania łańcuchami dostaw może być:

- maksymalizacja ogólnej wartości łańcucha dostaw,
- maksymalizacja rentowności łańcucha dostaw,
- satysfakcja klienta,
- efektywne zarządzanie produkcją, finansami/kosztami i informacją.

Synchronizacja przepływów pomiędzy poszczególnymi przedsiębiorstwami ogniwami łańcucha/sieci dostaw wymaga zastosowania odpowiednich metod i narzędzi zarządzania.

Metoda SCM ma także na celu osiągnięcie ścisłej współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami tzw. ogniwami łańcucha, dzięki integracji i koordynacji procesów przepływu zasobów (fizycznych i informacyjnych oraz finansowych), wysokiej efektywności poszczególnych przedsiębiorstw, jak i optymalizacji wartości dodanej we wszystkich ogniwach łańcucha do oczekiwanego przez klienta produktu. Rozciągnięcie tej filozofii na wszystkie obszary funkcjonalne współpracujących przedsiębiorstw pozwoliło na zdefiniowanie jeszcze innego podejścia do łańcucha dostaw, które wyraża definicja Komitetu Technicznego Europejskiego Komitetu Normalizacji (European Committee, 1997). Według definicji: „*łańcuch dostaw stanowi sekwencję procesów wnoszących wartość dodaną do produktu w trakcie jego przepływu i przetwarzania, od oryginalnego źródła przez wszystkie formy pośrednie aż do postaci zgodnej z życzeniem klienta końcowego*”.

SCM jako metoda zarządzania wciąż rozwija się i przykładowo Witkowski (2003) przekonuje, że „istotą współczesnego zarządzania łańcuchami dostaw (SCM) jest proces decyzyjny związany z synchronizowaniem fizycznych, informacyjnych i finansowych strumieni popytu i podaży przepływających między jego

uczestnikami w celu osiągnięcia przez nich przewagi konkurencyjnej i tworzenia wartości dodanej z korzyścią dla wszystkich jego ogniw, klientów oraz pozostałych interesariuszy”.

SCM może być więc postrzegane jako filozofia zarządzania przepływami w ramach całego procesu biznesowego – zorientowana na zaspokojenie potrzeb klienta, kooperację i maksymalizację zysków każdej organizacji w łańcuchu lub sieci wielu biznesów i związków. Rozumując w ten sposób, SCM ma zastosowanie w realizacji projektów/przedsięwzięć kapitałowych (ang. *project supply chains*) tak jak w innych przemysłach w dostarczaniu/wytwarzaniu wyrobów lub usług (ang. *product supply chains*).

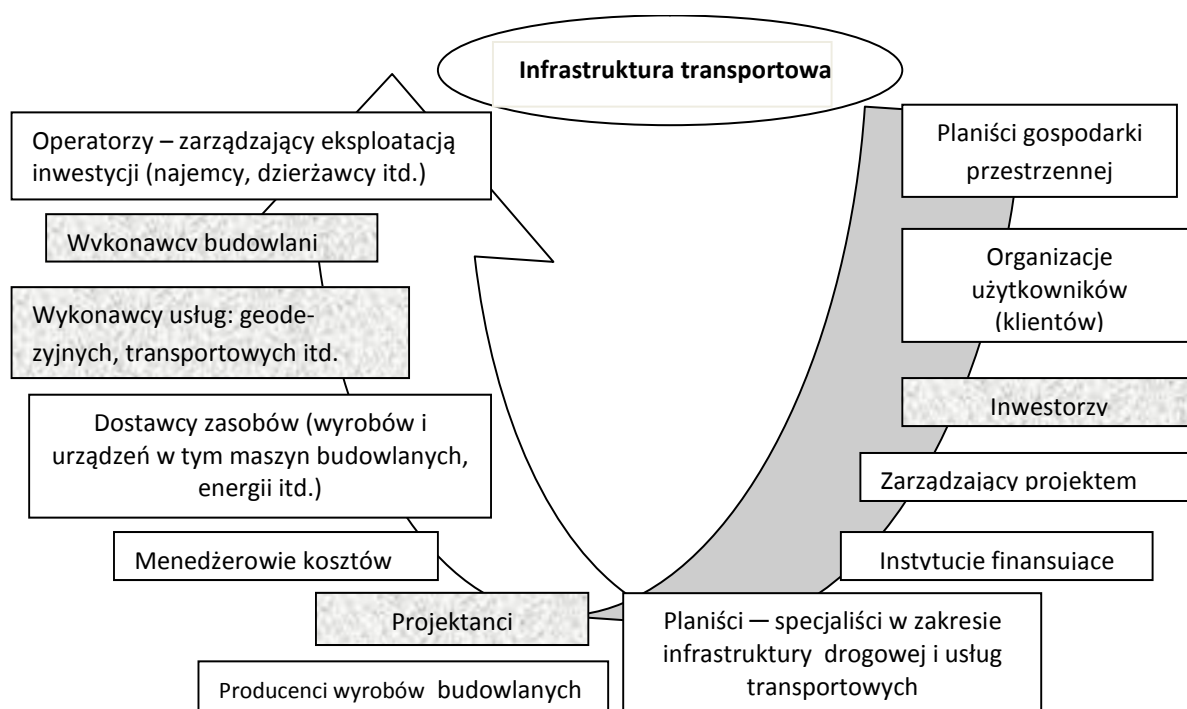
Proces rozwoju projektu (lub produktu, ang. *Process Development Product – PDP*), którego ostatecznym efektem jest wyrób lub usługa, obejmujący etapy od identyfikacji potrzeb i szans rynkowych oraz opracowania koncepcji, poprzez projektowanie, produkcję i przekazanie (dostarczenie produktu) klientom, w budownictwie stanowi cykl inwestycyjny obejmujący fazy: przygotowania, wykonania i oddania do eksploatacji wykonanego obiektu lub obiektów inwestycji budowlanej.

Proces rozwoju produktu w środowisku budownictwa wymaga udziału dużej liczby współpracujących uczestników przedsięwzięcia, którzy są częścią różnych biznesów. PDP wymaga interakcji wewnątrz i międzyorganizacyjnych, na wszystkich jego etapach w ramach projektu. SCM ze swoimi rozwiązaniami daje szansę uzyskiwania synergii z integracji wewnątrz i zewnątrz przedsiębiorstwa i zarządzać jej efektami. I tutaj można wskazać SCM, jako podstawową koncepcję zarządzania procesem rozwoju produktu/projektu w różnych branżach a także przedsięwzięcia budowlanego. Jest to kolejny, III etap w rozwoju SCM, jako koncepcji zarządzania produkcją.

Łańcuch dostaw, a właściwie sieć dostaw charakterystyczną dla rozwoju produktu w budownictwie, na przykładzie budowy drogi, przedstawia rysunek 1. Pomiędzy uczestnikami tej sieci zachodzą przepływy informacyjne, decyzji, fizyczne, kapitałowe, ludzi. Mają one różny kierunek, wielorakie związki, w różnych okresach: stałe, jednorazowe itd.

Zarządzanie łańcuchami dostaw w budownictwie (ang. *Construction Supply Chain Management – CSCM*) obejmuje kluczowe procesy biznesowe wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego. Do kluczowych procesów biznesowych zalicza się:

- zarządzanie projektem/przedsięwzięciem,
- zarządzanie relacjami z dostawcami i odbiorcami /inwestorem,
- zarządzanie przepływem pracy/procesami,
- zarządzanie środowiskiem i relacjami z otoczeniem,
- badania i rozwój,
- zarządzanie popytem/potrzebami inwestora i użytkownika,
- realizację zamówień.



Rys. 1. Łańcuch dostaw „rozwoju produktu” (procesu inwestycyjno budowlanego) zaangażowany w realizację infrastruktury transportowej

W procesie rozwoju produktu (PDP – *Product Development Process*) stosując koncepcję SCM trzeba odpowiedzieć na pytania:

- Kto jest kluczowym członkiem łańcucha dostaw zaangażowanym w PDP?
- Jakie są trudności dla poszczególnych uczestników łańcucha dostaw w PDP?
- Jak takie trudności wpływają na zdefiniowane wymagania i jak nimi zarządzać?

Uczestnicy przedsięwzięcia to ludzie i przedsiębiorstwa z różnymi interesami, potrzebami, wartościami i celami, których różnice mogą prowadzić do konfliktu. Powinny to być zintegrowane zespoły o zbieżnych celach strategicznych. Ponadto decyzje uczestników przedsięwzięcia oddziałują na projekt i decyzje podejmowane w ramach realizacji całego przedsięwzięcia oddziałują na wykonawców PDP (Oleander i Landin, 2005). Tradycyjnie w przedsięwzięciach budowlanych jednym z pierwszych „dostawców” jest architekt, jakkolwiek i inni uczestnicy np. producenci wyrobów budowlanych, dostawcy zasobów w tym technologii, wykonawcy bywają zaangażowani na wcześniejszych etapach przedsięwzięcia (w fazie przygotowania inwestycji), biorąc udział w PDP (w sensie partnerstwa).

Łańcuch dostaw w budownictwie cechuje zmienna w czasie konfiguracja jego elementów, wynikająca z postępu realizacji przedsięwzięcia. Decyzje w zakresie łańcuchów dostaw, a w szczególności doboru poszczególnych ogniw, muszą być podejmowane w trakcie realizacji poszczególnych etapów, ze względu głównie na dość długi horyzont planowania oraz duży poziom ryzyka w działalności budowlanej, czego wynikiem są trudne do przewidzenia zmiany w zakresie technicznym, technologii i organizacji produkcji.

Dynamika konfiguracji powinna być uwzględniona już na etapie opracowywania koncepcji.

Problem konfiguracji łańcucha dostaw polega na wyborze dostawców, wykonawców, technologii wykonania poszczególnych procesów i sposobów transportu na każdym etapie łańcucha (sieci dostaw). Poszczególne etapy łańcucha (reprezentujące procesy niezbędne przy konwersji dóbr w produkt końcowy) mogą być realizowane wariantowo różnymi sposobami i przy użyciu różnych zasobów zarówno odnawialnych jak i nieodnawialnych (materiały mogą być dostarczane od różnych producentów, hurtowników; procesy budowlane można realizować przy zastosowaniu różnych maszyn, zestawów maszyn, w różnych technologiach).

3. SCM w procesie rozwoju projektu/przedsięwzięcia budowlanego

Zastosowanie koncepcji zarządzania łańcuchami dostaw (SCM – *Supply Chain Management*) z jej specyficznymi rozwiązaniami (partnerstwo, współzależność, integracja, koordynacja i in.) w przedsięwzięciach budowlanych pozwala na wdrażanie szeroko pojętych innowacji, w celu usprawnienia i bardziej efektywnie realizowanego procesu inwestycyjnego budowy obiektów. Tym bardziej, że w nowym ustawodawstwie istnieje możliwość dużej swobody w wyborze przez wykonawców sposobu wykonania zadań a zatem istnieje możliwość wprowadzania innowacyjnych rozwiązań z zakresu technologii (innowacji procesowej) oraz organizacji i zarządzania (innowacji organizacyjnych). To pozwala uczestnikom przedsięwzięcia na wybór i wprowadzanie lepszych rozwiązań z punktu widzenia ostatecznego

efektu (całego łańcucha dostaw) tj. np. wysokiej jakości usług świadczonych w oparciu o zrealizowane obiekty, oraz spełnienia innych kryteriów oceny (związanych z kosztami, czasem, ochroną środowiska, zagospodarowaniem odpadów itd.) a także realizacji celów poszczególnego ogniwa łańcucha – uczestnika przedsięwzięcia (np. producenta wyrobów budowlanych).

Dobrym przykładem ilustrującym możliwość wdrożenia innowacyjnego rozwiązania technologicznego może być wykorzystanie na podbudowę dróg kruszyw pochodzących z recyklingu lub powstałych jako odpad z innych procesów produkcyjnych zamiast powszechnie stosowanych kruszyw łamanych. Niejednokrotnie wymaga to wykonania specjalistycznych badań w celu określenia lub poprawienia poszczególnych parametrów fizyko-mechanicznych badanego materiału. W Laboratorium Badań Własności Skał i Wyrobisk Kamieniarskich Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii AGH przeprowadzono takie badania odpadu pochodzącego z czynnej termicznie hałdy kopalnianej (Mazurek i Wałach, 2001). Omawiana hałda zajmowała obszar około 25 ha i zbudowana była z przepalonych odpadów kopalnianych. Obiekt wznoszony był przez kilkadziesiąt lat i niemal od początku hałda paliła się. W latach osiemdziesiątych większość ognisk pożarowych zlikwidowano, ale wysoka temperatura wewnątrz hałdy utrzymywała się nadal. W celu pozyskiwania materiału z hałdy opracowano specjalną technologię. Urabianie i transport odbywał się za pomocą samojezdnych ładowarek. Urabiany materiał o granulacji od zera do około 200 mm, a niekiedy nawet 500 mm podawany był na samojezdny przesiewacz vibracyjny z zestawem wymiennych sit. Produktem końcowym był niesort, kruszywo o granulacji 0-5mm, 0-10 mm, 0-12 mm, 5-16 mm, >16 mm albo o innych wymiarach zgodnie z życzeniem odbiorcy. Celem badań było określenie własności fizycznych najczęściej produkowanych frakcji i grup frakcji kruszywa umożliwiających dokonanie wszechstronnej oceny ich przydatności między innymi w drogownictwie.

Przeprowadzone badania wykazały, że ze względu na wartość wskaźnika nośności, badane mieszanki kruszywa nie spełniały wymagań dotyczących jego przeznaczenia na podbudowę zasadniczą i pomocniczą. Stąd rozpoczęto działania, których celem było ulepszenie badanego materiału, polegające na zastosowaniu mieszanki badanych kruszyw z żużle wielkopieczowym. Na podstawie przeprowadzonych dodatkowych badań stwierdzono, że kruszywo pochodzące z przepalonych hałd może być wykorzystywane do mieszania z innymi rodzajami kruszywa np. naturalnego w celu ich ulepszenia. Także samo kruszywo z hałdy może być ulepszone poprzez doziarnienie na przykład żużlem lub kruszywami naturalnymi, a także popiołami lotnymi (w celu poprawy wskaźnika piaskowego i wskaźnika nośności podłoża). Wyniki powyższych badań dają podstawę do wdrożenia takiej innowacji materiałowej. Cena jednostkowa takiego materiału jest znacznie niższa w porównaniu z tradycyjnym kruszywem pomimo konieczności stosowania dodatkowym procesów

technologicznych ulepszających ich własności, co zwiększa rentowność i efektywności prowadzonych inwestycji drogowych. Ponadto znaczne zużycie tego materiału jakie mamy przy inwestycjach drogowych, może spowodować trwałą zmianę w otaczającym krajobrazie prowadzonej inwestycji (zmniejszenie wysokości i zasięgu hałd kopalnianych), co korzystnie wpływa zarówno na użytkowników dróg jak i lokalną społeczność.

Przytoczony przykład stanowi ilustrację rozwoju produktu jakim jest wykonanie drogi (podbudowy drogi) w sensie całej inwestycji i wszystkich zainteresowanych ogniw łańcucha dostaw przy maksymalizacji zysku jednego z ogniw (producenta/dostawcy kruszywa). Powyższe rozwiązanie znalazło zastosowanie przy budowie autostrady A1 na Śląsku pomiędzy Sośnicą a Bełkiem (Głogowski, 2007), a także przy wielu innych inwestycjach drogowych.

Często spotykaną sytuacją w przedsięwzięciach inwestycyjnych, w tym również drogowych jest zamiana technologii. Niejednokrotnie wykonawcy w porozumieniu z inwestorem dokonują zmian rozwiązań technologicznych, które z jednej strony spowodowane są chęcią maksymalizacji zysku ale z drugiej strony pozwalają wykorzystać lokalnych dostawców surowców i wyrobów budowlanych. Jako przykład można tu przytoczyć technologię wykonania kolumn żwirowych stosowaną w pracach geotechnicznych związanych z posadowieniem drogowych obiektów inżynierskich oraz wzmacnianiem podłoża gruntowego pod nasypy drogowe przy budowie na przykład obwodnicy Biecha. Zasadniczymi zaletami kolumn żwirowych są:

- krótsza długość kolumn w stosunku do pali o tej samej nośności, co wynika z korzystnego działania poszerzonej stopy żwirowej;
- dostosowanie długości kolumn do rzeczywistego przebiegu nośnych warstw gruntu w podłożu dzięki rejestracji oporu penetracji wibratora w podłożu gruntowe;
- duża szybkość wykonania;
- wykonywanie kolumn bez efektu rozluźnienia gruntu,
- poprawienie parametrów wytrzymałościowych otaczającego gruntu i podłoża nośnego;
- niskie jednostkowe koszty wykonania w porównaniu do większości pali i innych metod głębokiego wzmocnienia słabych gruntów.

Podobnym przykładem może być zmiana koncepcji wzmocnienia skarpy znajdującej się obok szpitala w mieście Trzebnica. Wstępnie rozważano wariant zastosowania monolitycznego muru oporowego jednak na podstawie analizy kosztów, a także efektów estetycznych zdecydowano się na zastosowanie muru oporowego wykonanego z gabionów.

Zastosowanie tego typu rozwiązań pozwala zmniejszyć koszty prowadzonych inwestycji przy równoczesnym zachowaniu wymaganych cech związanych z trwałością i użytecznością wykonywanych obiektów.

Przykładem innowacji organizacyjnych i w zakresie finansowania jest stosowanie systemu partnerstwa

publiczno prywatnego do realizacji przedsięwzięć publicznych. Wprawdzie w Polsce ten sposób realizacji inwestycji np. drogowych, mimo swych zalet (Sobotka i in., 2007), ma niezbyt dobre doświadczenia ale na świecie można wskazać wiele inwestycji typu PPP zakończonych z sukcesem. System realizacji inwestycji budowlanych jest typowym przykładem SCM jako koncepcji zarządzania w procesie dostarczania produktu (rozwoju produktu).

4. Zakończenie

Nowoczesna logistyka jest podstawą dla zarządzania łańcuchem dostaw i podkreśla ważność szerokiej koordynacji pomiędzy przepływami fizycznymi i informacyjnymi. Stąd też w literaturze przedmiotu, zwłaszcza anglojęzycznej, funkcjonuje określenie zarządzania łańcuchem dostaw i oznacza jedną z ważniejszych koncepcji zarządzania zarówno w odniesieniu do zadań i procesów logistycznych organizacji (Chan i Lu, 2008) jak również w szerszym ujęciu obejmując wszelką działalność współpracujących ze sobą samodzielnych organizacji, czy też komórek organizacyjnych wykonujących różne procesy i czynności, które „produkują” (tworzą) wartość w postaci wyrobów i usług (O'Brien i in., 2009).

Także w budownictwie zmienia się podejście SCM z koncepcji dotyczącej obszaru logistyki – przepływów zasobów materialnych, na całość działań wszystkich organizacji biorących udział w realizacji przedsięwzięcia.

Proces inwestycyjny w budownictwie ma charakter procesu rozwoju produktu. Podczas realizacji obiektów budowlanych, które stanowią specyficzny produkt, wykonywany na konkretne zamówienie, przez wielu współpracujących uczestników/przedsiębiorstw występują dogodne warunki do zastosowania koncepcji zarządzania SCM z jej charakterystycznymi, specyficznymi rozwiązaniami, metodami gwarantującymi zakładany efekt: jakość, czas i koszt. Ponadto w realizacji przedsięwzięć budowlanych dzięki specyficznemu partnerstwu i powiązaniu są warunki do uwzględnienia koncepcji SCM w szerszym zakresie niż tylko skoncentrowanym na produkcji, tak jak dotychczas. Jest możliwe uwzględnienie tzw. zależności miękkich: doskonalenie i zarządzanie wiedzą, zarządzanie czasem itd. Partnerstwo i współzależności między ogniwami łańcucha umożliwiają w większym stopniu projektowanie i wdrażanie innowacji (Sobotka i Jaśkowski, 2009). Wynika to między innymi z:

- tworzenia szerokiej platformy wymiany informacji (sieci wiedzy),
- rozmycia ryzyka na wszystkie ogniwa łańcucha,
- integracji projektowania i wykonania,
- lepszej koordynacji działań,
- zapewnienia długookresowego utrzymywania rezultatów w wyniku aliansów strategicznych i trwałości relacji.

Literatura

- Chan W-H., Lu M. (2008). Material handling system simulation in precast viaduct construction: modeling, analysis, and implementation. *Journal Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol. 134, No.4, April 2008, 300-310.
- European Committee for Standardisation, CEN/TC 273 (1997). *Logistics – Structure, Basic Terms and Definitions in Logistics*, Brussels.
- Głogowski T. (2007). *Śląskie hałdy znikną pod autostrady*. <http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/1,33181,4220495.html>.
- Koskela L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Espoo, Finland: VTT.
- Mazurek J., Wałach D. (2001). Ocena jakości i przydatności kruszywa z przepalanej hałdy KWK Marcel. *Praca niepublikowana*. Kraków, 2001.
- O'Brien W.J., Formoso C.T., Vrijhoef R., London K.A. (2009). *Construction Supply Chain Management Handbook*. CRC Press Taylor&Francis Group, LLC.
- Oleander S., Landin A. (2005). Evaluation of stakeholder influence of the implementation of project. *International Journal of Project Management*, Vol. 23, 321-328.
- Sobotka P., Jaśkowski P. (2009). Koncepcja zarządzania łańcuchem dostaw w realizacji przedsięwzięć budowlanych. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, 2/2009, 11-20.
- Sobotka A., Żelazna-Blicharz A., Blicharz P. (2007). Partnerstwo publiczno-prywatne w realizacji inwestycji publicznych. *Przegląd Organizacji*, 4/2007, 31-34.
- Witkowski J. (2003). Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje, procedury, doświadczenia. *PWE*, Warszawa.
- Vrijhoef R., Koskela L. (1999). Roles of supply chain management in construction. W: *Proc. of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7)*, Berkeley, California, 133-146.

THE CONCEPTION OF USAGE OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT METHOD IN CONSTRUCTION PROJECTS

Abstract: The application of modern management methods for construction projects allows to improve its productivity. A supply chain management is one of these methods. SCM can thus be seen as a management philosophy flows throughout the entire business process focused on customer satisfaction, collaboration, and maximizing profits of any organization in the chain or network of multiple businesses and relationships. Attention was drawn to apply the solutions of supply chain management concept in product development, which is the end result of a construction project - the object or objects and more - through services on the basis of constructed objects. The example of the application of innovative solutions in the so-called product/project delivery during execution of road construction was discussed.

Artykuł opracowano w ramach projektu badawczego nr 2124/B/T02/2011/40

REWITALIZACJA MIAST W KONTEKŚCIE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Elżbieta STRZELECKA*

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka, al. Politechniki 6, Łódź

Streszczenie: Rewitalizacji miast i terenów przemysłowych, głównie w ramach programów unijnych ZPORR i JESSICA, w istotny sposób wpisuje się w rozwój lokalny, a tym samym w problematykę zrównoważonego rozwoju. W artykule dokonano porównań przykładów rewitalizacji w Łodzi i Poznaniu pod kątem ich zgodności z zasadą zrównoważonego rozwoju. Analiza programów rewitalizacji dokonana została pod kątem różnych aspektów: terminologicznych, kryteriów oceny, przebiegu i zawartości procesów rewitalizacyjnych, wybranych uregulowań prawnych oraz stanu prac planistycznych w gminach.

Słowa kluczowe: rewitalizacja, zrównoważony rozwój, planowanie przestrzenne, proces inwestycyjny, proces rewitalizacji, fundusze strukturalne.

1. Wprowadzenie

Próby systemowego podejścia do działań i procesów rewitalizacji trwają w Polsce od 1992 roku, kiedy to rozpoczęto pracę nad projektem ustawy „o odnowie miast” (zwanej „ustawą rewitalizacyjną” – projekt ostatniej wersji ustawy został opracowany na zlecenie Urzędu Mieszkalnictwa i Rozwoju Miast w 2000 roku i do początku 2002 roku był przedmiotem prac resortowych. W 2002 roku zarzucono dalsze prace nad nim z uwagi na ograniczenia budżetowe).

Oczekiwania środowisk zainteresowanych wprowadzeniem ustawy o rewitalizacji idą w tym kierunku, by prawo o rewitalizacji stanowiło część planowania przestrzennego kraju. Można mówić o istotnej roli działań oddolnych początkowo samych miast, a następnie Stowarzyszenia Forum Rewitalizacji, które to od 1998 roku wspierają systemowe metody stymulowania odnowy miast.

W okresie przedakcesyjnym projekty rewitalizacyjne w miastach wykorzystywały Inicjatywę Wspólnotową URBAN. Od 2004 roku pozyskiwanie funduszy strukturalnych UE dla potrzeb rewitalizacji miast i otwarcie wsparcia finansowego dla projektów składowych tzw. Lokalnych Programów Rewitalizacji (LPR) było możliwe dzięki programowi ZPORR na lata 2004-2006 (poddziałanie 3.3.2. „Rewitalizacja obszarów przemysłowych i powojennych”). Program ten zakładał stosowanie zasady zrównoważonego rozwoju.

Zapisy dotyczące tej zasady pojawiły się w równolegle tworzonych do LPR strategiach gmin, głównie ze względu na wymagania finansowania programu ZPORR.

W 2004 roku rewitalizacja obszarów zdegradowanych stanowiła około 2,4% przedsięwzięć z ponad sześciu tysięcy działań zgłoszonych w ramach ZPORR (ZPORR, 2004). Ostatecznie efektem programu było 178 projektów rewitalizacyjnych w 113 miastach i w 9 gminach wiejskich, na które wydano około 96,5 miliona euro. Stanowiły one 3,4% wszystkich projektów zrealizowanych w ramach Priorytetu 3 „Rozwój Lokalny” w liczbie 5262 (Ciesiółka, 2009).

Obecnie niektóre działania rewitalizacyjne możliwe są do realizacji również w ramach EFRR – Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, a także programu JESSICA (*Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas*). Celem programu JESSICA jest pobudzenie gospodarcze oraz społeczne obszarów problemowych, poprzez tworzenie kompleksowych projektów rewitalizacyjnych. W Polsce na ten krok zdecydowały się dotychczas województwa: zachodniopomorskie, wielkopolskie, śląskie i pomorskie.

2. Pojęcia, cel i kryteria rewitalizacji

W Polsce nie ma prawnej definicji rewitalizacji, gdyż nie została przyjęta ustawa o rewitalizacji. W tej sytuacji, różne co do zakresu pojęciowe definicje powstają

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: elzbieta.strzelecka@gmail.com

na zapotrzebowanie tworzonych dokumentów programowych i operacyjnych. Dotychczas powstałe definicje opisują rewitalizację w aspekcie: procesowym, zrównoważonego rozwoju, roli władzy terytorialnej (od wiodącej po partycypacyjną), istotnego udziału społeczeństwa w tym procesie, czy też reakcji na kryzys.

Najpełniej ideę rewitalizacji przedstawia definicja Komitetu Naukowego Projektu Instytutu Rozwoju Miast (z 15.02.2008). Rewitalizacja to: „skoordynowany proces, prowadzony wspólnie przez władzę samorządową, społeczność lokalną i innych uczestników, będący elementem polityki rozwoju i mający na celu przeciwdziałania degradacji przestrzeni zurbanizowanej, zjawiskom kryzysowym, pobudzanie rozwoju i zmian jakościowych, poprzez wzrost aktywności społecznej i gospodarczej, poprawę środowiska zamieszkania oraz ochronę dziedzictwa narodowego, przy zachowaniu zasady zrównoważonego rozwoju”.

O tym, czy mamy do czynienia z rewitalizacją, czy też inną formą interwencji w przestrzeń miejską decydują cztery cechy przedstawione w tabeli 1, opracowanej na podstawie (Kłosowski, 2006). Kryteria te zwiększają pewność oceny, czy dany program, w tym LPR, jest rewitalizacją.

Celami rewitalizacji są na ogół: przezwyciężenie kryzysu społeczno-gospodarczego na danym obszarze i zmiana jego „złego wizerunku”. Z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju rewitalizacja odnoszona jest na ogół do przemian zdegradowanych terenów w trzech obszarach, to jest do: rozwoju gospodarczego (na przykład nowe miejsca pracy), rozwoju społecznego (zapobieganie patologiom społecznym) i rozwoju infrastrukturalno-przestrzennego (zachowanie dziedzictwa kulturowego przez remonty, modernizację i konserwację zabytkowych obiektów i przestrzeni publicznej oraz poprawę środowiska naturalnego). By zapewnić jednak wielowymiarowo rozumiany zrównoważony rozwój w gminie rewitalizacja powinna być systemowo realizowana i oceniana w dalszych dwóch obszarach, dotyczących (tab. 2): *rozwoju środowiskowego*, zmierzającego do poprawy środowiska oraz *rozwoju polityczno-instytucjonalnego*, gwarantującego realizację przyjętych strategii i planów pod względem prawnym (ustawodawstwo) i organizacyjnym (wydzielone stanowiska pełnomocników ds. rewitalizacji w strukturach gmin na stałe lub czasowo).

Tab. 1. Kryteria warunkujące uznanie programu za rewitalizację

Cechy	Rewitalizacja	Inne formy interwencji w przestrzeń miejską - nie są rewitalizacją
1. Cele rewitalizacji	Cele są odniesione do sfery społeczno-gosp. i ekologiczno-przestrzennej; działania infrastrukturalne i architektoniczno-urbanistyczne są tym celom podporządkowane.	Prace remontowo-budowlane, które nie mają wskazanego celu społecznego, gospodarczego lub ekologiczno-przestrzennego.
2. Reakcja na kryzys	Kryzys obejmuje dany obszar i przejawia się równocześnie w wielu dziedzinach.	Działania podejmowane są poza obszarem kryzysowym; stąd tak ważne jest wyznaczenia obszaru do rewitalizacji.
3. Udział różnych partnerów lokalnych	Udział różnych partnerów z sektora: publicznego (gminy, służby publiczne), biznesu oraz sektora pozarządowego, jak też i samych mieszkańców.	Program nie włącza partnerów prywatnych: komercyjnych i niekomercyjnych.
4. Kompleksowość	Rewitalizacja - to plan działań wielowątkowych, synergicznych; mają one wywołać zmianę jakościową na całym obszarze rewitalizacji, w tym zawsze zmianę jego negatywnego. wizerunku	Lista działań punktowych, nie powiązanych ze sobą i nie układających się w spójny, całościowy program.

Tab. 2. Kryteria rewitalizacyjne w programach JESSICA i ZPORR odniesione do obszarów zrównoważonego rozwoju

Inicjatywa JESSICA	Program ZPORR
I. KRYTERIA GOSPODARCZE	
- wysoki poziom ubóstwa i wykluczenia,	- niska aktywność ekonomiczna mieszkańców,
- wysoka stopa długotrwałego bezrobocia,	- przestarzałe (nieefektywne) funkcje ekonomiczne,
- niekorzystne trendy demograficzne,	- wysoka stopa bezrobocia.
- niski wskaźnik prowadzenia działalności gospodarczej.	
II. KRYTERIA SPOŁECZNE	
- wysoka liczba imigrantów, grup etnicznych,	- wysoki stopień biedy i wykluczenia społecznego,
- wysoki poziom przestępczości i wykroczeń grup mniejszościowych lub uchodźców,	- dezintegracja społeczna,
- niski poziom wykształcenia, wyraźny deficyt kwalifikacji,	- wysoka stopa przestępczości,
- wysoki wskaźnik przerywania skolarzacji.	- niski poziom wykształcenia.
III. KRYTERIUM ŚRODOWISKOWE	
- szczególnie wysoki stopień degradacji środowiska.	- wyraźne zanieczyszczenie środowiska.
IV. KRYTERIUM INFRASTRUKTURALNE	
- porównywalnie niski poziom wartości zasobu mieszkaniowego,	- trudne warunki mieszkaniowe,
- niski poziom wydajności energetycznej budynków.	- wysoki poziom degradacji technicznej infrastruktury i budynków.
V. KRYTERIUM PRZESTRZENNE (wprowadzone pośrednio)	
- konkretnie wydzielona część miasta (np. ulicami).	- konkretnie wydzielona część miasta (np. ulicami).
VI. KRYTERIUM INSTYTUCJONALNO – POLITYCZNE (wprowadzone pośrednio)	
- brak; pośrednio – powołanie jednostki koordynującej działania.	- brak; pośrednio – powołanie pełnomocnika ds. rewitalizacji.

Źródło: opracowanie własne na podstawie ZPORR (2004) i Art. 47 ust. 1 rozporządzenia Komisji (WE) nr 1828/2006.

Należy podkreślić, iż celem Strategii Tematycznej dla Środowiska Miejskiego¹ jest: „promowanie zintegrowanego, horyzontalnego podejścia we wszystkich politykach Wspólnoty oraz poprawa jakości środowiska przyrodniczego na terenie miast”. Dlatego brak w programie rewitalizacji odniesień do zagadnień ekologicznych tam, gdzie rozstrzygane są zagadnienia planistyczno-przestrzenne, należy traktować jako błąd i niespełnienie warunku zrównoważonego rozwoju. Rewitalizacja miast poza działaniami materialno-technicznymi jest obecnie warunkowana wymaganiami ochrony środowiska. Podejście proekologiczne obejmuje między innymi: zrównoważony transport miejski, zmniejszenie transportochłonności przez odpowiednią organizację przestrzeni miejskiej, strefy ograniczenia lub uspokojenia ruchu samochodowego, energooszczędność, w tym termomodernizacje, zagadnienia walki z hałasem, tereny zielone w miastach (korytarze i enklawy ekologiczne) itp. Inwestycje rewitalizacyjne podlegają obecnie ocenom oddziaływania na środowisko (OOS) zgodnie z ustawą z dnia 3.10.2008 roku o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale

społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. 199, poz. 1227).

W proces rewitalizacji na danym terenie wpisują się różne działania budowlano-inwestycyjne takie jak na przykład: budowa, modernizacja, renowacja, konserwacja, rewaloryzacja, adaptacja, remont, prace rozbiórkowe, wyburzania. W programie ZPORR działania rewitalizacyjne dotyczą między innymi:

- zdegradowanych obszarów miejskich: centrów miast, dzielnic mieszkaniowych o ograniczonym rozwoju mieszkalnictwa, osiedli wznoszonych w technologiach prefabrykowanych lub innych terenów miejskich o silnej degradacji społecznej, gospodarczej, infrastrukturalnej,
- obszarów przemysłowych i powojkowych: opuszczonych fabryk, koszar, szpitali wojskowych, magazynów, portów, lotnisk przez zmianę ich dotychczasowych funkcji na gospodarcze, społeczne, edukacyjne, zdrowotne, rekreacyjne i turystyczne. Według Kaczmarka (2001) problem ten dotyczy ponad 75% miast polskich o liczbie ludności powyżej 50 tysięcy mieszkańców, jak i licznych mniejszych miejscowości.

W ramach inicjatywy JESSICA realizowane inwestycje na obszarach miejskich, powojkowych lub przemysłowych muszą być elementami projektów zintegrowanych, wybranych w drodze preselekcji.

¹ Jest to kluczowa część europejskiej polityki w zakresie środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych; stanowi część Szóstego Programu Działań „Środowisko 2010: Nasza przyszłość, nasz wybór”.

Projekty powinny zapewniać kompleksową odnowę rewitalizowanego obszaru. Inwestycje w obszarze mieszkalnictwa mogą być realizowane wyłącznie na wyznaczonych obszarach wsparcia. Do podprojektów zalicza się między innymi: budowę, przebudowę lub modernizację infrastruktury technicznej, zakup i instalację urządzeń poprawiających bezpieczeństwo na obszarze zdegradowanym, prace konserwatorskie i restauratorskie, renowację części wspólnych wielorodzinnych budynków mieszkalnych.

3. Modele rewitalizacji

Rewitalizacja, którą uznaje się w środowiskach urbanistów i architektów za skuteczny, zrównoważony instrument wprowadzania społecznie pożądanых i trwałych zmian w obszarach urbanizowanych nie zawsze realizowana jest według modelu, który wpisuje się w filozofię i zasady zrównoważonego rozwoju². Takim modelem jest rewitalizację implantacyjną. Zdaniem Kaczmarka (2001) rewitalizacja implantacyjna polega na

wprowadzeniu na dany obszar – o istotnym znaczeniu i walorach dla miasta (duża gęstość zaludnienia i duża intensywność zabudowy) – nowych funkcji czy form architektoniczno-przestrzennych w zamian za te, które uległy degradacji lub zniszczeniu. W tym modelu wszelkie decyzje i ustalenia podejmowane są poza zainteresowaniem społecznym na tak zwanym wyższym szczeblu decyzyjnym zarządzających tą przestrzenią. W modelu tym głównymi użytkownikami nowej, ulepszonej przestrzeni są „nowi” ludzie, czyli „obcy” temu terenowi przybysze. Społeczność lokalna, która dotychczas zamieszkiwała te tereny korzysta ze zmian w sposób pośredni. Przykładem takiej rewitalizacji jest przykładowo Manufaktura i Księży Młyn w Łodzi, których realizatorami są zagraniczne firmy deweloperskie lub projektowo-handlowe (tab. 3).

Modelem wpisującym się w ideę zrównoważonego rozwoju jest tzw. rewitalizacja integracyjna, która opiera się na podobnych zasadach jak rewitalizacja implementacyjna. Różnicą jest fakt, iż jest nią objęta w sposób nierozrwalny społeczność lokalna, czego dobrym przykładem jest Poznań (tab. 3).

Tab. 3. Modele rewitalizacji w Łodzi i Poznaniu w kontekście zrównoważonego rozwoju

Wyszczególnienie	Rewitalizacja implementacyjna	Rewitalizacja integracyjna
Przykłady	Manufaktura w Łodzi; Księży Młyn w Łodzi - dokumentacji Centrum Manufaktury, Załącznik (2007),	Rewitalizacja miasta Poznania – według Ciesiołka (2009), Podemski (2007).
Procesy społeczne	1.1. Urząd miasta nie prowadzi konsultacji społ. odnośnie całego terenu miasta.	Przeprowadzanie przez Urząd Miejski Poznania szerokich konsultacji społecznych na ulicach miasta (punkty konsultacyjne) i poprzez media.
1. Konsultacje społeczne	1.2. Inwestor nie prowadzi konsultacji z mieszkańcami terenu rewitalizacji i terenów przyległych lub prowadzi je dla wydzielonego programem terenu.	
2. Użytkownicy rewitalizowanego terenu	2. Do nowej przestrzeni wprowadzani są nowi ludzie, czyli „obcy” temu terenowi osoby, podmioty.	Użytkownikami nowej przestrzeni są dotychczasowi i nowi mieszkańcy
Procesy ekonomiczne	Podporządkowanie procesów zmian (rewitalizacji) potrzebom prywatnego inwestora.	Efektem konsultacji są pomysły mieszkańców, co do działań ekonomicznych na danym terenie
Procesy środowiskowe (kryteria ekologiczne)	Manufaktura jest odtworzeniem środowiska fabrycznego np. nie posadzono nowych drzew.	Mieszkańcy zgłosili np.: brak zieleni, spaliny, zanieczyszczone powietrze, zdegradowane tereny przemysłowe
Procesy administracyjne	1. Pokrycie mpzp Łodzi – 4,5%. 2. Dla każdego rewitalizowanego terenu ustalenie odrębnego pełnomocnika ds. rewitalizacji na czas realizacji programu.	1. Pokrycie mpzp Poznania – 19,6%. 2. Prezydent Miasta Poznania powołał pełnomocnika ds. rewitalizacji oraz utworzono Oddział Rewitalizacji w Wydz. Rozwoju Miasta. Rada Miasta powołała stałą Komisja Ochrony Środowiska i Rewitalizacji (od 2006).

² Pierwsze próby programowania działań rozwojowych i ich jednoczesnego wdrażania w sferach materialno-technicznej (budynki i infrastruktura), społecznej i gospodarczej (ekonomicznej) podjęto na początku 80. lat XX wieku. W UE podjęto Inicjatywę Wspólnotową URBAN I (1994) i URBAN II (2000); obie nakierowane na problemy rewitalizacji miast i ich społecznej spójności.

Wprowadzenie nowych inwestycji na terenie rewitalizacji, a co za tym idzie nowych funkcji, przyczynia się do poprawy jakości życia i zacierania barier pomiędzy „starymi”, a „nowymi” mieszkańcami danego terenu. Rewitalizacja w tym rozumieniu jest procesem zrównoważonym, w równym stopniu technicznym jak i społeczno-ekonomicznym.

4. Rewitalizacja, jako składowa zrównoważonego rozwoju gminy

Proces rewitalizacyjny ze względu na konstrukcję programu, brak podstawowego dokumentu strategicznego gminy, jak też i stan wyposażenia gmin w tak zwany studium oraz mpzp nie przebiega w skali lokalnej zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju³.

Strategia odniesiona do zasady zrównoważonego rozwoju traktowana jest obecnie jako podstawa zarządzania gminą. Jest to dokument, który powinien jasno określać priorytety, cele i zadania jakie należy osiągnąć w założonym czasie; stanowi istotny atrybut w staraniach o zewnętrzne źródła finansowania. Od 2004 roku w przypadku programu ZPORR dokumentem strategicznym był LPR, wobec braku faktycznej strategii gminy. Wiodącą w składaniu wniosku aplikacyjnego ZPORR była dokumentacja techniczna oraz pozwolenie na budowę, studium wykonalności i załączniki, w tym LPR. Stąd w ocenie samorządowców LPR ma niskie znaczenie funkcjonalne i nie jest ważnym dokumentem planistycznym, determinującym rozwój terenów zdegradowanych. Tworzony jest on pod dyktando potrzeb projektu technicznego, a także analiz zawartych w studiach wykonalności i ma za zadanie spełniać kryteria formalne programu. Można go zaliczyć do dokumentów o charakterze planu rozwoju a „zawarte w nim działania nie muszą być w żaden sposób (oprócz lokalizacyjnego) zintegrowane ze sobą”⁴. W programie ZPORR

finansowane były tylko te projekty rewitalizacyjne, które zostały wcześniej zaplanowane, a także wpisane do LPR. Nie oznacza to jednak, że objęte były one wcześniej strategicznymi założeniami rozwoju lokalnego.

Brak miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego jest tym czynnikiem, który sprawia, że możliwe jest dokonywanie nadużyć w przekształcaniu przestrzeni, którą należy traktować raczej zasób nieodnawialny. W tabeli 4 przedstawiono stan realizacji prac planistycznych gmin, decydujący również o procesach rewitalizacyjnych (Raport, 2010).

Można zauważyć istotną tendencję, iż realizacja prac planistycznych jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości miast. Im większy jest ośrodek, tym trudniej jest prowadzić politykę przestrzenną, również odnośnie procesów budowlano-inwestycyjnych związanych z rewitalizacją.

Wyznaczenie obszaru programu rewitalizacji ma szczególne znaczenie z punktu widzenia zapewnienia warunków osiągnięcia celów programów rewitalizacji i właściwej alokacji środków. Doświadczenie pokazuje, że decyzje gmin przy wyznaczaniu obszarów programu nie zawsze muszą być korzystne. Poprawienie jakości życia na terenie zrewitalizowanym może przyczyniać się do obniżenia jakości życia w sferze ekonomiczno-społecznej przyległych terenów, czego przykładem może być centrum Łodzi. Widoczny jest proces osłabienia gospodarczego wzdłuż samej ulicy Piotrkowskiej i sąsiednich ulic. Nie wytrzymują konkurencji sklepy i firmy usługowe z pobliskimi dużymi centrami handlowo-kulturalnymi jak przykładowo: Centrum Manufaktura, Galeria Łódzka. Mieszkańcy częściej odwiedzają „nowy rynek” miasta, czyli Manufakturę, niż ulicę Piotrkowską. Dotychczas Piotrkowska pełniła rolę głównej osi handlowej i rekreacyjnej miasta. Jednak działania rewitalizacyjne przyczyniają się do demontażu jej dotychczasowych, historycznych funkcji.

Tab. 4. Stan prac planistycznych w gminach Polsce w 2008 roku

Narzędzia zarządzania gminą	Stan prac planistycznych w gminach (Raport, 2010)
1. Studia gminne posiada:	- 98,8% gmin; 29,6% gmin zmieniało te dokumenty. - 100% miast na prawach powiatu; 67,7% miast zmieniało te dokumenty*.
2. Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego posiada:	- około 90% gmin; udział planów obligatoryjnych wyniósł 17,7% w całym kraju i 16,2% w miastach na prawach powiatu (łącznie dla ustaw z 1994 i 2003 r.).
w tym:	- ogółem 25,6% (łącznie w przypadku ustaw z 1994 i 2003 r.);
- 2.1. Wskaźnik udziału pow. pokrytej obowiązującymi planami wynosi:	- 34,6% w miastach na prawach powiatu (2007 – 31,7%, 2006 – 27,8%); - 8,8% w przypadku planów obowiązkowych (2007 – 9,4%, 2006 – 7,0%); - w największych miastach wskaźnik jest nadal niezadowolający i wynosi przykładowo: w Gdańsku – 100%, we Wrocławiu – 38,1%, w Warszawie – 19,2%, w Krakowie 14,1%, Poznaniu 19,6%, w Łodzi – 4,5%.

* Raport o stanie i uwarunkowaniach prac planistycznych w gminach na koniec 2008 roku, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Warszawa maj 2010, s. 2,3, tabela 1.

³ Podstawowymi narzędziami zarządzania gminą w Polsce są: strategia (dokument fakultatywny), studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania gminy (studium), miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (mpzp) i budżet.

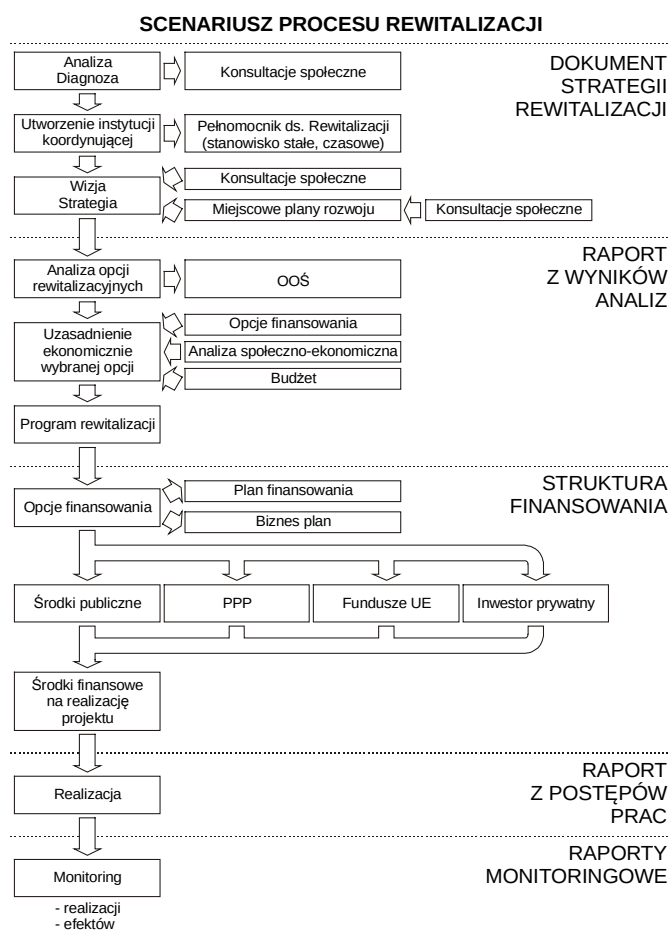
⁴ Studium możliwości wdrożenia JESSICA - Województwo Śląskie. City Consulting Institute, Katowice, 17-18

W przypadku terenów rewitalizowanych istnieje potencjalne zagrożenie braku realnego wpływu programu rewitalizacji, mimo założonych w nim umownych antydegradacyjnych wskaźników, na eliminację obszarów biedy w obszarze miasta. Można postawić zarzut programom rewitalizacyjnym, iż nie uwzględniają pogłębionych działań w sferze społecznej odnośnie przeciwdziałania enklawom biedy. Badania przeprowadzone przez Instytut Socjologii Uniwersytetu Łódzkiego w 1998 roku wykazały, że w Łodzi istnieje 17 enklaw biedy, w tym 12 z nich jest zlokalizowanych w szerokiej strefie śródmiejskiej rozciągającej się po obydwu stronach ulicy Piotrkowskiej. Powtórzenie badań w 2009 roku pokazało, że po 10 latach wciąż istnieją te same enklawy biedy. Podejmowane w nich działania socjalne, czy też rewitalizacyjne, mimo pewnych społeczno-gospodarczych założeń, nie spowodowały wykluczenia zjawiska biedy⁵. Zabytkowe domy rodzinne dawnej manufaktury Poznańskiego, położone wzdłuż ulicy Ogrodowej, tworzą enklawę biedy. Wyłączono je z programu „rewitalizacji”, ponieważ nie był tym terenem zainteresowany inwestor Centrum Manufaktura. Takie decyzje przyczyniają się więc do utrwalania zjawiska biedy w centrum miasta. W Łodzi tereny rewitalizowane stają się ponadto własnością prywatnego inwestora, który

– jak w przypadku Manufaktury – nie jest zainteresowany szerokim programem wsparcia społecznego.

Mimo więc wielu korzystnych efektów programy rewitalizacyjne przyczyniają się do postrzegania ich jako zespołu działań adresowanych przede wszystkim do sfery materialno-technicznej miast oraz finansowanie różnych i często niepowiązanych ze sobą projektów inwestycyjnych, co nie jest zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju. Brak wskaźników uwzględniających kompleksowy wpływ terenu rewitalizowanego na tereny przyległe wynika niestety z samej konstrukcji programu.

W procesie wdrażania polityki lokalnej zasada zrównoważonego rozwoju powinna być realizowana na etapie programowania, planowania i projektowania procesów rewitalizacyjnych, poprzez m.in. inwestycje na rzecz poprawy przepisów ochrony środowiska, ocenę oddziaływania na środowisko inwestycji oraz przestrzeganie prawa do informacji i partycypacji społecznej w podejmowaniu decyzji dotyczących środowiska. Istotny jest przynajmniej 15-25-letni horyzont czasu działań rewitalizacyjnych. Rysunek 1 zawiera schemat przebiegu procesu rewitalizacji opracowany na podstawie (Mastalerz i in., 2006).



Rys. 1. Przebieg procesu rewitalizacji

⁵ Prof. dr hab. Wielisława Warzywoda-Kruszyńska, Raport z Projektu WZLOT, Instytut Socjologii Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2009

Konieczne jest równoczesne przygotowywanie programu rewitalizacji i opracowanie ewentualnych zmian miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego pod kątem obszaru przewidzianego do rewitalizacji. Przyjęcie programu rewitalizacji powinno nastąpić mocą uchwały Rady Gminy, możliwie łącznie z uchwałami w sprawie planu miejscowego i finansowania programu w zakresie budżetu gminy i innych źródeł.

5. Konsultacje społeczne w procesach rewitalizacyjnych

W programie rewitalizacji poza dokumentami programowymi (strategia rozwoju województwa; ZPORR, SPORZL, studium kierunków i uwarunkowań, strategia rozwoju lokalnego, mpzp, strategię kierunkowe) i analitycznymi (demografia, zagadnienia społeczne, ekonomiczne, techniczne, własnościowe, przestrzenne i środowiskowe), powinny być uwzględniane: analizy postaw i preferencji społecznych (rys. 1) oraz dyskusje

publiczne tematu i projektowanego obszaru rewitalizacji na różnych etapach procesu rewitalizacyjnego.

Podemski (2007) zwraca uwagę na to, jak ważne są konsultacje społeczne. W kontekście porównań zawartych w tabeli 5 można poniższe opinie uznać za komentarz do programów rewitalizacji: „Bariery postaw można przełamać jedynie na drodze konsultacji”. (...) „W zależności od celów konsultacje społeczne mogą sprowadzać się do informowania mieszkańców o decyzjach podjętych przez władze lub same stanowić ważny wkład w procesy decyzyjne. Niektóre władze samorządowe rozumieją konsultacje, jako wspólną z mieszkańcami gminy pracę nad sporządzaniem planów, ustalaniem priorytetów, projektowaniem, realizacją i kontrolą świadczenia usług.”

„Konsultacje społeczne muszą być uczciwe. Zdarza się, że władza „zasięga opinii obywateli” wiedząc z góry, jaką decyzję podejmie. Takie postawienie sprawy może jedynie podważyć wiarygodność władzy. (...) Władza, która poważnie traktuje konsultacje, ma szansę uchronić się od najgorszych błędów wynikających z narzuconych społeczeństwu rozwiązań”.

Tab. 5. Konsultacje społeczne w Łodzi i Poznaniu dla terenów rewitalizowanych.

Kryteria	Łódź – Załącznik (2007), dokumentacja Centrum Manufaktury	Poznań – Podemski (2007)
Kto i co opiniuje (całe miasto, wydzielony fragment miasta)	1. Brak udziału mieszkańców w opiniowaniu potrzeb rewitalizacyjnych całego miasta. Obszary do rewitalizacji wyznaczono administracyjnie. 2. Opinie pozyskiwane są dla odrębnych projektów rewitalizacji dotyczących konkretnego terenu; wtedy jego mieszkańcy pytani są o swoje oczekiwania.	1. Mieszkańcy opiniują gotową listę zaniedbanych obszarów całego miasta (wskazano ulice: Główną, Północną Groblą, Starą Rzeźnię, Starą Gazownię). 2. Mieszkańcy sami wskazują najbardziej zaniedbane obszary miasta (Wilda, ul. Główna, Chwaliszewo, Stara Rzeźnia, Grobla, Śródka, Łazarz i Jeżyce).
Cel konsultacji	Centrum Manufaktura – brak konsultacji. Księży Młyn - poznanie nastawienia do całego procesu i ocenę zainteresowania obecnych mieszkańców domów rodzinnych udziałem w jego realizacji. Badano gotowość mieszkańców co do zmiany dzielnicy i ich oczekiwania co do warunków zamieszkiwania.	Wypowiedzenie się na temat tego jakie obszary w Poznaniu uznają za szczególnie społecznie, kulturowo, ekonomicznie i architektonicznie zaniedbane, na czym owe zaniedbania według mieszkańców przede wszystkim polegają oraz jakie proponują ogólne kierunki ich rewitalizacji.
Sposób konsultacji	1. Manufaktura - brak konsultacji społecznych 2. Księży Młyn - Wydział Strategii i Analiz UM Łodzi zatrudnia firmę badawczą, która realizuje sondaż wśród mieszkańców domów rodzinnych przed rozpoczęciem działań rewitalizacyjnych.	1. Terenowe konsultacje uliczne - informacja ustną studentów socjologii i innych kierunków społecznych. 2. Poprzez lokalną prasę (ulotki), radio, telewizję, bannery i ulotki wyłożone w punktach konsultacyjnych.
Kryteria	Zawężone do potrzeb inwestora i UM Łodzi; np. pytania miały zachęcić mieszkańców do opuszczenia Księżego Młyna i zamieszkania w innej dzielnicy, dalekiej od centrum miasta.	Mieszkańcy, uzasadniając opinię nt. zaniedbanego obszaru, tworzą kryteria: estetyczne, socjalne, ekologiczne, kryminogenne, inwestycyjne.
Sposób rozwiązywania konfliktów	Konflikt: prasowe doniesienia o utrudnianiu właścicielom lokali na Księżym Młynie do prawa ich zachowania i nie przeprowadzania się*	Brak danych dotyczących konfliktów

* M. Pawlak, *Na Księżym Młynie nikt nie chce ustąpić*. Dziennik Łódzki, 15.01.2008; mieszkańcy odwołali się do Wojewody. Ich zdaniem projekt rewitalizacji naruszał ich konstytucyjne prawo własności. Wojewoda podzielił opinię w tej sprawie prof. M. Kuleszy, iż: „uchwała rady nie jest prawem lokalnym, tylko programem gospodarczym. A ten niczyich praw nie narusza(...). Protestujący przez swój upór mogą zostać uznani za łamiących prawo”

6. Podsumowanie

Zarządzanie procesami rewitalizacyjnymi w kraju nie jest działaniem zintegrowanym. Brak uregulowań prawnych, kompletnych dokumentów dotyczących planowania przestrzennego w gminie, tworzenie programów rewitalizacyjnych na potrzeby bieżących możliwości ich finansowania w oderwaniu od potrzeb społecznych, konflikty społeczne przyczyniają się do tego, że nie wszystkie programy rewitalizacyjne spełniają wymagania zrównoważonego rozwoju. Projektami wpisującymi się w zasadę zrównoważonego rozwoju są rewitalizacje integracyjne. O tym, czy projekt jest rewitalizacją decyduje analiza zgodności ich opisu z czterema cechami: cel, reakcja na kryzys, udział różnych partnerów i kompleksowość działań. Dobór terenu rewitalizacji ma wpływ na przyległe obszary. Z punktu widzenia zasady zrównoważonego rozwoju ważne jest również to, czy w procesie rewitalizacji uwzględnia się konsultacje społeczne, analizę ekonomiczno-środowiskową, sposób finansowania inwestycji, monitoring realizacji i efektów.

Literatura

- Ciesiołka P. (2009). Rewitalizacja w Poznaniu – efekt wykorzystania funduszy Unii Europejskiej. *Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM w Poznaniu*, Poznań, 2.
- Kaczmarek S. (2001). Rewitalizacja terenów poprzemysłowych. Nowy wymiar w rozwoju miast. *Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego*, Łódź.
- Kłosowski W. (2006). Wymogi wobec Lokalnych Programów Rewitalizacji pod kątem ich zgodności z wymogami ZPORR (www.fundusze-strukturalne.gov.pl).
- Mastalerz M., Koźmińska M., Sarnacka A. (2006). Projekty rewitalizacyjne – zawartość i przygotowanie. *Urbanista* 7/2006, 28.
- Podemski K. (2007). Terenowe konsultacje społeczne poświęcone wyborowi obszarów do rewitalizacji w Poznaniu. *Q-MR*, Poznań, 3.
- Raport o stanie i uwarunkowaniach prac planistycznych w gminach na koniec 2008 roku. *PAN, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania*, Warszawa, 2-5, tab. 1-3.
- Uzupełnienie Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego 2004-2006 (tekst jednolity uwzględniający zmiany przyjęte przez Komitet Monitorujący ZPORR w dniu 17.01. 2007 r.). *Dz. U. z 30 maja 2006 r. Nr 102, poz. 706*.
- ZPORR - Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego.(2004). *Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej*, Warszawa.
- Załącznik do uchwały Nr XXII/464/07 Rady Miejskiej w Łodzi z dnia 5.12.2007, 2-3.

URBAN REVITALIZATION IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstract: Urban and brownfield revitalization carried out mainly under EU's programmes IROP and JESSICA significantly contributes to local development, thus becoming part of sustainable development. The article compares examples of revitalization from Lodz and Poznan in terms of their compliance with the principle of sustainable development. Various aspects of the revitalization programmes are analysed: terminology, assessment criteria, the course and content of revitalization processes, selected laws and the status of planning work in the communes.

ADAPTACJA ŻELBETOWEJ KONSTRUKCJI OBIEKTU ZAKŁADÓW GRAFICZNYCH DO ZMODERNIZOWANEGO PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

Mikołaj SYCZEWSKI*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: Opracowano adaptację czynnego obiektu produkcyjnego do nowego procesu technologicznego. Obciążenie stropu w nowym procesie technologicznym było trzykrotnie większe od dopuszczalnego obciążenia użytkowego. Opracowano metodę adaptacji polegającą na wmontowaniu nowej konstrukcji wzmacniającej w istniejącą, zrealizowano konstrukcję, zamontowano nową maszynę i uruchomiono produkcję według nowego procesu technologicznego.

Słowa kluczowe: adaptacja, modernizacja, wzmocnienie konstrukcji.

1. Wprowadzenie

Modernizacja procesów produkcyjnych w istniejących i czynnych obiektach produkcyjnych wiąże się przeważnie z istotnymi problemami technicznymi. Obiekty produkcyjne są bowiem projektowane w nawiązaniu do określonego procesu technologicznego, potrzebnej powierzchni, parku maszynowego i wynikających stąd obciążeń konstrukcji budynku.

Nie istnieje techniczna możliwość zaprojektowania i zrealizowania takich obiektów produkcyjnych, które bez adaptacji byłyby przydatne do dowolnego procesu produkcyjnego. Istotną trudnością w zakresie eksploatacji istniejących obiektów budowlanych jest powszechny brak lub niekompletność dokumentacji technicznej obiektów, które były wybudowane i oddane do użytku przed kilkunastoma lub kilkudziesięcioma latami. Brak dokumentacji można uzupełnić przez wykonanie inwentaryzacji, którą w przypadku architektury można zrealizować bez utrudnień. Istotne problemy powstają natomiast podczas sporządzania inwentaryzacji konstrukcyjnej, gdyż wiąże się to z wykonywaniem odkrywek konstrukcji, badaniem właściwości technicznych materiałów, itp. W przypadku elementów i konstrukcji żelbetowych wykonanie inwentaryzacji konstrukcyjnej jest utrudnione także ze względu na ich specyfikę, a efekt tych prac jest zawsze tylko przybliżony. Przechowywanie dokumentacji z przeprowadzonych adaptacji, remontów, przebudowy, nadbudowy jest także

konieczne, gdyż w przyszłości mogą być realizowane kolejne podobne usprawnienia.

2. Charakterystyka techniczna obiektu

Obiekty Zakładów Graficznych w Białymstoku (rys. 1) były zaprojektowane w roku 1967 a wybudowane w 1971. Budynek produkcyjny, w którym usytuowane są maszyny drukarskie ma wymiary: długość 78,60 m, szerokość 15,70 m. Główny układ konstrukcyjny budynku stanowią trójkondygnacyjne żelbetowe ramy monolityczne, rozstawione co 6,00 m. Na parterze ramy są trójnawowe o rozpiętości naw: środkowa 3,00 m a skrajne po 6,00 m, natomiast na wyższych kondygnacjach ramy są dwunawowe o rozpiętości naw 9,00 m i 6,00 m. Zewnętrzne ściany kurtynowe wykonane są z bloczków gazobetonowych. Aktualny użytkownik nie posiada kompletnej dokumentacji technicznej a projektu konstrukcyjnego nie ma. Na drugiej kondygnacji wywieszono tablice informacyjne o dopuszczalnym obciążeniu stropu nad I piętrzem wynoszącym 1000 kg/m². Na tym stropie ustawione były wzdłuż budynku dwie maszyny drukarskie PLANETA.

Maszyny PLANETA były posadowione na dodatkowych płytach o grubości 25 cm usytuowanych na stropie. Wymiary w planie płyty wynosiły: szerokość 347 cm, długość (wzdłuż budynku) 748 cm. Na kondygnacji pierwszej pod każdą płytą stwierdzono sześć słupów o średnicy 407 mm. Słupy składały się z rur stalowych

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: wb.kkb@pb.edu.pl

wypełnionych betonem. W rdzeniach słupów nie stwierdzono prętów zbrojeniowych. Słupy były oparte na fundamentach blokowych.

Na podstawie wykonanych odkrywek stwierdzono (rys. 2), że słupy przenikały przez strop dla płyty



Rys. 1. Ściana szczytowa budynku produkcyjnego, w którym na kondygnacji II planowany był montaż nowej maszyny drukarskiej: a) przed montażem, b) po montażu (transport podzespołów maszyny odbywał się po zdemontowaniu okna i wyburzeniu podokiennej części ściany; – jasny fragment)



Rys. 2. Wykonywanie odkrywki w stropie nad I kondygnacją na styku z płytą żelbetową na której była ustawiona stara maszyna drukarska PLANETA

i były podporami żelbetowej o grubości 25 cm, będącej posadowieniem dla maszyn PLANETA (rys. 3).



Rys. 3. Słupy stalowo-betonowe o średnicy 407 mm podpierające płytę żelbetową posadowienia maszyn PLANETA

Użytkownik obiektu nie miał dokumentacji technicznych konstrukcji wsporczej pod maszynę ani innych informacji dotyczących posadowienia maszyny. Na podstawie odkrywek stwierdzono, że strop stanowią prefabrykowane płyty SPS oparte na ryglach ram. Grubość stropu SPS wraz z warstwami podłogowymi wynosi 50 cm. Pomiędzy stropem a płytą posadowienia maszyn PLANETA była ułożona warstwa płyty pilśniowej miękkiej, która tworzyła poziomą przerwę dylatacyjną.

Z konstrukcji posadowienia maszyn PLANETA wynika, że nie były one pierwszymi maszynami drukującymi, które zamontowano po wybudowaniu obiektu. Maszyny PLANETA zamontowano w minionym okresie jako modernizację pierwotnego procesu technologicznego.

3. Wymagania dotyczące montażu nowej maszyny

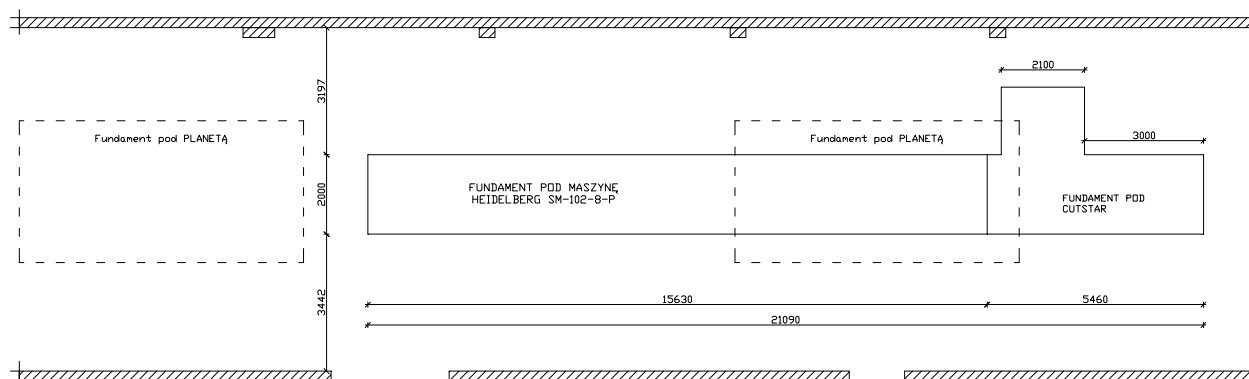
Modernizacją procesu technologicznego było zainstalowanie, zamiast dwóch istniejących, nowej maszyny HEIDELBERG-SM-102-8-P oraz technologicznie z nią połączoną maszyną CUTSTAR. Usytuowanie nowej maszyny określił jej dostawca. Z nowego procesu technologicznego wynikało, że należy zdemontować obie stare maszyny PLANETA i wyburzyć żelbetowe płyty posadowienia, na których były posadowione. Usytuowanie nowej maszyny i obu starych przedstawiono na rysunku 4.

Dostawca nowej maszyny sformułował dodatkowe wymagania dotyczące jej montażu w postaci:

- wymiarów płyty posadowienia (przedstawiono na rysunku 4.),
- obciążenie równomierne na powierzchni posadowienia 30 kN/m^2 ($3\,000 \text{ kg/m}^2$),
- górna powierzchnia płyty posadowienia musi być równa z posadzką stropu,
- ugięcie na długości posadowienia maszyny nie powinno przekraczać $1,0 \text{ cm}$.

Wymogi dotyczące nowej maszyny wykluczały wykorzystanie istniejącej konstrukcji wsporczej maszyny PLANETA. Powierzchnia posadowienia maszyny HEIDELBERG jest większa od powierzchni posadowienia maszyny PLANETA. Istotnym wymogiem technologicznym montażu nowej maszyny, eliminującym szereg stosowanych rozwiązań wzmocnień lub konstrukcji wsporczych, jest trzykrotne zwiększenie obciążenia w stosunku do dopuszczalnego na stropie, mała strzałka ugięcia oraz poziom posadowienia jednakowy z poziomem podłogi w hali produkcyjnej.

Usytuowanie istniejących słupów stalowo-betonowych pokrywa się z fragmentem powierzchni posadowienia maszyny HEIDELBERG i dlatego dokonano oceny nośności tych słupów.



Rys. 4. Zarys usytuowania maszyny drukarskiej HEIDELBERG-SM-102-8-P + CUTSTAR nad stropie nad I kondygnacją (linią przerywaną oznaczono usytuowanie starych maszyn PLANETA)

Charakterystyka techniczna słupów jest następująca:

- średnica zewnętrzna rury stalowej wynosi 407 mm,
- grubość ścianki $t = 8,5$ mm,
- powierzchnia przekroju porzecznego rdzenia betonowego 1194 cm^2 ,
- długość słupa 287 cm,
- powierzchnia przekroju poprzecznego rury $109,1 \text{ cm}^2$,
- obliczeniowa wytrzymałość betonu rdzenia słupa na ściskanie wyznaczona na podstawie badań sklerometrycznych $f_{cd}^* = 8,9 \text{ MPa}$,
- obciążenie od nowej maszyny przypadające na jeden istniejący słup $154,1 \text{ kN}$.

Przydatność słupa określono na podstawie obliczeń jego nośności dla dwóch stadiów:

- a) nośność samego rdzenia betonowego,
- b) nośność stalowej rury bez rdzenia betonowego.

W obu stadiach nośność słupa jest zachowana z zapasem. Nośność samego rdzenia betonowego jest sześciokrotnie większa, a nośność samej rury stalowej jest piętnastokrotnie większa od obciążenia przekazywanego przez nową maszynę. Z powyższego wynika, że konstrukcja i wymiary słupów nie wynikają z obliczeń ich nośności, tym bardziej że maszyna PLANETA przekazuje mniejsze jednostkowe obciążenie na płytę posadowienia niż maszyna HEIDELBERG. Istniejące słupy stalowo-betonowe o średnicy zewnętrznej 407 mm okazały się przydatne do przenoszenia obciążenia od nowej maszyny. Transport zewnętrzny podzespołów maszyny na miejsce montażu odbywał się przez ścianę szczytową, po uprzednim ustawieniu rusztowania na zewnątrz budynku i wyburzeniu fragmentu ściany (rys. 1b.).

4. Metoda adaptacji: wmontowanie nowej konstrukcji w istniejącą

Zwiększenie nośności zginanych elementów żelbetowych uzyskuje się w różne sposoby takie jak: nadbetonowanie, obetonowanie, doklejanie lub dospawanie dodatkowego zbrojenia, powiększenie przekroju poprzecznego przez dodanie dodatkowych elementów stalowych, sprzężenie, dodatkowe podparcia sprzężyste, dodatkowe podpory stałe, ciągną stalowe na dewiatorach, układy prętowe wieszarowe i inne (Kobiak, 1971; Masłowski i Spizewska, 1988 i 2000; Mitzel i in., 1973 i 1982; Pająk i in., 2003; Zaleski i in., 1987 i 1995; Thierry i Zaleski, 1982, 1990). Po przeanalizowaniu sposobów i metod wzmocnień prezentowanych w literaturze okazało się, że nie nadają się one do zastosowania w rozpatrywanym przypadku, ze względu na znaczny wzrost obciążenia użytkowego w stosunku do aktualnie dopuszczalnego. Przy dużym wzroście obciążenia użytkowego należy stosować albo wymianę konstrukcji lub konstruować równoległe konstrukcje wzmacniające (Kobiak, 1971; Masłowski i Spizewska, 1988 i 2000; Mitzel i in., 1973, 1982). Takie rozwiązania problemów adaptacji konstrukcji są pracochłonne i kosztowne, a także mogą stanowić znaczne zakłócenie funkcjonalności technologicznej w czynnych obiektach. Opracowano więc nową metodę adaptacji

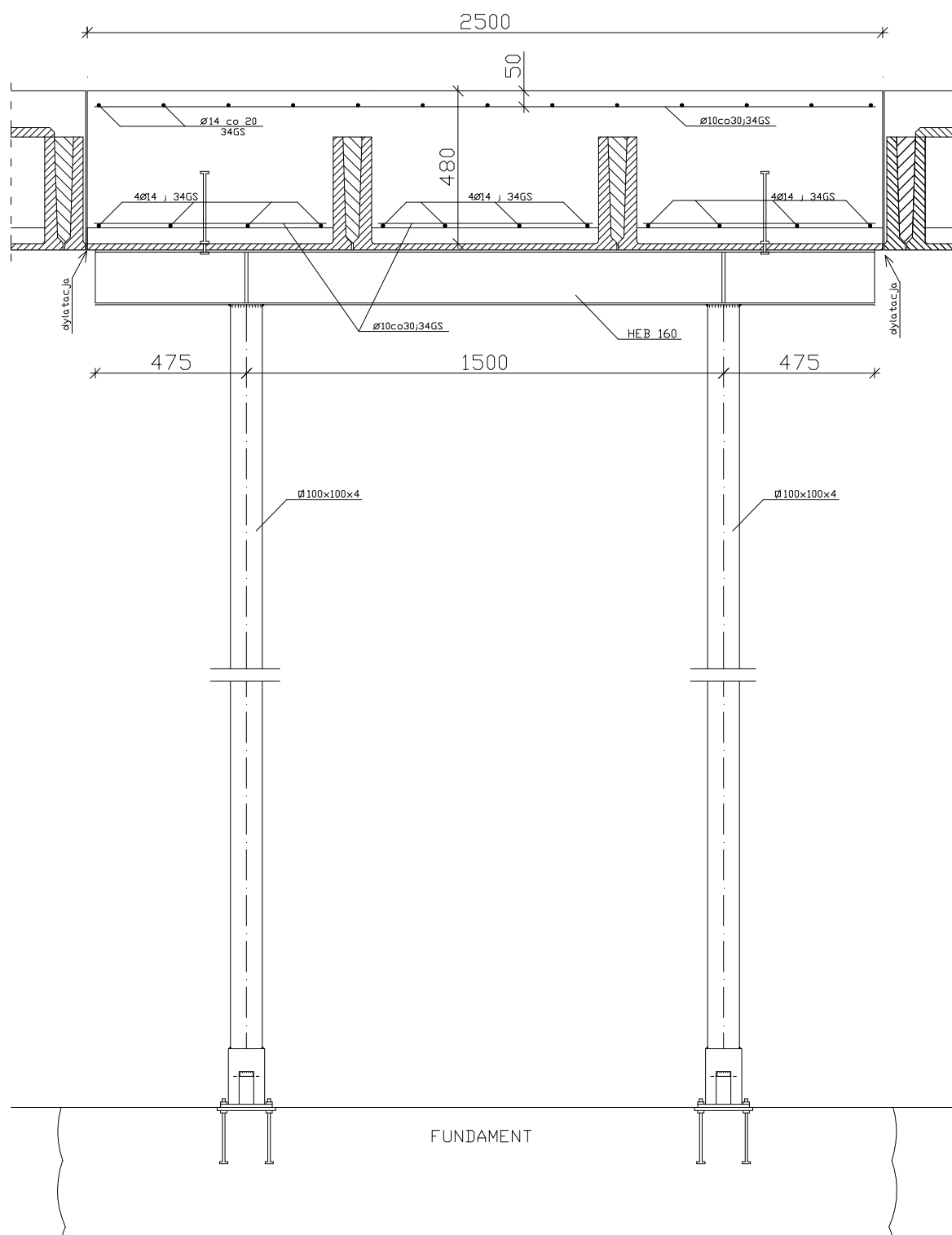
żelbetowej konstrukcji do zmodernizowanego procesu produkcyjnego, którą można nazwać: wmontowanie nowej konstrukcji w istniejącą. Metoda ta charakteryzuje się tym, że po jej zrealizowaniu nowa konstrukcja jest niewidoczna, nie wypełnia dodatkowej przestrzeni technologicznej obiektu, nie stwarza zakłóceń technologicznych, nie szpeci dotychczasowej estetyki wnętrza. W rozważanym przypadku przy zastosowaniu tej metody można adoptować konstrukcję do jeszcze większych obciążeń niż 30 kN/m^2 .

Adaptację żelbetowej konstrukcji stropu do warunków posadowienia maszyny HEIDELBERG poprzedzono pracami demontażowymi wynikającymi z wymogów dostawcy maszyny. Zdemontowano obie maszyny PLANETA, a także wyburzono żelbetowe płyty usytuowane na powierzchni stropu, będące posadowieniem starych maszyn. Następnie usunięto warstwy posadzki oraz górne płyty stropu SPS na obszarze posadowienia nowej maszyny HEIDELBERG i CUTSTAR. Długość pasma demontażu w stosunku do zaleceń dostawcy powiększono aż do ściany szczytowej ze względu na wewnętrzny transport podzespołów maszyny. Jednocześnie zwiększono szerokość pasma do 250 cm ze względu na konstrukcję stropu (układ żeber podłużnych w płytach stropowych SPS). W zdemontowanym obszarze stropu wykonano nową płytę żelbetową ciągłą ośmioprzęsłową o grubości około 48 cm i rozpiętości przęseł 3,00 m. grubość płyty wynikała z grubości istniejącego stropu. Rozpiętość skrajnych przęseł wynosiła 2,50 m (co wynika z rozstawu słupów w konstrukcji budynku). Przyjęta rozpiętość nowej płyty wynikała z wymogów dostawcy w zakresie ugięcia. Obliczone ugięcie zaprojektowanej płyty posadowienia maszyny wynosiło 0,13 cm i jest mniejsze od wymogów dostawcy wynoszącym 1,0 cm, a także od ugięcia normowego wynoszącego 1,5 cm.

Płytę zaprojektowano na obciążenie użytkowe 30 kN/m^2 nie uwzględniając nośności istniejącego stropu. Płyty SPS w obszarze posadowienia nowej maszyny stanowiły szalunek dla nowej płyty (rys. 5).

Zbrojenie podłużne płyty zastosowano górą i dołem w postaci $A_{sg} = 13\emptyset 14$, $A_{sd} = 12\emptyset 14$, wykonane ze stali klasy AIII znaku 34GS. Dolne pręty ułożono na poprzecznych żeberkach płyt SPS, a górne w odległości 5 cm od górnej płaszczyzny płyty. Zbrojenie rozdzielcze górne i dolne przyjęto $\emptyset 10$ co 30 cm. Zbrojenia głównego nie odginano ze względu na prostotę wykonania, a także brak zbrojenia na ścinanie (beton przenosi ścinanie). Płytę posadowienia oddylatowano od istniejącego stropu aby wyeliminować wpływ obciążenia i ugięcia stropu na płytę posadowienia. Po wykonaniu płyty posadowienia maszyny uzyskano równą i gładką górną jej powierzchnię wyrównaną z posadzką stropu. Płyta posadowienia zdolna przenieść obciążenie 30 kN/m^2 jest niewidoczna, gdyż jest wmontowana w istniejący strop (rys. 6).

Równoległe z rozebraniem płyty posadowienia maszyn PLANETA na kondygnacji pierwszej wykonano fundamenty pod słupy podpierające strop (rys. 7). Fundamenty wykonano blokowe, betonowe o wymiarach



Rys. 5. Przekrój poprzeczny posadowienia nowej maszyny drukarskiej HEIDELBERG-SM-102-8-P + CUTSTAR, posadowienie tworzy nowa konstrukcja wbudowana w istniejącą



Rys. 6. Fragment posadowienia nowej maszyny na poziomie stropu nad I kondygnacją. Posadowienie na obwodzie jest oddzielone dylatacją od stropu hali



Rys. 7. Kondygnacja I. Podparcie płyty posadowienia maszyny HEIDELBERG-SM-102-8-P + CUTSTAR

rzutu poziomego 2,70 x 1,00 m z tym, że w obszarze posadowienia CUTSTARA długość fundamentu zwiększono do 4,30 m.

Rozstaw fundamentów przyjęto równy 3,00 m (w skrajnych polach 2,50 m). Podparcie płyty posadowienia stanowią poprzeczne układy ramowe składające się z dwóch słupów stalowych i rygla. Słupy stalowe zaprojektowano i wykonano z rur o przekroju kwadratowym 100x100x4 mm, a rygla z dwuteowników HEB 160. Słupy stalowe nie stanowią żadnego utrudnienia ani zakłócenia użytkowania kondygnacji pierwszej, gdyż tam są usytuowane pomieszczenia socjalne pracowników (umywalnie, wc, przebieralnie). Konstrukcja podpierająca nie zmniejsza także wysokości pomieszczeń na pierwszej kondygnacji. Słupy stalowe podpierające płytę posadowienia maszyny są filigranowe w porównaniu z istniejącymi słupami stalowo-betonowymi wykonanymi do podparcia maszyn PLANETA.

5. Podsumowanie

Adaptację żelbetowej konstrukcji obiektu do trzykrotnie zwiększonego obciążenia, wynikającego z montażu nowej maszyny, opracowano i zrealizowano metodą wbudowania nowej konstrukcji w istniejącą. W tej metodzie nowa konstrukcja na kondygnacji II jest niewidoczna, nie zajmuje przestrzeni użytkowej i nie stanowi utrudnienia technologicznego. Konstrukcja wsporcza na kondygnacji I również nie stanowi przeszkody w eksploatacji pomieszczeń.

Stosowanie wszelkich wzmocnień konstrukcji, wynikających z ich niewystarczających nośności bądź ze zwiększonego obciążenia, powinno być poprzedzone

szczegółową analizą różnych stosowanych systemów i metod wzmocnień, a przyjęte do realizacji rozwiązania powinny być dostosowane do istniejącej konstrukcji i szczegółowych uwarunkowań.

Literatura

- Kobiak J. (1971). Błędy w konstrukcjach żelbetowych. *Arkady*, Warszawa.
- Masłowski E., Spiżewska D. (1988, 2000). Wzmocnienie konstrukcji budowlanych. *Arkady*, Warszawa.
- Mitzel A., Stachurski W., Suwalski J. (1973, 1982). Awarie konstrukcji betonowych i murowych. *Arkady*, Warszawa.
- Pająk Z., Piekarczyk A., Starosolski W. (2003). Wzmocnienie żelbetowych stropów płytowych wklejanymi kotwami – analiza, badania, realizacja. *Przegląd Budowlany*, 6/2003, 44-47.
- Praca zbiorowa (1987, 1995). Remonty budynków mieszkalnych, S. Zaleski (red.), *Arkady*, Warszawa.
- Thierry J., Zaleski S. (1982, 1990). Remonty budynków i wzmacnianie konstrukcji. *Arkady*, Warszawa.

CONVERSION OF REINFORCED STRUCTURE OF THE GRAPHIC FACTORY BUILDING TO MODERNIZED TECHNOLOGICAL PROCESS

Abstract: In paper the conversion of open production building to the new technological process was worked out. The load on the ceiling in new technological process was three times higher than acceptable. The adaptation method based on fitting new construction into existing one was worked out. The construction was done, new machine was installed and production according to new technological process was started.

EKSPLOATACYJNE PROBLEMY TECHNICZNE W STARYCH BUDYNKACH WIELORODZINNYCH PO MODERNIZACJI DACHÓW

Mikołaj SYCZEWSKI*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: W pracy przedstawiono eksploatacyjne problemy techniczne, które powstały w wielorodzinnych starych budynkach mieszkalnych po wykonaniu modernizacji dachu. W wielorodzinnych budynkach mieszkalnych wybudowanych metodą tradycyjną w latach pięćdziesiątych dokonano modernizacji dachu polegającej na zmianie pokrycia z dachówki ceramicznej na blachodachówkę. W przedstawionej sytuacji takiej modernizacji, po wymianie pokrycia, w porach zimowych po śnieżnych i mroźnych okresach, następowało intensywne oblodzenie rynien, rur spustowych oraz przyokapowych fragmentów dachu. Powstawały także zacieki na ścianach i sufitach, a nawet zalewania w mieszkaniach położonych na najwyższej kondygnacji. W celu podjęcia środków zaradczych przeprowadzono pomiary temperatury na poddaszu, odkrywki stropu i warstw pokrycia przy okapie, analizę zjawiska, ustalono przyczyny i określono sposoby eliminowania występowania zjawisk destrukcyjnych.

Słowa kluczowe: modernizacja połaci dachowej, oblodzenia, okap połaci dachowej.

1. Charakterystyka konstrukcji dachu i stropu ostatniej kondygnacji budynków

Tematyka opracowania dotyczy wielorodzinnych budynków mieszkalnych wybudowanych, w latach pięćdziesiątych w Białymstoku, metodą tradycyjną. Są to budynki cztero- i pięciokondygnacyjne murowane z cegły ceramicznej ze stropami żelbetowymi gęstożebrowymi, więźbą dachową drewnianą o pochyleniu połaci dachowych wynoszącym około 40°. Pokrycie budynków było wykonane z dachówek ceramicznych. Do krokwi na długości około 150 cm licząc od dolnego ich końca były przymocowane nadbitki wyrównujące dolne fragmenty połaci dachowych. W połaciach dachowych nie stosowano dodatkowego ocieplenia. Ocieplenie najwyższego stropu było wykonane z polepy, w skład której wchodziły różnorodne materiały takie jak: trociny, kawałki cegieł, dachówek, zaprawy, a także gruz, żużel, itp. Warstwę dociskową stanowił drobnoziarnisty beton, który był jednocześnie posadzką betonową na poddaszu.

Warstwa drobnoziarnistego betonu ułożona na polepie była wykonana niekiedy jako niedylatowana. Dostęp mieszkańców na poddasze (suszarnie, składowiska, itp.) przyczynił się do licznych uszkodzeń warstwy betonowej ułożonej na sypkim materiale polepy. Czynniki te spowodowały dość szybkie uszkodzenia warstwy betonowej początkowo jako spękania, a potem całkowite rozkruszenie. Wytrzymałość betonu warstwy dociskowej

jest niska, co wynikało z trudności technologicznych podczas jej wykonania (zagęszczenie cienkiej warstwy na sypkim podłożu). Podczas eksploatacji budynków nie dokonywano naprawy warstwy betonu, gdyż nie stanowiło to ważkiego problemu użytkowego lub konstrukcyjnego budynku. Po rozkruszeniu warstwy dociskowej (głównie w obszarze najintensywniejszego ruchu mieszkańców) nastąpiło dodatkowe lokalne zmniejszenie grubości polepy i zmniejszenie izolacyjności termicznej stropu. Grubość warstwy polepy wynosiła od 3 cm do 13 cm. W starych budynkach polepy były powszechnie stosowane jako warstwy izolacji termicznej i akustycznej, chociaż były przeważnie materiałem zróżnicowanym pod względem składu, charakteryzowały się słabą izolacyjnością termiczną, ale za to były „dobrym” dociążeniem stropów i stropodachów. Nowe materiały stosowane do izolacji charakteryzują się dobrą izolacyjnością termiczną i małym ciężarem własnym, co w łatwy sposób umożliwia wymianę polepy na nowy materiał bez wymogu sprawdzania nośności konstrukcji stropów lub potrzeby ich wzmacniania.

2. Modernizacja dachu

W budynkach przed kilkoma laty wykonano modernizację dachów. Modernizacja polegała na zamianie istniejącego pokrycia na nowe, tj. dachówkę ceramiczną zamieniono

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: wb.kkb@pb.edu.pl

na blachodachówkę. Po zdemontowaniu istniejącego pokrycia wraz z łatami ułożono folię paroprzepuszczalną mocowaną bezpośrednio do krokwi (Zgoła, 1997). Na krokwiach wzdłuż ułożono kontrłaty, a na nich łaty i blachodachówkę mocowaną wkrętami samogwintującymi. Przestrzeń pomiędzy folią paroprzepuszczalną i blachodachówką stanowiła wentylację połaci dachowych (Patoka, 2010; Schild i in., 1982, 1992). W kalenicy nie stosowano otworów do wentylowania poddasza. Ze strony zewnętrznej w kalenicy ułożono blaszane gąsiorzy mocowane do blachodachówki (rys. 1).



Rys. 1. Wloty przy okapie i wyloty przy kalenicy do przestrzeni wentylacyjnej połaci dachowej

Przestrzeń między dolną krawędzią gąsiora i blachodachówką stanowiła otwory wylotowe przestrzeni wentylowanej. W obszarze okapu blachodachówka była układana na skrajnych łatach. Również dolną krawędź folii paroprzepuszczalnej mocowano do górnych powierzchni skrajnych łat. Do skrajnych łat mocowano także pasy nadrynnowe, przykrywając dolny fragment uprzednio ułożonej folii paroprzepuszczalnej. Przy okapie przestrzeń pomiędzy skrajną łatą i blachodachówką stanowiła wloty do szczeliny wentylacyjnej połaci dachowej. Przestrzenie wlotowe i wylotowe łączące szczeliny wentylacyjne z powietrzem zewnętrznym były wypełnione porowatymi spienionymi uszczelkami, które dodatkowo wydatnie zmniejszały powierzchnię wlotu i wylotu w stosunku do przekroju poprzecznego szczeliny w środkowym obszarze połaci dachowej. Uszczelki stosowano jednak w kalenicy i przy okapie ze względu na wyeliminowanie możliwości nawiewania śniegu

w okresie zimowym i deszczu w okresie letnim, szczególnie podczas opadów połączonych z silnym bocznym wiatrem (rys. 2).



Rys. 2. Fragmenty okapu po częściowym demontażu pokrycia dachowego

Stosowanie uszczeliek uważano za konieczne również ze względu na możliwość gnieźdzenia się ptaków i owadów w nieszczelnościach dachów (Byrda, 2000; Patoka, 2010). Podczas modernizacji pokrycia budynków nie stosowano dodatkowego ocieplenia połaci dachowych. Również nie zmieniono ocieplenia najwyższego stropu w budynkach. Podczas wymiany pokrycia nie stosowano dodatkowych rozwiązań, które umożliwiłyby dodatkową bezpośrednią wentylację poddasza.

3. Problemy eksploatacyjne po modernizacji dachu

Eksploatacyjne problemy wystąpiły po realizacji modernizacji w okresach zimowych, a szczególnie w okresie zim na przełomie lat 2009/2010 i 2010/2011. W obszarach rynien i rur spustowych powstawało bardzo intensywne oblodzenie. Lodem były wypełnione rynny i rury spustowe w górnej części. Z gzymsów podrynnowych, rynien i rur spustowych wisały grube i długie sople lodu. Oblodzenie było na tyle intensywne, że wzywano ekipy specjalistyczne do usunięcia nawisów lodowych i sopli. Oblodzenie stwarzało zagrożenie dla mieszkańców i osób przebywających w bezpośredniej bliskości budynku. W okresach zimowych po usunięciu istniejącego oblodzenia, pojawiało się następne. Oprócz nawisów lodowych i sopli powstawały intensywne

zawilgocenia i oblodzenia zewnętrznych powierzchni ścian. Na najwyższych kondygnacjach w mieszkaniach powstawały bardzo intensywne zawilgocenia i zalewanie wodą wewnętrznych powierzchni ścian i stropów. Z wywiadów przeprowadzonych z mieszkańcami budynków wynika, że w minionych okresach, gdy budynki były pokryte dachówką ceramiczną, nie występowały tak intensywne oblodzenia i przecieki. Wybrane fragmenty oblodzenia, zawilgocenia i zacieków przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Oblodzenia i sople lodowe w obszarze okapu. Na ścianach są plamy po zaciekach. Największa długość sopli wynosi około 150 cm

4. Przyczyny powstawania zjawisk destrukcyjnych

Niska izolacyjność termiczna stropu nad najwyższą kondygnacją mieszkalną powodowała duże straty ciepła w pomieszczeniach mieszkalnych najwyższej kondygnacji w okresie zimowym. Jednocześnie powodowało to wzrost temperatury na poddaszu, gdyż strop stanowił swoistą płaszczyznę grzejną dla poddasza. Było to także zjawisko bardzo niekorzystne ze względu na bilans ciepło-wilgotnościowy mieszkań na najwyższym piętrze. Przeprowadzono pomiary temperatury zewnętrznej i na poddaszu w okresie zimowym. Temperatura na poddaszu była wyższa od temperatury zewnętrznej. Różnica temperatury zewnętrznej i na poddaszu zależy od wartości temperatury zewnętrznej. Przy ujemnej temperaturze zewnętrznej wynoszącej od -2°C do -5°C różnica temperatur wynosiła $7,2^{\circ}\text{C}$, a przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej od -6°C do -9°C różnica ta była

równa $10,8^{\circ}\text{C}$. Tak znaczna różnica temperatur sprzyjała topnieniu śniegu przy kilkustopniowej ujemnej temperaturze powietrza zewnętrznego. Woda powstała z topnienia śniegu spływała w kierunku okapu i rynien. Na rynny i gzymsy nie było oddziaływania ciepła z poddasza i dlatego woda tam zamarzała, tworzyły się sople i oblodzenia rynien, rur spustowych i okapu. Nawarstwianie lodu sprzyjało gromadzeniu się wody na blachodachówce, a następnie powstawały przecieki przez wszelkie nieszczelności. Dolna krawędź folii paro-przepuszczalnej była przykryta pasem nadrynnowym, folia w obszarze okapu była pomarszczona, nienaprzężona, na folii były różnorodne zanieczyszczenia (rys. 4).



Rys. 4. Widok połaci dachowej z poddasza

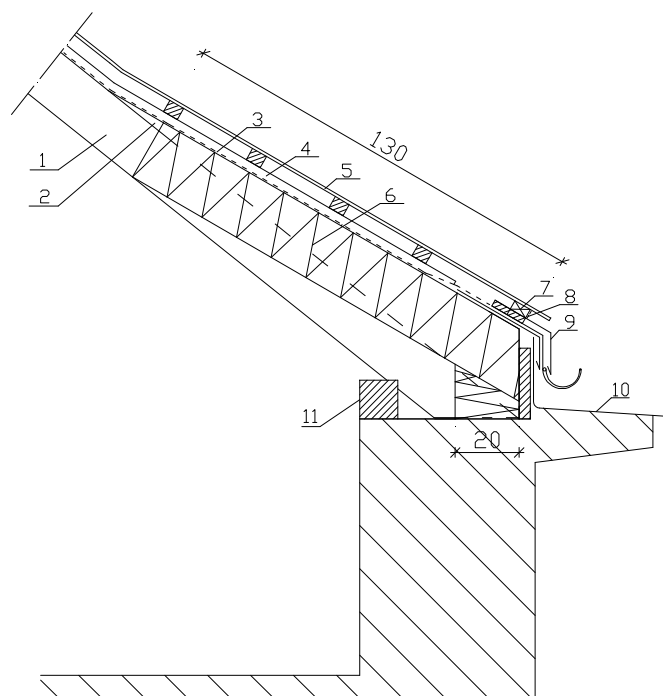
Taki stan powodował przenikanie wody pod pas nadrynnowy, a następnie jako zacieki na zewnętrzne powierzchnie ścian i do mieszkań.

Istotnym czynnikiem zmniejszającym oblodzenie dachu w obszarze okapu byłaby intensywna wentylacja przestrzeni poddasza za pośrednictwem otworów wentylacyjnych lub wywietrzników. Taka wentylacja spowodowałaby obniżenie temperatury na poddaszu i zmniejszenie intensywności topnienia śniegu na połaci dachowej.

Innym czynnikiem zmniejszającym topnienie śniegu na dachu byłaby izolacja termiczna ułożona na całej powierzchni połaci dachowych, lub wymiana polepy na poddaszu na współczesną termoizolację o właściwej grubości jej warstwy. Takie rozwiązania obniżyłyby temperaturę w wentylowanej pustce powietrznej połaci. Na niekorzystne zjawiska oblodzenia fragmentów okapu miały także wpływ takie czynniki jak: zbyt małe powierzchnie wlotów i wylotów z pustki wentylacyjnej w połaciach dachowych, zbyt krótki zakład blachodachówki i pasa nadrynnowego, lokalnie bardzo małe lub zerowe spadki rynien, nienaprzężona a także pomarszczona folia paro-przepuszczalna, „korkowanie” wlotów i wylotów pianką spienioną.

5. Przebudowa okapowej części połaci dachowej

Okapową część połaci dachowej zaleca się przekonstruować zgodnie z rozwiązaniem przedstawionym na rysunku 5.



Rys. 5. Zabezpieczenie części okapowej dachu przed powstawaniem oblodzenia i zacieków. 1 – krokiew, 2 – nadbitka krokwi, 3 – folia paroprzepuszczalna, 4 – kontrłata, 5 – blachodachówka, 6 – ocieplenie z wełny mineralnej, 7 – odcinkowe łąty, 8 – siatka, 9 – pas nadrynnowy, 10 – pas podrynnowy i obróbka blacharska gzymsu, 11 – murlata

Pokrycie dachowe należy częściowo zdemontować w paśmie umożliwiającym dostęp do pasa nadrynnowego i skrajnych łąt. Po usunięciu pasa nadrynnowego i skrajnych łąt należy zamontować pas podrynnowy i do jego górnej powierzchni przykleić dolną krawędź folii paroprzepuszczalnej, likwidując jej pomarszczenia i wszelkie zanieczyszczenia technologiczne. Następnie należy zamocować przyokapową łątę i do niej przymocować pas nadrynnowy. W miejscach mocowania blachodachówki przy okapie należy zamocować odcinkowe łąty o długości około 10 cm. Po przymocowaniu blachodachówki pomiędzy łątami odcinkowymi powstaną otwory wlotowe do przestrzeni wentylacyjnej połaci. Przed ingerencją ptaków i owadów powierzchnię wlotową należy zabezpieczyć plastikową siatką mocowaną do łąt odcinkowych. Powiększenie dotychczasowej powierzchni wlotu (która wynosiła tylko 75 cm²/mb okapu) poprawi efektywność wentylacji połaci dachowej. Od strony poddasza należy ocieplić płytami z wełny mineralnej przyokapowy fragment połaci dachowej oraz pionową deskę okapową. Poprawa efektywności wentylacji oraz ocieplenie przyokapowego fragmentu połaci spowoduje w okresie zimowym obniżenie temperatury blachodachówki i pionowej deski, a to będzie eliminowało możliwość topnienia śniegu w obszarze okapu przy niewielkich mrozach i powstawanie oblodzenia.

Niezależnie od przedstawionej przebudowy części połaci dachowej, należy wykonać docieplenie stropu nad najwyższą kondygnacją, co spowoduje obniżenie temperatury na poddaszu w okresie zimowym, a także

poprawi ogólny bilans cieplny mieszkań na najwyższej kondygnacji. Obniżenie temperatury na poddaszu, a także temperatury blachodachówki, będzie także przeciwdziałać topnieniu śniegu na dachu i powstawaniu oblodzenia w obszarze okapu.

Literatura

- Patoka K. (2010). Wentylacja dachów i stropodachów. *Medium, Dom Wydawniczy*, Warszawa.
- Byrdy Cz. (2000). Ciepłochronne stropodachy budynków. *Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej*, Kraków.
- Zgoła B. (1997). Folie budowlane elementem nowoczesnego budownictwa. *Materiały Budowlane*, 7/1997.
- Schild E., Oswald R., Rogier D., Schweikert H., Schnapauff V. (1982, 1992). Słabe miejsca w budynkach. T. I. Dachy płaskie, tarasy, balkony. *Arkady*, Warszawa.

PROBLEMS OF TECHNICAL EXPLOITATION IN OLD MULTI-FAMILY BUILDINGS AFTER MODERNIZATION OF THEIR ROOFS

Abstract: In multi-family buildings after replacing ceramic tiles with metal tiles, in winter periods, intensive icing of rain pipes, outlet pipes and parts of the roof near eaves were appeared. Damp patches on the external walls and in flats were appeared too. In paper the reasons of coming out of this destructive phenomenon were identified and ways of their elimination were presented.

OCENA I PROGNOZOWANIE STANU DEGRADACJI KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH

Aleksandr VASILEV*

Beloruski Gosudarstvennyj Universitet Transporta, ul. Kirova 34, Gomel, Republika Belarus

Streszczenie: Na podstawie przeprowadzonych przez autora badań obiektów o konstrukcji żelbetowej, opracowano sposób oceny i prognozowania ich stanu degradacji. Zaproponowany sposób może być zastosowany do oceny stanu istniejących starych budowli, obiektów w których wystąpiły długotrwałe przerwy w ich realizacji, a także w przypadkach rekonstrukcji, renowacji i rewitalizacji obiektów i konstrukcji żelbetowych.

Słowa kluczowe: karbonatyzacja, degradacja.

1. Wprowadzenie

Przy realizacji rekonstrukcji, renowacji, rewitalizacji, remontach, przebudowach, nadbudowach, a także przy wznowieniu budowy niedokończonych obiektów żelbetowych, należy dokonać oceny stanu betonu i żelbetu. Również bardzo istotnym problemem byłoby opracowanie prognozowania zmiany jakościowych charakterystyk betonu i zbrojenia w zależności od warunków środowiskowych, w których znajduje się konstrukcja.

Na Białorusi jest sporo obiektów budowlanych w stadium nieukończenia stanu surowego, których budowę zaprzestano lub przerwano. W większości takich budowli główny szkielet stanowiły konstrukcje żelbetowe. Nieukończone konstrukcje, po zaniechaniu lub przerwaniu realizacji, nie były zabezpieczone przed szkodliwym wpływem zewnętrznych czynników atmosferycznych. W przypadkach wznowienia budowy, bardzo istotną rolę odgrywa, aktualny stan techniczny uprzednio zrealizowanych elementów lub fragmentów obiektów

2. Proponowane metody oceny

Do oceny stanu degradacji elementów żelbetowych można wykorzystać metody pH- i karbometrii (Praca zb. pod red. Kudrawcewa, 2003). Wskaźnik pH jest ważną charakterystyką betonu, określającą stopień ochrony zbrojenia i stabilny stan minerałów kamienia cementowego podczas oddziaływania na niego wody, dwutlenku węgla i zmian temperatury. Wskaźnik

karbonatyzacji K charakteryzuje ilościowy stan karbonatów w cementowo-piaskowej frakcji betonu. Do oceny stanu betonowych i żelbetowych elementów oraz możliwości prognozowania zmiany jakościowych i ilościowych charakterystyk niezbędne będzie określić zmianę powierzchniowej wytrzymałości betonu w zależności od wskaźnika pH, a także zmianę pH i K w czasie z uwzględnieniem warunków zewnętrznych. Powierzchniową wytrzymałość betonu określono przy wykorzystaniu elektronicznego przyrządu do pomiaru wytrzymałości IPS-MG-4.

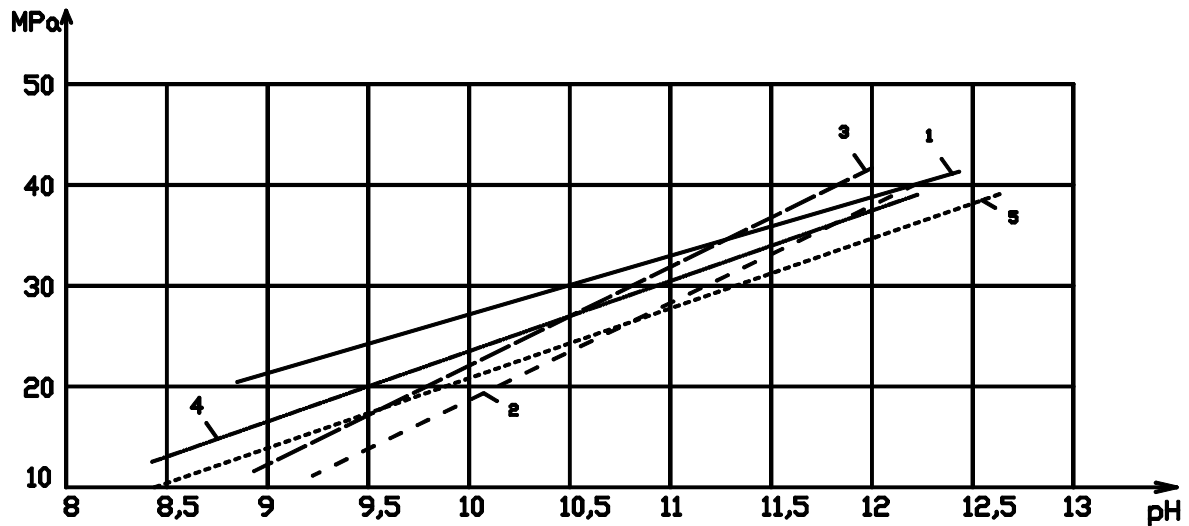
Po przebadaniu szeregu konstrukcji i obiektów określono powierzchniową wytrzymałość betonu w różnych elementach oraz oznaczono wskaźnik pH wodnych roztworów rozkruszonego betonu, pobranego w miejscach pomiaru powierzchniowej wytrzymałości betonu (Kudrawcew i in., 2003).

Wyniki pomiarów opracowano metodą najmniejszych kwadratów. Zależności dla różnych rodzajów elementów żelbetowych przedstawiono na rysunku 1.

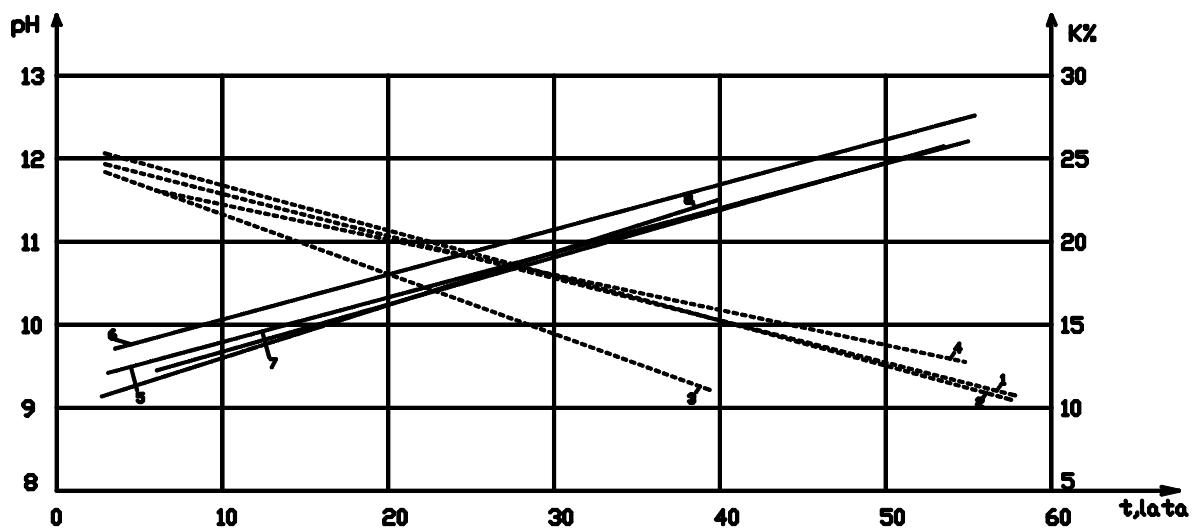
Na podstawie opracowanych wyników badań można stwierdzić liniową zależność wytrzymałości betonu od wskaźnika pH. Uzyskano także liniowe zależności wskaźników pH i K od wieku konstrukcji lub elementów, znajdujących się pod wpływem oddziaływania zewnętrznych warunków atmosferycznych. Wykresy zależności przedstawiono na rysunku 2.

Istotnym czynnikiem, zmniejszającym trwałość konstrukcji, jest utrata przez beton zdolności do pasywacji powierzchni zbrojenia, co może powodować powstanie powierzchniowej korozji prętów zbrojeniowych. Karbonatyzacja betonu, zachodząca pod wpływem

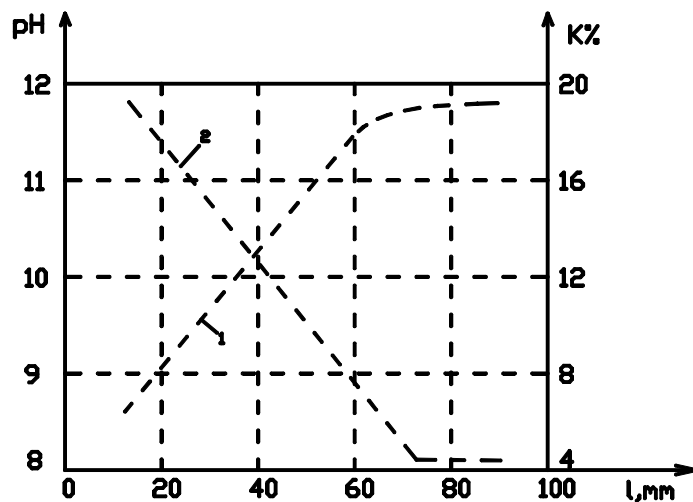
* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: aleksandr.vasilev39@tut.by



Rys. 1. Zależność powierzchniowej wytrzymałości betonu od wskaźnika pH dla elementów poddanych działaniu warunków atmosferycznych: 1 – słupy, 2 – rygle, 3 – płyty żelbetowe, 4 – płyty typu PK, 5 – belki



Rys. 2. Zależność wskaźników pH i K od czasu, dla warunków atmosferycznych. Zależności pH: 1 – słupy, 2 – rygle, 3 – płyty żelbetowe, 4 – płyty typu PK, 5 – słupy, 6 – rygle, 7 – płyty żelbetowe, 8 – płyty typu PK



Rys. 3. Zależność wskaźników pH i K od grubości zewnętrznej warstwy betonu, dla elementów poddanych działaniu warunków atmosferycznych.

wilgoci i dwutlenku węgla, powoduje zubożenie betonu i utratę zdolności pasywacyjnych. Szybkość przebiegu karbonatyzacji zależy od ilości materiału, zawartości dwutlenku węgla w środowisku, rodzaju cementu, szczelności i stanu zawilgocenia betonu.

W wyniku badania kilkuset konstrukcji żelbetowych przeprowadzonych przez autora z zespołem pracowników, opracowano kryterium fizyko-chemicznych wskaźników konstrukcji żelbetowych zgodnie z którymi przy $\text{pH} = 11,5$ do $12,8$ wytrzymałość betonu jest maksymalna, a pręty zbrojeniowe znajdują się w pasywnym stanie. Przy $\text{pH} = 11,5$ do $10,5$ rozpoczyna się korozja prętów zbrojeniowych w środowisku wilgotnym. Szybki rozwój korozji zbrojenia i znacząca degradacja betonu następuje gdy $\text{pH} = 10,5$ do $9,5$. Zniszczenie przyczepności betonu do zbrojenia powstaje przy dalszym zmniejszaniu wskaźnika do $\text{pH} = 9,5$ do $8,5$ (Praca zbiorowa pod red. Kudrawcewa, 2003). W literaturze przedmiotu można znaleźć powyższe dane z nieznacznie różniącymi się przedziałami. Wyniki badań przeprowadzonych przez autora wraz z zespołem (Kudrawcew i in., 2000 i 2003; Praca zbiorowa pod red. Kudrawcewa, 2003) znajdują potwierdzenie w pracach innych autorów (Fagerlung, 1997; Ścisławski, 1999), chociaż autor pracy (Ścisławski, 1999) podaje, że beton traci właściwości ochronne, gdy pH obniży się poniżej $11,8$, a przy wartości $8,3$ następuje pełna karbonatyzacja.

Prognozowanie stanu betonu i zbrojenia w konstrukcjach polega na określeniu zależności wskaźnika pH , a także stanu betonu w strefie ułożenia zbrojenia od stopnia karbonatyzacji. Na podstawie wyników badań szeregu konstrukcji żelbetowych, opracowano zależności pH od grubości warstwy i warunków eksploatacji. Dla zewnętrznych warunków atmosferycznych zależność tą przedstawiono na rysunku 3.

Na podstawie zależności przedstawionej na rysunku 3. można prognozować zmianę wskaźnika pH na pewnej głębokości od powierzchni zewnętrznej elementu i na tej podstawie ocenić stan zbrojenia. Wykorzystując metodę pH metrii i karbometrii można ocenić stan elementów betonowych lub żelbetowych i prognozować zmianę stanu w czasie, na podstawie analizy fizykochemicznej pobranych próbek betonu.

Oprócz wpływu czynników przedstawionych w niniejszej pracy, istotny wpływ na trwałość elementów

żelbetowych ma stan obciążeń i rodzaj naprężeń (Piasta, 2000), a także destrukcyjne naprzemienne oddziaływanie ujemnych temperatur (Fagerlung, 1997).

3. Podsumowanie

Na podstawie opracowanych wyników badań szeregu konstrukcji i elementów żelbetowych autor przekłada metodę pomiarów pH i karbometrii do oceny stanu i prognozowania zmian charakterystyk jakościowych betonu w elementach i konstrukcjach żelbetowych.

Literatura

- Fagerlung G. (1997). Trwałość konstrukcji betonowych. *Arkady*, Warszawa.
- Kudrawcew I. A., Bogdanow W.P., Vasilev A.A. (2000). Issledovanie karbonizacji železobetonnoj konstrukcji s dlitelnym srokom eksploatacji. *Materiały, technologii, instrumenty*. T.5, nr 3.
- Kudrawcew I.A., Bogdanow W.P., Vasilev A.A. (2003). Issledovanie mechanizma wzaimodejstvija rastworow $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w kontakte s CO_2 wozducha. *Materiały, technologii, instrumenty*. T.8, nr 2.
- Piasta W.G. (2000). Korozja siarczanowa betonu pod obciążeniem długotrwałym. *Monografie, studia, rozprawy*. Politechnika Świętokrzyska. Kielce.
- Praca zbiorowa pod redakcją Kudrawcewa (2003). Diagnostyka, eksploatacja i remont zdani i sooruzenij. Posobie po specialnosti: Techničeskij nadzor. *Belgu*. Gomial.
- Ścisławski Z. (1999). Ochrona konstrukcji żelbetowych. *Arkady*, Warszawa.

ESTIMATION AND FORECASTING THE STATE OF DEGRADATION FOR REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

Abstract: Based on author's research the way of estimation of the building reinforced concrete structure and forecast its degradation state were worked out in the paper. Proposed method can be used to estimate of existing old building condition, in which long breaks in its execution were occurred and in the cases of reconstruction, renovation and revaluation of buildings and reinforced concrete structures.

SKUTECZNE ZARZĄDZANIE ROSZCZENIAMI W BUDOWNICTWIE

Marek WIRKUS*, Roman TRZCIŃSKI

Wydział Zarządzania i Ekonomii, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, Gdańsk

Streszczenie: W publikacji zaprezentowano kluczowe zagadnienia zarządzania roszczeniami w budownictwie. Przedstawiono cele, rodzaje oraz strategię gospodarki roszczeniowej przedsiębiorstw. Opisano koncepcję metodyki dostosowanej do obecnych warunków gospodarczych w obszarze zarządzania roszczeniami. Przedstawiono wyniki badań oraz efekty pilotażowych czynności wdrożeniowych metodyki CM w spółce budowlanej o średniej wielkości zatrudnienia.

Słowa kluczowe: zarządzanie roszczeniami, budownictwo, Claim Management.

1. Wprowadzenie

Obecnie zakończenie projektu sukcesem w budownictwie staje się coraz trudniejsze. Złożoność prac na placach budów, konieczność stosowania wymagających, specjalistycznych technologii robót budowlanych, nierytmicznie zasilany budżet, oraz stale skracany czas realizacji projektu utrudniają jego realizację. Silna konkurencja wywiera presję współzawodnictwa przyczyniając się pośrednio do spadku zysków, wymuszając stosowanie niskich, przetargowych (graniczących z opłacalnością) marż. W skutek czego, przedsiębiorcy budowlani są obecnie zmuszeni do tworzenia ofert w których kalkulują swoje koszty w pobliżu granicznych (minimalnych) wartości oraz zmuszeni są do sięgania po nadwątlone rezerwy. W niektórych przypadkach trzeba liczyć się z niebezpieczeństwem zaistnienia konieczności dopłaty do realizowanego przedsięwzięcia, aby nie wypaść z rynku. W efekcie prowadzi to do stawiania większego nacisku na stosowanie metod zarządzania biznesowego w realizacji zleceń. Od kilku lat wykrystalizował się pogląd, że poprawa efektywności, może być uzyskana nie tylko przez doskonalenie procesu produkcyjnego i samego produktu, ale również przez wykorzystanie zaburzeń oraz niepełnego sprecyzowania kontraktowych warunków w projekcie. Zwykle, klient ma własne odrębne potrzeby oraz dodatkowe oczekiwania, które oznajmia w początkowych etapach realizacji projektu. Pociąga to za sobą zmiany treści umowy oraz zwiększenie zakresu świadczonych usług. Zamawiający musi wówczas liczyć się z faktem, że zapłaci dodatkowe należności (ang. *claims*), ponieważ te zmiany ustaleń kontraktu

powodują powstanie nieprzewidywalnych wcześniej kosztów, które poniesie wykonawca, jak również mogą one generować opóźnienia w realizacji harmonogramu. Jednakże konsekwencje wynikające z naliczenia dodatkowych kosztów wywołanych zmianą dotyczącą dostaw oraz świadczenia usług w umowie, niechętnie są akceptowane przez zlecającego te prace inwestora. Inwestor z reguły nie chce za nie płacić. Jednakże dzięki aktywnemu wykorzystaniu tychże należności kierownictwo projektu uzyskuje pomoc finansową, która jest dodatkowym wsparciem ekonomicznym projektu. Trzeba więc zadbać o to, aby korzyści tych nie utracić. Jest to powód rosnącego zainteresowania w budownictwie zarządzaniem roszczeniami, które z powodzeniem wykorzystuje jego wypracowane formy. Zdeterminowane zarządzanie roszczeniami w biznesie projektu jest konieczne i działa w połączeniu z zoptymalizowanym zarządzaniem zmianami. Zarządzanie zmianami w zakresie zarządzania zmianą kosztów, albo harmonogramu w projekcie, często decyduje o jego sukcesie lub porażce. Dlatego też wczesne wykrycie zmian w odniesieniu do zagadnień technicznych i handlowych, jest niezbędne do ukierunkowania działań w zarządzaniu nimi. Publikacja ta ujmując kwestie obsługi roszczeń przez odpowiednie kierowanie zaleceniami i procedurami w zarządzaniu tokiem projektu. Ich głównym celem jest całkowite wykorzystanie wszystkich możliwych żądań oraz szans w rozpatrywanym projekcie i w rezultacie zapewnienie ukończenia sukcesem jego realizacji.

Opracowanie jest podzielone na cztery części: pierwsza część definiująca zagadnienia mówi o podstawach konfigurowania zmian i roszczeń, czym dla

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: mwir@zie.pg.gda

wykonawcy projektu jest zarządzanie roszczeniami oraz określa jak może być wykorzystywane zarządzanie roszczeniami w biznesie projektu. Druga część przedstawia potencjał, który można osiągnąć przez stosowanie metodyki działań zarządzania zmianami i roszczeniami oraz fazowy model toku postępowania. Działania wdrożeniowe gospodarki roszczeniami w przedsiębiorstwie oraz korzyści wynikające z analizy przypadków roszczeń w badanych przedsiębiorstwach opisuje część trzecia opracowania. Wreszcie w podsumowaniu przedstawione zostaną efekty badawczo-wdrożeniowe oraz rola najważniejszych zagadnień w ich uzyskaniu ujęte w postaci wniosków końcowych.

2. Definiowanie zarządzania roszczeniami (ang. *Claim Management*)

Trudno znaleźć powszechnie akceptowalną definicję dla terminu jakim jest „zarządzanie roszczeniami”. Jak dotąd nie wypracowano jednolitej treści określenia dla „Claim Management”, pomocne w zrozumieniu tego pojęcia może okazać się porównanie dwóch koncepcji w tabeli 1.

Tab. 1. Koncepcje terminu: „zarządzanie roszczeniami” (Halbleib, 2000)

Źródło	Określenie pojęcie „Claim Mangement”
Franke/ Keese / Rohrmann 1994	(...) „Zarządzanie roszczeniami ... jest narzędziem do przeforsowania lub odparcia dodatkowych żądań...”
Schulte/Stumme 1998	(..) „Strategia zarządzania żądaniami oparta jest o harmonogram i negocjacje do sprawiedliwego potraktowania oraz udokumentowania wzajemnych roszczeń i żądań wynikających z zakłóceń z nieodpowiednich umownych regulacji w trakcie realizacji umowy”

Natomiast w tabeli 2 podjęto próbę określenia angielskiego wyrazu „claims”, na podstawie porównania niektórych z istniejących poglądów oraz koncepcji określenia jej treści, aby stała się bardziej przejrzysta do zrozumienia.

Wyróżniamy następujące przesłanki do właściwego opisu roszczeń (Halbleib, 2000):

- *Claims* – stanowią należności, mające charakter roszczeniowy,
- *Claims* – poprzedzone żądaniem podstawy prawnej lub uzasadnienia prawnego,
- *Claims* – mają odniesienie do zachodzących zmian, które wpływają na projekt,
- *Claims* – poszukują rozwiązań złej sytuacji, która wcześniej spowodowała niekorzyść,
- *Claims* – mają na celu naprawienie szkody,
- *Claims* – mogą być rzeczowe, dotyczyć dochowania terminu lub uregulowania wierzytelności pieniężnych,
- *Claims* – są określane subiektywnie,

- *Claims* – scharakteryzowane są podczas odbioru oraz w trakcie negocjacji.

Tab. 2. Wyjaśnienie terminu: „roszczenie” (ang. *Claim*) (opracowanie własne na podstawie Halbleib, 2000)

Źródło	Określenie pojęcia „Claims”
Andreas/ Rademacher/ Sauter 1992	(...) Dodatkowe roszczenia klienta (tak zwanych Claims)
Böker, 2003	(...) Roszczenia drugiej umawiającej się strony na podstawie umowy: – jeżeli druga strona swoje zobowiązania umowne spełnia nie prawidłowo, lub wcale ich nie wypelnia – jeżeli druga strona umowy, wysuwa roszczenia wynikające z umownych regulacji odnośnie zmian zawartych w dodatkowym aneksie do umowy – jeżeli wykonanie umowy jest zakłócone inną realizacją przez przedstawicieli do reprezentowania jednego z umawiających się stron
Zwilling, 1994	(...) Roszczenia finansowe, rzeczowe lub dotrzymania terminu w wyniku działania, zaniechania, rozbieżności lub trudności realizacji wynikających z zawartej umowy z wykonawcą
Schimmel, 2003	(...) Roszczenia wobec wykonawcy, skierowane głównie przeciwko dodatkowym kosztom i dodatkowemu wydłużeniu czasu

Zarządzanie roszczeniami obejmuje wszelkie środki, które są skierowane do aktywnego i wczesnego wykrywanie sytuacji roszczeniowych. Służy to optymalnego egzekwowania wierzytelności, jak również do obrony i jeśli jest to możliwe do zapobiegania żądaniom roszczeniowym (Patzak i Rattay, 2004). Claim Management powinno być postrzegane jako część zintegrowanego systemu zarządzania projektami. Przykładowo zarządzanie roszczeniami włączane jest do organizacji projektu i zastosowane jest przez kierownictwo, gdy naruszane są reguły z nim związane. Definicja zarządzanie roszczeniami autorów opracowania przedstawia się następująco: „Claim Management to suma wszystkich stosowanych środków w celu systematycznego egzekwowania uzasadnionych roszczeń i wierzytelności oraz w celu odparcia nieuzasadnionych żądań.”

2.1. Cele zarządzania roszczeniami

W budownictwie sytuacja rynkowa zmusza do kalkulowania ofert, tak aby były one konkurencyjne w stosunku do innych podmiotów gospodarczych tej branży. Trzeba bronić uszczuplony budżet, aby nie narażać go na straty. Małe zmiany w realizacji projektu lub niejasności zawarte w umowie, mogą doprowadzić do roszczeń inwestora, wówczas wynik ekonomiczny projektu będzie zagrożony. Innym zagrożeniem mogą być

niekontrolowane świadczenie nieodpłatnych, dodatkowych usług, które nie są spowodowane opóźnieniem lub nie wynikają z dodatkowych roszczeń. W ramach zarządzania roszczeniami rozpatrywane są dodatkowe należności, w oparciu o udokumentowane ustalenia wynikające z treści umowy.

Główne cele zarządzania roszczeniami to:

- żądanie zwrotu dodatkowo poniesionych przez wykonawcę i nie kalkulowanych, odrębnych (nie objętych umową) nakładów,
- obrona przed nieuzasadnionymi wnioskami roszczeniowymi,
- unikanie zmniejszenia kalkulowanego rezultatu projektu.

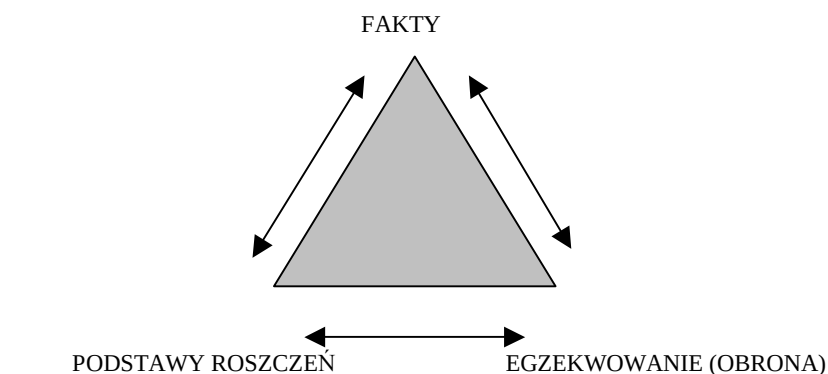
Poprzez zarządzanie roszczeniami uzgadniana jest klarowna procedura rozpatrywania wniosków o zmiany. Należności i roszczenia uwzględniają również możliwości aktywnego udziału otoczenia w ich kształtowaniu (Tiemeyer, 2004).

2.2. Rodzaje roszczeń

Roszczenia są często definiowane w kontekstach: przyczyn ich wywołania lub charakteru odszkodowawczego. Zwykle mówi się o trzech rodzajach roszczeń odszkodowawczych: finansowe, rzeczowe oraz planowania. Ten podział roszczeń umożliwia zmniejszenie złożoności podstawowej struktury, przy jednoczesnym uwzględnieniu przyczyn i powodów powstawania (Halbleib, 2000). W tabeli 3 przedstawiono porównanie odmiennego podejścia (na podstawie trójkąta PM) do wyróżnienia rodzajów roszczeń.

Tab. 3. Rodzaje i przykłady roszczeń (Böker, 2003)

Roszczenia rzeczowe	Roszczenia dotyczące harmonogramu	Roszczenia finansowe
Jedna ze stron wnosi dodatkowe żądania, gdyż tylko część specyfikacji określona jest w umowie	Jedna ze stron nie wypełniła swoich zobowiązań wynikających z umowy w uzgodnionym terminie	Strony zobowiązań stosują bez żadnego obiektywnego powodu, nieuzasadnione odliczenia z płatności lub gwarancji bankowych



Rys. 1. Trzy podstawowe elementy zarządzania roszczeniami (Schimmel, 2003)

Należy zauważyć, że rzeczowe roszczenia mogą spowodować przekroczenie harmonogramu oraz nakładów finansowych. Podobnie, roszczenia z powodu opóźnień mogą prowadzić do roszczeń finansowych. Inny podział odnosi się do merytorycznego aspektu: to jest zróżnicowania pomiędzy kapitałem i wierzytelnościami. W egzekwowaniu własnych praw i w obronie roszczeń wykonawcy wobec roszczeń pochodzących z zewnątrz mogą być wykorzystywane należności kapitałowe (Patzak i Rattay, 2004).

Trzy podstawowe elementy zarządzania roszczeniami to fakty, podstawy roszczeń oraz egzekwowanie. Aby umożliwić dochodzenie roszczeń, bardzo ważne jest zachowanie równowagi pomiędzy tymi trzema jej filarami. Współzależności przedstawiono graficznie w postaci trójkąta na rysunku 1.

Te trzy podstawowe elementy zarządzania roszczeniami wzajemnie na siebie oddziałują. Bez odpowiedniego wyjaśnienia i dokumentacji faktycznego stanu rzeczy, egzekucja roszczeń jest prawie niemożliwa – nawet jeśli pokrzywdzona strona miała rację. Jeśli nie ma podstaw do roszczenia, to dalsze starania do ich egzekwowania wynikające z nawet kompetentnie przygotowanych dokumentów są pozbawione sensu. Często jednak – pomimo, że dwie przesłanki: podstawy roszczeń oraz fakty z powodu opóźnienia oraz niekompletnego wykonania w projekcie są zasadne – stwierdzamy, że nie może być bieżącej windykacji (egzekwowania), gdyż tym samym pogorszymy wynik projektu. (Oberndorfer, 2003)

3. Metodyka zarządzania roszczeniami w przedsiębiorstwie budowlanym

Zalecenia gospodarki roszczeniowej w projekcie mają przyczynić się do trwałego sukcesu w biznesie przez jego zabezpieczenie oraz powiększenie zysku uzyskanego z jego realizacji. Wkalkulowanie wszystkich możliwych potencjalnych korzyści, skutkuje tym, że zalecenia są zawarte w ofercie, także w umowie fazy projektowania oraz w i po końcowej fazie projektu. Do zrealizowania zamówień, następujące cele projektu należy spełnić (Böker, 2003):

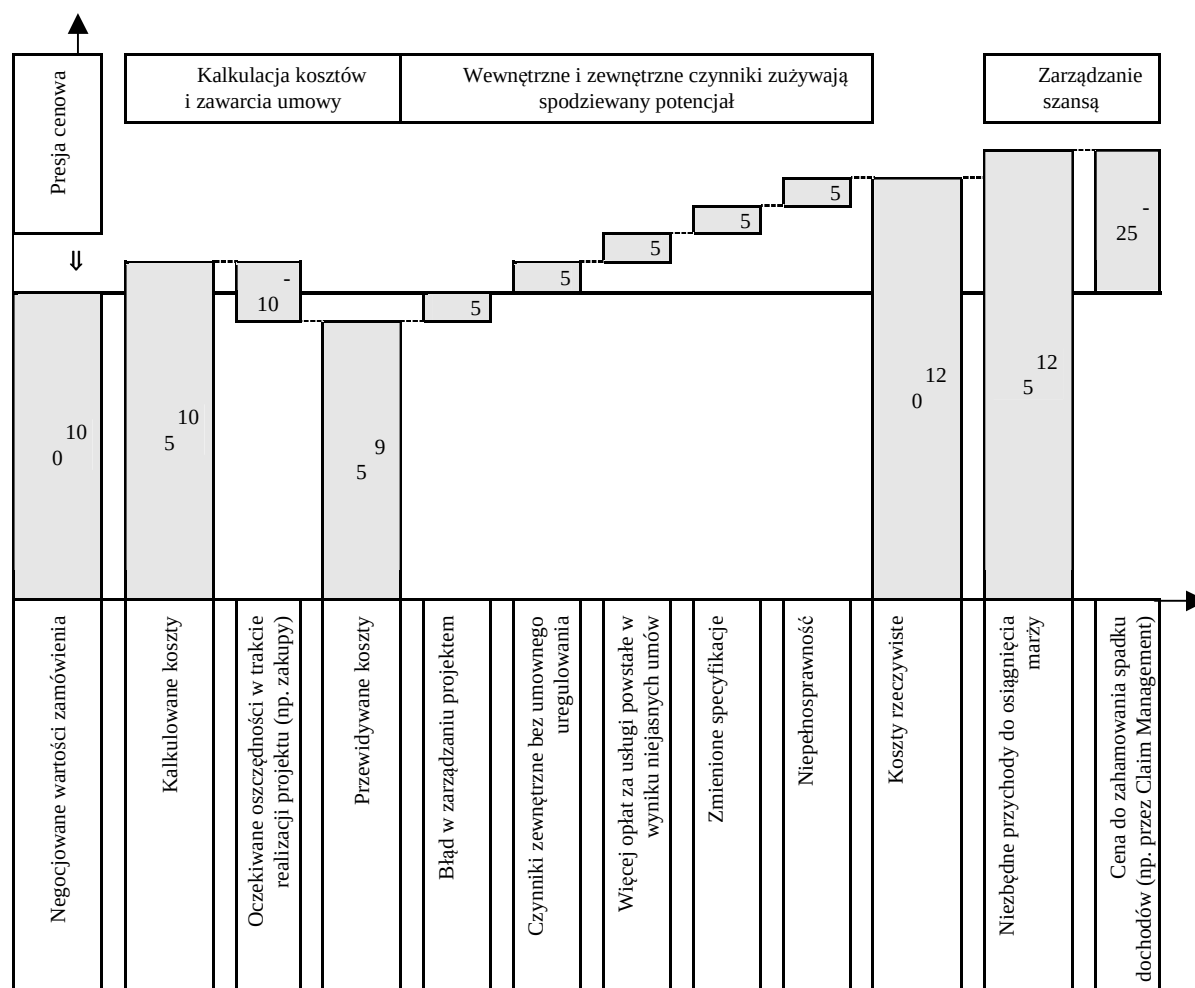
1. cel rzeczowy – spełnienie wymagań klienta, realizacja zapotrzebowań zleceniodawcy,
2. cel czasowy – zgodność z uzgodnionym terminem,
3. cel ekonomiczny – Osiągnięcia jak najlepszych wyników finansowych, zysku,
4. wykonanie kontraktu – Zgodność z obowiązującymi przepisami i indywidualnymi warunkami umów.

Należy zauważyć, że zarządzanie roszczeniami wymaga od kierownictwa wysokiego poziomu doświadczeń i umiejętności oraz znajomości podstawowych procedur postępowania w tym zakresie. Znaczenie zarządzania roszczeniami w trakcie zarządzania projektem jest pokazana na rysunku 2.

Na rysunku 2 przedstawiony jest wykres słupkowy finansów projektu. Wyraźnie widoczne jest, w jaki sposób wynik zamówienia pogarszany jest przez czynniki wewnętrzne i zewnętrzne, a tym samym rzeczywiste koszty zakończenia projektu są znacznie wyższe niż obliczone podczas kalkulacji. Spodziewany potencjał skonsumowany jest przez czynniki wewnętrzne i zewnętrzne. Zadaniem zarządzania roszczeniami jest zamknięcie luki kontraktowej, aby osiągnąć marżę. W tym wypadku w połączeniu z zarządzaniem szansą wiąże się możliwość ratowania finansów projektu.

Czynniki, które mają wpływ na cele projektu (Böker, 2003):

- nacisk na skrócenie terminu,
- większe zapotrzebowanie na jakość w projekcie,
- większa liczba zainteresowanych stron (wewnątrz i na zewnątrz),
- zwiększenie złożoności technicznej,
- rosnącą złożoność wymagań otoczenia,
- surowsze warunki umowy i regulacje ustawowe,
- niższe ceny,
- rosnące koszty,
- większe zapotrzebowanie na jakość realizacji.



Rys. 2. Potencjał przebiegu inwestycji projektu (źródło: opracowanie własne)

3.1. Postępowanie w zarządzaniu roszczeniami w projekcie

Rozróżnia się profilaktyczne (prewencyjne, zapobiegawcze) oraz aktywne zarządzanie roszczeniami, których okres skutecznego wykorzystania przedstawia rysunek 3.

Zróźnicowany potencjał roszczeniowy występuje w fazie projektowania oferty i umowy. Prewencyjne zarządzanie roszczeniami może odnosić się do procedury przetargowej, występować w fazie projektowania umowy oraz w początkowej fazie realizacji. Przez zgłoszone uwagi w przypadku dużych projektów, faza przetargu może przedłużyć się nawet do jednego roku. Na tym etapie koszt zatrudnionych wysoko wykwalifikowanych osób oraz koszty przygotowania wniosków, mogą wynosić od 3 do 5% wartości projektu (Halbleib, 2000).

Pojęcia wprowadzane w fazie negocjacji i fazie projektowania jako elementy projektu powinno skutkować formalnym zawarciem umowy. Faza projektowania umowy stanowi największy potencjał podstawy do roszczeń. Ponieważ w trakcie realizacji złożonych projektów wymagane jest wiele zmian biznesowych w ich podstawowej konfiguracji, powoduje to aktywne zarządzanie roszczeniami. Wszystkie zmiany muszą być konsekwentnie zrealizowane, skatalogowane i opisane. „Celem zarządzania roszczeniami w trakcie realizacji zlecenia jest dostarczenie strategii postępowania do podjęcia obrony własnych roszczeń i odparcia ataku roszczeń zewnętrznych, bez uszczerbku dla realizacji całości zamówienia” (Böker, 2003)

Po zakończeniu projektu należy przestrzegać zasady analizowania i archiwizowania danych pochodzących z procesu jego realizacji. Wyniki obserwacji służyć będą wsparciu kolejnych projektów i pomocy technicznej w ciągłym procesie doskonalenia czynności projektowych.

Procedurę zalecaną w zarządzaniu roszczeniami podzielono na pięć faz, rozciągających się na całym toku realizacji projektu, które przedstawiono graficznie na rysunku 4.

Rysunek 4 przedstawia kolejne kroki postępowania w zarządzaniu roszczeniami następujących po sobie 5 faz.

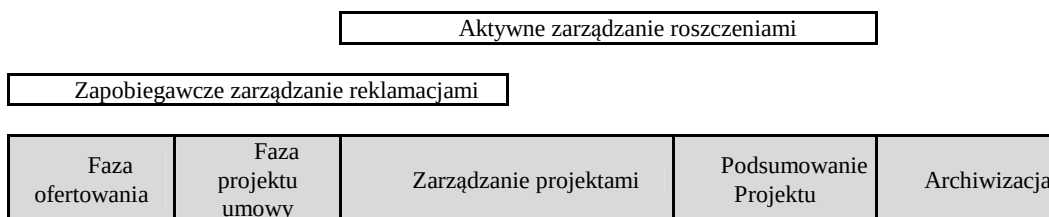
3.2. Faza 1: Przygotowywanie do zarządzania roszczeniami.

Zwykle jest za późno na wykorzystanie roszczeń w zarządzaniu w działaniach wywołanych zakłóceniami. Claim Management w tej fazie jest wykorzystywany zapobiegawczo przed koniecznością uzdrawiania zakłóceń w trakcie realizacji zlecenia. W tym celu konieczne jest wyraźne określenie kluczowych obszarów powstawania problemów i ich sprecyzowania (Tiemeyer, 2004). Rysunek 5 przedstawia potencjalne roszczenia w poszczególnych etapach realizacji projektu.

Rysunek 5 pokazuje, że podstawa dla większości potencjalnych zagrożeń znajduje się w fazie negocjacji inaczej zwanej fazą przygotowawczą projektu.

Strategia związana z polityką roszczeniową przedsiębiorstwa wpływa na kształt i ukierunkowanie kontraktowej oferty oraz na fazę projektowania umowy. Strategia ta może przyjmować charakter bierny lub ofensywno-defensywny. Bierna strategia zarządzania roszczeniami w tabeli 4 nie jest celowo zaprezentowana, ponieważ ta forma ma na celu pełne zrzeczenie się praw do wszelkich roszczeń.

Defensywny i ofensywny charakter strategii roszczeń obejmuje wszystkie zagadnienia, które pozwalają na uniknięcie szkody. Celem w strategii obronnej jest wyczerpanie wszystkich możliwości pojawienia się roszczeń z zewnątrz, których najbardziej chcielibyśmy unikać (Halbleib, 2000). Nie oznacza to jednak, że za wszelką cenę będą unikane konflikty. Na przykład, podczas negocjacji uaktywniają się one w sprawie możliwych odstępstw od umowy. W tej strategii roszczenia są postrzegane, jako roszczenia dążące do złagodzenia ich skutków i ograniczenia szkód. Gdyż podstawowa zasada brzmi: (...) „Najlepszymi roszczeniami jest ich brak” (Böker, 2003).



Rys. 3. Fazy zarządzania roszczeniami (źródło: opracowanie własne)



Rys. 4. Fazy zarządzania roszczeniami w projekcie (źródło: opracowanie własne)

Faza negocjacji	Zarządzanie projektami	Zakończeniu projektu
⇒	⇒	⇒
Nieokreślona zdolność: - nie znane wymagania, - brak wymiany doświadczeń z zespołami z poprzednich projektów, - wpływ presji czasu na powstawanie niejasności Źle zdefiniowane limity, granice wydajności i zakres świadczenia usług przez wykonawcę Nieodpowiednie i niedokładne określenie podstaw do projektowania (np. nie ustalone dokładnie specyfikacje) Wzrost cen nie uregulowanych Nie są jasno określone obowiązki klienta oraz wymogi planowania wobec niego. (np. moment przekazania zakresu strony) Warunki przyjęcia podmiotu projektu nie są jasno określone Braki w umowie: - opóźnienia przez władze lokalne, - odpowiedzialność za straty w produkcji spowodowane opóźnieniami.	Kolejne zmiany nie są wystarczająco udokumentowane. Zmiany specyfikacji opóźniły wejście na plac budowy lub na miejscu budowy pojawiły się nieoczekiwane problemy, Przeszkody w budowie Niedokładne zdefiniowanie sprzężenia w umowach podwykonawcy Zagrożenia i warunki umowne porównywane. Klienci nie są wyłączeni z pośredniczenia z dostawcami Sprzęt nie spełnia wymaganych specyfikacji, nie nadaje się do użycia Niedokładne przekazanie danych odnośnie wymagań dla podwykonawców Zmiany uregulowań prawnych w zakresie projektowania (np. wymogi bezpieczeństwa, warunki środowiskowe) lub opóźnienia wydania pozwoleń Opóźnienia transportowe	Projekt nie spełnił określonych wymagań Nie podano warunków przyjęcia (np. wymaganych dostaw nośników energii elektrycznej, wody, nie dostępnych surowców)

Rys. 5. Potencjalne roszczenia i ryzyko w poszczególnych fazach projektu (źródło: opracowanie własne)

Tab. 4. Strategia aktywna dotycząca roszczeń (źródło: opracowanie własne)

Strategia	Obronne zarządzanie roszczeniami		Ofensywne zarządzanie roszczeniami
Aspekty	Interweniowanie		
Umowy	Niski potencjał roszczenia		Wysoki potencjał roszczenia
	Próg roszczeń	Jedynie w przypadku poważnych naruszeń	Wszystkie roszczenia z podejrzanych zdarzeń
Roszczenia własne	Poziom roszczeń	Wielkość rzeczywistych wymagań	Maksymalne i świadomie wyolbrzymione
Roszczenia z zewnątrz	Zaakceptowanie uzasadnionych oczekiwań		Wszystkie roszczenia pod znakiem zapytania
Wspieranie roszczeń	Wykorzystanie wszelkich możliwości zapobiegania		Ukrywanie faktów

Celem ofensywnego zarządzania roszczeniami jest uzyskanie wielu, własnych, zarejestrowanych roszczeń i odrzucenie wszelkich roszczeń pochodzących z zewnątrz (z tak zwanej „trzeciej” strony umowy – na przykład otoczenia projektu). W zawieranych umowach opracowanych w ramach tej strategii możliwe jest przyjęcie takich form, które wyposażone są w wysoki potencjał roszczeniowy. Nie oznacza to, że umowa zawiera wiele niejasności, gdyż w umowie jest wiele punktów kontrolnych, które zmuszają do obowiązkowej współpracy odbiorcy z dostawcą (Forst, 1994). Takie podejście umożliwia przezwyciężenie trudności w dojściu do porozumienia i pozwala na rozpatrzenie roszczeń. Natomiast własne roszczenia są obsługiwane przez ofensywną strategię ze świadomością trudności w egzekwowaniu tego prawa (Halbleib, 2000). Na pierwszym planie znajduje się: ich optymalizacja do osiągnięcia pożądanego wyniku ekonomicznego. Orientacja na klienta jest konieczna dla zmniejszenia liczby zgłoszonych roszczeń, gdyż każde roszczenie może stanowić potencjalne zagrożenie wywołania konfliktu z klientem. A to niekorzystnie może wpłynąć na zlecenie i tym samym stanowić niebezpieczeństwo dla realizacji celów projektu.

Strategia powinna być tak dobrana, aby spełnić następujące warunki: (Böker, 2003):

- zapewnienie prawidłowego przetwarzania zamówień,
- zapewnienie dobrych relacji z klientami,
- optymalizację wyników gospodarczych.

W świetle dotychczasowych doświadczeń i oczekiwań, można dostosować zasady projektu uwzględniając punkt widzenia wykonawcy jak i szczególne właściwości tego projektu.

3.3. Dobór środków do skutecznego zarządzania roszczeniami

Aby skutecznie zarządzać roszczeniami dysponujemy następującymi możliwymi środkami przedstawionymi na rysunku 6.

Jeżeli A) i B) określa warunki do skutecznego zarządzania roszczeniami, to C) jest udokumentowaniem faktów, utworzeniem kopii zapasowej roszczeń, natomiast D), E) oraz F) przedstawia poziomy eskalacji w egzekwowaniu roszczeń.

- Środki zapobiegawcze: obejmują wszystkie środki zapobiegawcze, które są przygotowywane na przetargi w fazie kontraktu, jako podstawa do skutecznego zarządzania roszczeniami
- Rozmowy otwarcia projektu, zawarcia umowy oraz analiza ryzyka: po otrzymaniu zamówienia należy zbadać umowę i zastanowić się, które kwestie w niej



Rys. 6. Środki skutecznego zarządzania roszczeniami (Schimmel, 2003)

zawarte są dla Claim Management i przygotować je na sesję plenarną otwarcia projektu.

- C. Narady handlowe oraz potwierdzający list handlowy: często rozstrzygnięte zmiany są podane w formie ustnej i nie są zanotowane. Aby temu zapobiec, wykonawca powinien zapisać zmiany w książce spraw. Zalecane jest również, niezwłoczne wysłanie tak zwanym potwierdzającego listu handlowego, który na piśmie potwierdza ustną umowę. Przedsiębiorcy stosują ten rodzaj dokumentu między sobą i jeśli nie zostaje on zakwestionowany przez upoważnioną lub podejmującą decyzję osobę to uznaje się jego treść za uzgodnioną.
- D. Eksperskie rozstrzygnięcia: stanowi pierwszy prawny poziom eskalacji. Strony w przypadku braku zgody na roszczenie zgadzają się na orzeczenie arbitra, które może być później wykorzystane jako dodatkowe narzędzie. Strony zapraszają wybranego przez nich neutralnego eksperta, aby przedyskutować problem oraz aby obiektywnie ocenił go w pisemnej opinii. Jednakże zaleca się, aby nie traktować tej opinii jako jedynej, wiążącej, gdyż w razie wątpliwości wola jej zastosowania będzie bardzo niska (Schimmel, 2004). A strony umowy pozbawiają się możliwości pojednania na drodze sądu polubownego.
- E. Arbitraż do załagodzenia sporu. główną różnicą w stosunku do punktu D) jest to, że arbiter w orzeczeniu arbitrażu nie ogranicza się tylko do oceny ekspertów, ale wypracowuje propozycję rozwiązania i omawia go z zainteresowanymi stronami.
- F. Mediacje: zasadniczą różnicą do postępowania arbitrażowego jest to, że mediator pomaga wszystkim stronom wypracować wspólnie uzgodnione rozwiązanie, które jest przez nie akceptowane.
- G. Postępowanie arbitrażowe lub sąd: to ostatni poziom eskalacji jaki jest stosowany, gdy poprzednie przedsięwzięte kroki nie doprowadziły do rozwiązania. Forma ta może spowodować poniesienie znaczących nakładów finansowych przez strony i powinna być stosowana, gdy spór dotyczy problemu o wysokiej wartości.

3.4. Środki zapobiegawcze w fazie przygotowania oferty/umowy

Umowa budowlana opiera się na przepisach kodeksu cywilnego, przepisach prawa budowlanego i zagospodarowania przestrzennego oraz przepisach prawnych dotyczących zamówień publicznych, ponieważ biorą one pod uwagę względy specjalne w branży budowlanej, precyzują rodzaj robót oraz ich zakres. Prawnie uregulowane w umowie budowlanej są obowiązki wykonawcy oraz obowiązek zapłaty przez klienta. Podstawowa analiza oferty oraz umowy jest absolutnie niezbędna do określenia ryzyka zaistnienia zagrożeń oraz do możliwości ich wykrywania. Zawarta w umowie obrona przed ryzykiem wymaga ścisłej współpracy z zakładową obsługą prawną do opracowania jednolitej strategii do obrony przed żądaniami. Dlatego też wszelkie umowy są indywidualnie analizowane w celu wykrycia ewentualnych i potencjalnych roszczeń. Warto zwrócić uwagę, że określone zasady strategii typu obronnego lub ofensywnego roszczeń muszą być przestrzegane i systematycznie stosowane, posługując się podejściem metodologicznym w wykorzystaniu początkowej zdolności do obrony. Ważną rzeczą jest, aby zrozumieć kontrakt jako zbiór reguł i zasad. Optymalizacja umowy powinna być wystawiona na pierwszy plan i jest ona obowiązującym prawem umawiających się stron. Podczas spotkania otwierającego projekt lub po złożeniu zamówienia, powinna być wyjaśniona zasada, iż w przepisach „regulaminu wewnętrznego” umowy istnieje możliwość (po spełnieniu proceduralnych wymogów) dokonania zmian w jej treści. Analiza dokumentacji projektowej służy do optymalizacji procesów i jest podstawą do osiągnięcia sukcesu w zarządzaniu roszczeniami. Według „triady żądań” egzekwowanie roszczeń jest niemożliwe bez odpowiedniej weryfikacji i udokumentowania spraw z nimi związanych. Należy ukierunkować selekcję akt w dokumentacji projektowej, aby ułatwić znalezienie rozstrzygającego dowodu do zaspokojenia żądania lub do obrony przed roszczeniem.

Dokumentacja projektowa musi spełniać następujące

wymagania

- Wyjątkowość: Każdy dokument może występować tylko jeden raz, a oryginał jest specjalnie oznakowany. Dokumenty, opatrzone są numerem seryjnym.
- Czytelność opisu: Poszczególne dokumenty są przypisane do odpowiednich faz projektu oraz do wykonawców. Zawierają klauzule umowy, daty, autora, nadawcy, itp. Optymalna byłaby biblioteka w centralnej bazie danych, w której można znaleźć wymagane dokumenty zgodnie z określonymi kryteriami.
- Możliwość monitorowania: Przechowywanie dokumentów w ramach system zarządzania dokumentami musi być zrozumiałe dla wszystkich uczestników projektu. Konieczne jest zatem, aby wszystkie zainteresowane strony projektu porozumiały się w sprawie wspólnego sposobu korzystania z dokumentacji projektowej.
- Wyraźne dowody bezpieczeństwa: Przechowywane dokumenty są wymagane do zrelacjonowania każdego incydentu w sposób jasny i jednoznaczny. Dowody w postaci dokumentów mają silną pozycję prawną dzięki wyraźnej i jasnej identyfikacji w podjęciu postępowania arbitrażowego. Dokumenty wnosimy w zgodzie z klauzulami kontraktu, więc ich znaczenie dla umowy jest zweryfikowane. Stwarza to lepsze możliwości wykorzystanie tych argumentów.
- Optymalizacja: Dzięki optymalizacji w przypadku ważnych dokumentów kosztowne i czasochłonne poszukiwania nie są konieczne. Mogą one w przyszłości posłużyć do zgromadzenia dokumentacji projektowych doświadczeń, do skorzystania z nich w innych projektach.

3.5. Faza II: Uruchomienie obsługi roszczeń

Aktywne zarządzanie roszczeniami rozpoczyna się w tej fazie po podpisaniu umowy projektowej. (...) „Aktywne zarządzanie roszczeniami opiera się na zastosowaniu środków zapobiegawczych w rozstrzyganiu rozbieżności między ustaleniami zawartymi w kontrakcie, a rzeczywistymi zdarzeniami podczas wykonywania zlecenia.” (Böker, 2003).

Wniosek dotyczący wprowadzenia zmian (na przykład gdy wymagania klienta wobec celu projektu uległy modyfikacji) musi być niezwłocznie udokumentowany oraz potwierdzony na piśmie. Potencjalne roszczenie musi być uznane za naruszenie umowy, a następnie rozpatrzone ze względu na znajdujący się zapis w dokumentacji lub zostać zatrzymane. Podczas aktywnego zarządzania roszczeniami, tworzony jest dziennik zmian w celu ich wykrycia lub wychwycenia. Kolejne zmiany w zarządzaniu roszczeniami są w nim klasyfikowane i dokumentowane. Dziennik zmian zawiera informacje dotyczące między innymi zmiany kosztów podczas realizacji projektu:

- Kiedy do zmiany doszło ?
- Jaka jest przyczyna zmiany ?
- Kto dokonał zmiany w procesie ?
- Jaki wpływ ma ta zmiana ?

Najważniejszymi przyczynami do powstawania i egzekwowania roszczeń są:

1. Dodatkowe zamówienie, które nie są ujęte w umowie.
2. Wymaganie wykonania zleconych prac na życzenie klienta w inny sposób, niż w zamówieniu.
3. Po zawarciu umowy klient żąda określonego dostawcy dla poszczególnych urządzeń.
4. Po podpisaniu umowy na skutek zmian specyfikacji, norm, przepisów prawa, itp. ulega zmianie jej treść.
5. Wszelkie istotne zmiany będące następstwem niedokładnych lub sprzecznych informacji zawartych w dokumentach przedstawionych przez klienta.
6. Zmiany harmonogramu wynikające z niezaplanowanych przerw, spowodowanych zmianami będącymi w gestii klienta.
7. Następstwem naruszenie warunków umowy jest dokonanie modyfikacji procesu projektowego.

Szybka identyfikację potencjalnych roszczeń w standardowym projekcie umożliwia procedura śledzenia i szybkiego przekazywania informacji o zmianach. Zalecane są dyskusje projektowe na regularnych spotkaniach, na którym omawia się ogólnie: aktualny stan realizacji, analizę dokumentacji, oraz sprawy związane z roszczeniami.

Własne jak i zewnętrzne roszczenia wymagają odmiennego podejścia. Przedstawione zostały w tabeli 5.

Tab. 5. Zalecenia dotyczące zarządzania roszczeniami (Schimmel, 2004)

Zarządzanie własnymi roszczeniami	Zarządzanie zewnętrznymi roszczeniami
Wczesne sprecyzowanie niejasności	Zgłoszenie roszczeń podejrzanych okoliczności
Analiza natychmiast po zakończeniu elementu projektu w otwartej rozmowie	Analiza odnotowanych roszczeń: Podstawa roszczenia oraz forma zgłoszenia – czy przepisy proceduralne są przestrzegane – czy na formularzu wniosku są rozstrzygające dowody?
Określenie kto jest odpowiedzialny w projekcie za zarządzania roszczeniami.	Przegląd sytuacji roszczenia – pisemna analiza istotnych zagadnień
Wyniki spotkań zawsze potwierdzone są na piśmie	Poinformowanie stron na początku o zastrzeżeniach w sprawie wyboru odpowiedniego reprezentanta
Przygotowanie dokumentów o procesie badania, oceny i sprawozdania w formie oświadczenia faktu roszczenia (mapa drogowa roszczenia)	Wskazanie niejasności podczas analizy faktów lub sytuacji
Wcześniej użyte zewnętrznej pomocy prawnej w złożonych sytuacjach i żądaniach	Sprawdzenie, czy może zostać zaliczone na poczet kompensowania wzajemnych roszczeń
Należności monitorowane w porę i w sposób zrównoważony	Należy oddalić swoje stanowisko przy silnym roszczeniu. Jeśli oferowana jest konstruktywna współpraca na pierwszym planie, to różnice w opiniach w dalszej dyskusji są niwelowane.

Dokumentacja reklamacyjna jest niezbędna do złożenia wniosku egzekucyjnego. W uzupełnieniu do ogólnej dokumentacji projektu kompletowane są dowody i przechowywane do każdego z przypadków roszczeń. Rodzaje dokumentów źródłowych przedstawia rysunek 7.

Po fakcie dokumentowane są wszystkie roszczenia, w celu ustalenia przyczyn i ich konsekwencji. Zdjęcia są bardzo ważnym dokumentem, gdyż obrazują bieżącą sytuację, gdy zlecenie jest w trakcie montażu lub w fazie wdrażania go do eksploatacji. Bardzo ważne są także handlowe spotkania. Wiele zmian w umowach powstaje w trakcie tych spotkań. Na ogół tworzone są protokoły z tych spotkań, które są istotnym dokumentem do podejmowania kroków roszczeniowych. Trzeba dopilnować, aby były one zawsze podpisane przez drugą stronę. (...) „Kto prowadzi protokołowanie, decyduje o tym co zostało powiedziane na spotkaniu” (Böker, 2003).

3.6. Faza III: Postępowanie z roszczeniami

Po oszacowaniu potencjału roszczenia, podjęta jest decyzja w sprawie procedury postępowania z nim. Szczególną uwagę należy zwrócić na kompletność i logiczną spójność dowodów, aby mogły wywrzeć wpływ na pozycję przetargową w negocjacjach. Decydujące znaczenie w dochodzeniu roszczeń jest ich udowodnienie w bardzo ścisłym powiązaniu z dokumentacją. Zatem zaleca się, aby struktura dowodów była skompilowana zgodnie z wymaganą strukturą dokumentów, skonsultowaną z prawnikiem. Do oceny roszczeń zalecane jest utworzenie tabeli według wzoru (rys. 8).

Tabela na rysunku 8 złożona jest z kolumn o następującym znaczeniu:

1. Kolumna: Każdemu wnioskowi nadano liczbę porządkową (identyfikator roszczenia).

2. Kolumna: Całkowita wymagana wielkość należności powinna być podzielona na poszczególne roszczenia.
3. Kolumna: Analiza umowy pozwala w indywidualnych przypadkach (jeśli to możliwe) przypisać roszczenia do poszczególnych klauzul umowy.
4. Kolumna: Dowody należności są przypisywane dokonanej w oparciu o nie ekspertyzie. Wprowadzane są odpowiednio nadane numery struktury dowodów.
5. Kolumna: Określa się wartość pieniężną szczegółowej wyceny roszczeń, w której brane są pod uwagę oceny roszczeń z poprzedniej fazy.
6. Kolumna: Zakłócenie stanowi poziom zadłużenia w relacji z klientem (do dyskusji z liderami zespołu projektowego). Konieczne jest również, aby przygotować odpowiednie argumenty do przedstawienia możliwych do zrealizowania propozycji, tak aby klient mógł osiągnąć swoją korzyść. W tej kolumnie odzwierciedlona jest kwota zmniejszenia przychodu.
7. Kolumna: Oszacowane jest jak duży przychód może obniżyć przeciwna strona. Należy zapytać w jakim stopniu zależy jej i jest zaangażowana w tę zmianę.
8. Kolumna: Określenie wielkości poniesionych wydatków na wykonanie rozstrzygnięcia roszczenia. Koszty podróży pracowników oraz dodatkowo uczestników projektu i inne wydatki mogą znacznie zmniejszyć przychody z roszczenia.
9. Kolumna: Ustalenie, jak wysokie jest prawdopodobieństwo windykowania poszczególnych roszczeń. Może to być oszacowanie na podstawie zaobserwowanej strategii przy obsłudze klienta, doświadczeń z klientami oraz charakteru relacji z nimi.
10. Kolumna: Ostatnia kolumna to spodziewane wyniki roszczenia otrzymane przez zsumowanie kolumn 5, 6, 7 i 8. Pokazuje ostateczną, handlową możliwość osiągnięcia zysku, biorąc pod uwagę możliwość jego wyegzekwowania.

Harmonogramy	Fotografie	Dokumenty
Pisma z zewnątrz, faksy	Dokumenty roszczeń	
Rysunki	Decyzje potwierdzone na piśmie	Protokoły spotkań

Rys. 7. Dokumenty roszczeń (Böker, 2003)

Uwaga: Szczegółowe informacje o wszystkich wartościach w zł									
Lp	Opis roszczeń	Klauzule kontraktu	Dowody	Wysokość roszczeń	Obniżenie roszczeń	Szacowane rozliczenia wzajemne	Szacunkowe koszty	Ustalenie prawdopodobieństwa w %	Oczekiwany wynik roszczeń
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
01	Dodatkowe koszty z powodu złej dokumentacji	§ 3. Punkt 3 strona 2 załącznika	Błąd w lokalizacji przewodów teletechnicznych	5000	0	1000	50	95	3950
02									
03									
Razem (w zł)				5000	0	1000	50	95	3950
Poza rachunkiem: $5000 - 0 - 1000 - 5 = 3950 \text{ zł}$									
Rzeczywisty zysk szansy sprzedaży $3950 \times 0,95 = 3752,5 \text{ zł}$									

Rys. 8. Przykład wzoru tabeli do oceny roszczeń (źródło: opracowanie własne)

Analiza przetwarzania i oceny pokazuje jakie na koniec egzekwowania są rzeczywiste wartości kwot roszczenia. Sprawy z roszczeniami o niskiej wartości, na które są niewystarczające środki do ich windykowania, nie są wykonane i nie powinny one zakłócać dobrych relacji z klientami. Ale mają one służyć do obrony przed roszczeniami zewnętrznymi i zawsze mogą być używane jako kontrargument.

3.7. Faza IV: Egzekwowanie roszczeń

Roszczenia powinny być przedyskutowane na sesjach negocjacyjnych. Przed negocjacjami roszczeń, praktykowane są wewnętrzne dyskusje nad wypracowaniem podejścia do negocjacji oraz ich strategii. Są one niezbędne, ponieważ dyskusje wewnętrzne przez negocjujące strony mają zasadnicze znaczenie dla zapobiegania roszczeniom. Zapewnia to bezpośrednią wymianę argumentów, oraz eliminuje długą wymianę korespondencji. W osobistej rozmowie ze stroną można przedstawić wszelkie dodatkowe wyjaśnienia. Natomiast należyte przedstawienie technicznej strony roszczenia odbywa się przy współudziale ekspertów (Schimmel, 2004).

Egzekwowanie roszczeń odbywa się po opracowaniu dokumentacji i po jej ocenie. Przygotowanie listu do roszczenia lub odpowiedzi na list dotyczący roszczeń jest formalnym krokiem jego egzekwowania. Zawartość tak zwanego „zgłoszenia reklamacji” powinna ujmować elementy, które opisane są w graficznej postaci na rysunku 9 jako sposobu podejścia do zaspokojenia roszczeń.

Przygotowanie wniosku roszczeniowego można wykonać na dwa sposoby:

- tworzenie jednostkowych roszczeń,
- tworzenie pakietów roszczeń.

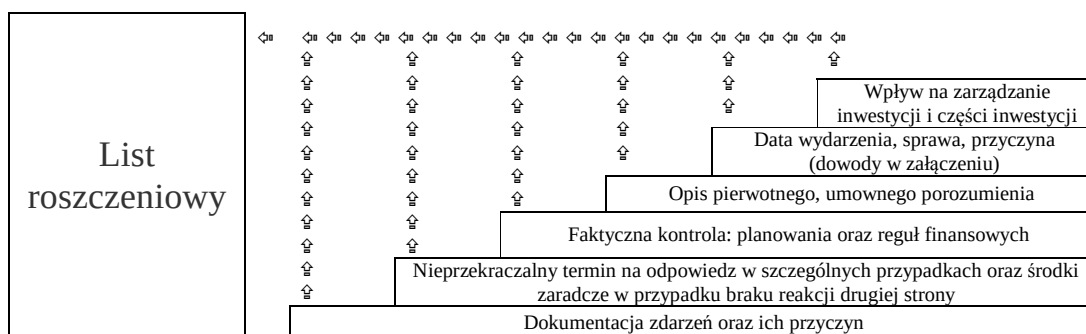
Który z tych typów będzie wykorzystany zależy od sytuacji i konkretnego przypadku roszczenia.

W celu zapewnienia dalszej realizacji umowy dotyczącej projektu własne roszczenia muszą być często wyjaśnione w trybie pilnym. Dlatego też konieczne jest rozstrzyganie ich indywidualnie pod względem merytorycznym oraz dochowania najlepiej natychmiastowego terminu. Korzyścią wynikającą z zaistnienia jednostkowego roszczenia, jest możliwość zastosowania stosunkowo prostego i łatwego sposobu zarządzania nim (Böker, 2003). Pojedyncze należności są odpowiednie do szybkiego rozstrzygnięcia roszczeń, gdy zostały dobrze

zrozumiane i ocenione przez strony. Możliwe jest dostosowanie strategii roszczenia do reakcji drugiej strony opierając się na własnym doświadczeniu. W razie potrzeby, w celu poprawy własnej płynności finansowej można zwrócić się bezpośrednio do partnera o uregulowania płatności z tytułu roszczenia. Poziom odzyskania należności z indywidualnych roszczeń jest wyższy od poziomu uzyskanego z pakietu roszczeń (Schimmel, 2004). Osobne negocjacje i wynikające z tego dodatkowe koszty stanowią wadę tej procedury.

Często ulegają spóźnieniu decyzje odnośnie zebranych roszczeń w ramach projektu, gdyż w miarę możliwości jednostkowe żądania zbierane są w pakiety roszczeń (Böker, 2003). Główną zaletą ich stosowania jest oszczędność czasu, gdyż kilka wniosków roszczeniowych można omówić na jednej rundzie negocjacji. W przypadku rozważań o niektórych przeciwstawnych roszczeniach strony negocjujące mogą wzajemnie zdecydować o ich pominięciu (Schimmel, 2004). Faktem jest, że wyniki rozmów zwykle obciążone są wadą, gdyż dokumentacja jest opracowywana z odstępem czasowym pomiędzy zaistnieniem przyczyny, a momentem ich rozpatrzenia w negocjacjach. Autor zgłaszający wniosek musi włożyć szczególnym wysiłek, aby odpowiednio go uzasadnić.

Przyjęcie do wykonywania kolejnej usługi, jest okazją do wymuszenia na zlecającym uregulowania niewypłaconych odszkodowań oraz świadczeń na rzecz wykonawcy. Jeżeli reklamacja jest w trakcie negocjacji to ocenia się, czy istnieje ryzyko powtórzenia się podobnej sytuacji roszczeniowej. Powinna wtedy, zostać odpowiednio opracowana i dostosowana strategia negocjacyjna. Jeśli daleko jest do osiągnięcia porozumienia w kwestiach sporu, to propozycje rozwiązań powinny być zainicjowane przez niezależną, trzecią stronę (mediatora). Jeśli i to działanie nie powiedzie się, należy wówczas podjąć działania prawne. Należności wynikają z zaistnienia faktów, które są powodem sformułowania odpowiednich roszczeń, są często niemożliwe do wyegzekwowania. W takim przypadku, zaleca się: „wycofywanie się bez strat” (Schimmel, 2004). Aby doszło do zrzeczenia się roszczeń wobec dłużnika, należy podjąć wysiłek do przejęcia (na przykład wskutek darowizny) jego własnych towarów lub usług oraz dokonać kompensaty wzajemnych należności. Po zakończeniu ostatecznych negocjacji ta sprawa nie może być zgłaszana ponownie do roszczeń.



Rys. 9. Elementy treści zawarte w liście z roszczeniem (Böker, 2003)

3.8. Faza V: Zakończenie i archiwizacja

Ostatnim etapem projektu jest zalecenie do naśladownictwa zastosowanych rozstrzygnięć w projekcie. Gdy wszystkie transakcje dotyczące roszczeń zostały zakończone to zarządzanie wierzytelnościami i sposób w jaki zostały wykonane poddany jest wartościowej ocenie efektów ich zastosowania. Miernikiem są wartości pieniężne poniesionych kosztów i uzyskanych należności. Graficznym odwzorowaniem tych wartości może być przykładowa tabela przedstawiona na rysunku 10.

Jeżeli po analizie wyników zarządzania roszczeniem łączna kwota jest ujemna, to wyciągamy wniosek, że przyjęty sposób postępowania nie był w stanie przyczynić się do powodzenia zarządzania projektem. W takim przypadku analiza przyczyn posłuży przyszłym realizacjom projektów do przyjęcia ulepszonych środków zaradczych.

Podsumowanie projektu „Lessons Learned” jest kontynuacją zdobywania wiedzy opierającej się na niezbędnym do tego celu zarządzaniu roszczeniami. Spotkania uczestników projektu służą do omówienia poszczególnych zagadnień i analiz oraz odpowiedzi na pytania:

- Jaki wpływ ma zarządzanie roszczeniami na sukces projektu?
- Czy roszczenia zostały szybko uznane i rozstrzygnięte?
- Co zostało wykonane źle i jakie wiążą się z tym zalecenia?
- Jak radzić sobie z roszczeniami zewnętrznymi?
- Jakie były najczęstsze roszczenia i jak się tworzyły?
- Jakie doświadczenia są ważne dla przyszłych projektów?
- W jakim stopniu były zaangażowane inne rodzaje zarządzań, np. takie jak zarządzanie w konflikcie?

4. Prace wdrożeniowe metodyki zarządzania roszczeniami

Pilotażowym pracom wdrożeniowym metodyki zarządzania roszczeniami poddano przedsiębiorstwo budowlane o średniej wielkości (zatrudniającej około 120 pracowników) – Firmę Budowlaną A. Mackiewicz i J. Sokołowski w Lidzbarku Warmińskim. Przedsiębiorstwo to realizuje kilka budowí jednocześnie na obszarze województwa warmińsko-mazurskiego i województw ościennych. Zarząd przedsiębiorstwa po przedstawieniu celów i oczekiwanych korzyści z wdrożenia metodyki zarządzania roszczeniami, zaakceptował tę inicjatywę i wyraził zgodę na wprowadzenie zmian. W tym celu dla kadry kierowniczej budowí oraz zainteresowanych tą problematyką działów przedsiębiorstwa przeprowadzono na przełomie lutego i marca obecnego roku szkolenie w zakresie Claim Management. Następnym szkoleniem było zaprowadzenie ksiąg CM na każdej z budowí oraz w działach biorących udział w eksperymencie w celu rejestrowania i monitorowania działań związanych z problemami generującymi roszczenia napotkanymi w działalności firmy. Pracownik zajmujący się na co dzień przygotowaniem kontraktów do umów i ich weryfikacji otrzymał nowy poszerzony zakres obowiązków o zadania Claim Managera. Ponadto do agendy narad produkcyjnych dodano stały punkt spotkań poświęcony roszczeniom, które zostały odnotowane w księgach CM. Podczas tych sesji kierowniczej kadry (odbywających się co dziesięć dni) dokonywana jest wspólna analiza zaistniałych roszczeń oraz opracowywany sposób postępowania, aby dokonać skutecznego wykorzystania własnych roszczeń i odeprzeć roszczenia zewnętrzne. Wnioski oraz zalecenia z narady są realizowane przez wyznaczonych pracowników, których obowiązkiem jest składanie raportu o efektach ich działań do zakładowej komórki CM. Ostateczne rozliczenie załatwienia spraw związanych z gospodarką roszczeniami przedstawia zarządowi „Claim Manager” przedsiębiorstwa.

Proces wdrażania zarządzania roszczeniami jest poddawany obserwacji z pomocą kwestionariusza kontrolnego. Zebrane kwestionariusze są analizowane i oceniane miernikami skuteczności podjętych działań. Na rysunku 11 przedstawiono wzór kwestionariusza kontrolnego.

Σ (suma)	+ (znak)	Roszczenie egzekucji praw własności wobec klienta
Σ	-	Utracone roszczenia zewnętrzne na rzecz klientów
Σ	+	Roszczenia egzekucji praw własności wobec dostawców
Σ	-	Utracone roszczenia zewnętrzne na rzecz dostawców
Σ	-	Koszty rozstrzygnięć roszczeń
Σ	=	Wyniki oceny (pozytywne lub negatywne)

Rys. 10. Ocena skuteczności zarządzania roszczeniami (opracowanie własne oparte na Böker, 2003)

KWESTIONARIUSZ KONTROLNY REALIZACJI ZALECEŃ CLAIM MANAGEMENT		
Wyszczególnienie	TAK	NIE
Faza 1 Przygotowanie do zarządzania roszczeniami		
Czy organizacja utworzyła komórki Claim Management?		
Czy została powołana odpowiedzialna osoba za sprawy CM?		
Czy została opracowana strategia CM?		
Czy CM podejmuje swoje działania w fazie kształtowania umowy?		
Czy w systemowym postępowaniu zawarta jest analiza dokumentacji projektu?		
Faza 2 Uruchomienie Claim Management		
Czy informacja o zmianach w projekcie szybko dociera do CM?		
Czy polecenia są uzgadniane w oparciu o dokumentację projektu?		
Czy są zabezpieczane wszystkie dowody w celu podjęcia odpowiednich działań?		
Faza 3 Przygotowanie żądań		
Czy pojedyncze dowody są starannie przygotowane i opracowane?		
Czy każdorazowo została przeprowadzona analiza w celu ewentualnego podjęcia działania i czy oszacowano jego skutki?		
Czy wybrane jest odpowiednie stanowisko do poprowadzenia dalszych poczynąń?		
Faza 4. Przeprowadzenie żądań		
Czy sporządzono roszczenia na piśmie?		
Czy zrealizowano wszystkie przygotowania (argumentacje, etc) do udziału w negocjacjach?		
Czy wszystkie zewnętrzne roszczenia zostały poddane rozliczeniu i zamknięciu?		
Faza 5 Archiwizacja		
Czy podsumowanie działań zakończyło się sukcesem?		
Czy wyniki podsumowania zostały poddane analizie?		
Czy wszystkie zdarzenia w projekcie zostały zaprotokołowane i przedyskutowane?		
Czy wyniki projektu zostały we właściwej formie zarchiwizowane, aby w przyszłości był do nich łatwy dostęp?		

Rys. 11. Kwestionariusz kontrolny wdrażania zarządzania roszczeniami w przedsiębiorstwie budowlanym (źródło: opracowanie własne)

Odpowiedzi na pytania zawarte w kwestionariuszu służą do oceny potencjału zarządzania roszczeniami w przedsiębiorstwie budowlanym. Ponadto szczególne przypadki rozwiązania problemów związanych z roszczeniami są opisane i skatalogowane do przeprowadzenia analizy przypadku. Wykorzystując tabelę przedstawioną na rysunku 8 przeprowadzana jest ocena roszczeń, a z pomocą tabeli na rysunku 10 szacowane są wymierne pieniężne korzyści z zastosowania zarządzania poszczególnymi roszczeniami w przedsiębiorstwie. Okres trzech miesięcy od daty: 15.02.2011 to jest od momentu rozpoczęcia wdrażania metodyki zarządzania roszczeniami jest krótkim okresem badawczym. Zebrano dotychczas po trzy kwestionariusze z każdej jednostki objętej programem wdrażania Claim Management w przedsiębiorstwie. Te materiały oraz wywiad kierunkowy przeprowadzony z prezesami zarządu spółki pozwalają prognozować powodzenie zastosowania metodyki CM.

5. Wnioski końcowe

Zebranie kwestionariuszy i poddanie ich wyników analizie potwierdzają stan ciągłego doskonalenia procesów

zarządzania roszczeniami w działalności zarządzającej przedsiębiorstwem. Już wstępna analiza tych materiałów wskazuje na pozytywne, przekraczające oczekiwania efekty. W początkowej fazie z uwagi na brak nawyków w prowadzeniu dokumentacji projektowej zarządzania roszczeniami konieczne było przeprowadzenie szkoleń w tym zakresie, również w celu zmiany mentalności kadry kierowniczej. Po tym okresie w wprowadzonych księgach CM znalazły się pierwsze opisy zdarzeń podlegających analizie, a następnie podejmowano stosowne kroki w celu uzyskania wymiernych korzyści dla przedsiębiorstwa. Trzymiesięczny okres wdrażania został przez zarząd firmy oceniony bardzo przychylnie. Stwierdzono, że dotychczasowa polityka przed wdrożeniem programu w zakresie roszczeń była przypadkowa i chaotyczna. Tylko w ewidentnych przypadkach roszczeń głównie zewnętrznych podejmowano kroki obronne, a rzadkimi przypadkami było egzekwowanie roszczeń własnych. Tymczasem niedostrzegane roszczenia własne przynoszą dodatkowy dochód i nimi trzeba było się zająć. Po wprowadzeniu systematycznego dokumentowania roszczeń wiele z nich przyniosło dodatnie efekty, chroniąc przedsiębiorstwo przed nieoczekiwanymi stratami oraz przysparzając dodatkowych zysków głównie z tytułu podejmowanych koniecznych dodatkowych (poza umową)

prac. Kierownictwo firmy zaakceptowało kształtującą się strategię zarządzania roszczeniami i postanowiło włączyć jej treść do strategii przedsiębiorstwa. Jednocześnie ukształtowała się świadomość o jej ciągłym doskonaleniu z uwagi na krótki, dotychczasowy okres jej stosowania. Jednocześnie dla autorów opracowania obserwacja jej rozwoju to doskonały obszar badawczy. Niechętnie na początku wdrożeń przyjmowane zmiany przez pracowników z czasem pokazały i uświadomiły im nieodzowność ich stosowania. Zanotowano zmianę stosunku większości pracowników do przemian z obojętnej na uczestniczącą aktywnie i kreatywnie w zarządzaniu roszczeniami. Te stwierdzenia mówią o obranym właściwym kierunku prac wdrożeniowych Claim Management i wskazane jest zainteresowanie tymi działaniami większej liczby przedsiębiorstw budowlanych, gdyż opracowane tabele oceny roszczeń oraz uzyskane korzyści finansowe z zastosowania zarządzania roszczeniami pomimo krótkiego okresu pilotażowego wdrożenia metodyki wskazują na poprawność jej funkcjonowania.

Literatura

- Böker L. (2003). *Vertragsrecht und Claim Management. Grundlagen für eine gesicherte, zielorientierte Auftragsabwicklung*. Wydanie III zmienione, *Expert-Verlag GmbH*, Reinnigen/Malmsheim.
- Forst H-J. (1994). *Projektmanagement im Anlagenbau*. Wydanie I, *VDE Verlag*, Berlin.
- Halbleib M. (2000). *Claim Management. Eine Konzeption für die Beschaffung großindustrieller Anlagen als Referenzobjecte investiver Kontraktleistungs-bündel*. Wydanie I, *Lang Peter GmbH., Europäischer Verlag der Wissenschaften*, Frankfurt nad Menem.
- Oberndorfer W. (2003). *Claim Management und alternative Streitbeilegung im Bau- und Anlagenvertrag*. *Manz*, Wiedeń.
- Patzak G., Rattay G. (2004). *Projektmanagement. Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen*. IV wydanie poprawione, *Linde*, Wiedeń.
- Shimmel U. (2003). *Projektmanagement*. Wydanie I, *Weka Media*, Kissing.
- Tiemeyer E. (2004). *Projekte im Griff. Konzepte, Tools und Checklisten zum erfolgreichen Projektmanagement*. Wydanie I, *Bertelsmann Verlag*, Bielefeld

EFFICIENT MANAGEMENT OF CLAIMS IN CIVIL ENGINEERING

Abstract: Publication shows theoretical and methodological aspects of efficiently applying Claim Management in civil engineering. The described research can evaluate crucial factors of applying the new concept of Claim Management in small and medium construction companies. The research methods applied are: pilot study of applying Claim Management methods in construction company which hires 120 employees; individual interviews with the management of this company as well as questionnaire survey of different subjects of construction asking about applying this innovation. The research period as well as the field of research is small but the results of increasing efficiency in acquiring additional income from applying the claim administration indicates that it is purposeful to use and improve the new Claim Management concept. The results indicates also that it is necessary to carry on further research to perfect this method. Modern Claim Management should become the universal tool which through risk analysis, sets and changes helps to deal with claims in construction business.

MARNOTRAWSTWO PRACY MASZYN NA PLACU BUDOWY

Marek WIRKUS*, Tadeusz WĘSIERSKI, Anna CHMIELARZ

Wydział Zarządzania i Ekonomii, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Streszczenie: W opracowaniu poruszono zagadnienia nieefektywnego wykorzystania maszyn w procesie budowlanym, co w kontekście koncepcji *Lean* jest marnotrawstwem. Celem opracowania jest zaprezentowanie wytycznych do minimalizacji marnotrawstwa pracy maszyn. Do ich opracowania wykorzystano narzędzia koncepcji *Lean*, a także rezultaty własnych badań empirycznych. Chociaż mają one charakter wstępny, to w połączeniu z heurystyką oraz podejściem do analiz wg „wspólnej części zasobów w procesie”, przyniosły rezultaty, które dostosowały wytyczne *Lean* do procesu budowlanego. Do pomiaru efektywności pracy maszyn zastosowano wskaźnik OEE. Szczegółowym przedmiotem analiz były maszyny i transportu bliskiego. Zaproponowano rozwiązania służące zwiększeniu wartości wskaźnika OEE, a tym samym minimalizowaniu marnotrawstwa

Słowa kluczowe: Lean, proces budowlany, OEE, maszyny do prac ziemnych i transportu bliskiego.

1. Wprowadzenie

Inwestorzy w budownictwie oczekują terminowych i tanich realizacji swoich zamierzeń. Zorganizowanie procesów budowlanych, które spełniają wzrastające oczekiwania inwestorów, jest zawsze wyzwaniem dla przedsiębiorcy budowlanego. Nieodpowiednie maszyny, źle wykorzystane urządzenia w procesie budowlanym generują koszty i wpływają na terminy, co ma swoje konsekwencje prawne, finansowe i marketingowe. Jak się wydaje, odpowiednie narzędzia zaradcze, które sprawdziły się już w produkcji potokowej – powtarzalnej, oferuje koncepcja *Lean*. *Lean manufacturing* jest systematycznym podejściem do identyfikacji i eliminacji marnotrawstwa. W ramach tego podejścia stawia się na maksymalizację użyteczności dysponowanych zasobów, co przenosi się na koszty wytwarzany budynków, które są przedmiotem transakcji z klientem końcowym. Klient płacąc za nie, chce być jednocześnie przekonany, że, nie pokrywa kosztów marnotrawstwa jakie towarzyszyło ich wytworzeniu. Standard *Lean*, lokuje klienta na pozycji „wszechwiedzącego kreatora wartości w procesach”. Wytwórca dóbr przyjmuje jego perspektywę i traktuje ją jako imperatyw: „żadna inna czynność ponad te, które są konieczne i wystarczające w procesie, do osiągnięcia celu”. W procesach budowlanych kategoria: „klient” ma wiele poziomów. Tutaj, jest nim także średni przedsiębiorca ogólnobudowlany, który zamierza ograniczyć marnotrawstwo na placu budowy poprzez poprawę stopnia wykorzystania maszyn.

2. Część wspólna zasobów i marnotrawstwo w procesie budowlanym

Każdy proces, a zatem i ten na placu budowy, jest kontrolowanym przekształceniem zasobów zorganizowanych na jego wejściu, w oczekiwany produkt na wyjściu. Uczestnikami procesu budowlanego są: inwestor, projektanci, kierownictwo budowy, kierownicy robót, wykonawcy, dostawcy materiałów i wyposażenia, władze budowlane, instytucje finansowe oraz klienci. Zdarza się, z reguły pod naciskiem inwestorów publicznych, że do uczestników procesu budowlanego zaliczani są inżynierowie kontraktu i konsultanci FIDIC, inspektorzy, czy też kierownicy projektów, jako organizatorzy inwestycji. Proces budowlany ma swoje fazy: koncepcyjną i przygotowania inwestycji, jej realizacji oraz zakończenia i użytkowania. W każdej z nich, konfiguracja zasobów na wejściu jest inna, bo też inny jest ustalony dla nich cel. Każdy z zasobów i wszystkie razem, w funkcji czasu i kosztów staje się wartością dla klienta. To do czego zobowiązuje, koncepcja *Lean*, to utrzymanie „wspólnej części” zasobów w procesie, w danej chwili jego realizacji, na poziomie „koniecznym i wystarczającym” w wymiarze rzeczowym, czasowym i przestrzennym. Wszystko, co więcej jest marnotrawstwem.

W tej sytuacji przedsiębiorca budowlany powinien kierować się nie tylko zobowiązaniami wynikającymi z umowy i swoją najlepszą wiedzą techniczną, ale i przekonaniem, że inwestor dostrzeże jakość robót

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: marek.wirkus@zie.pg.gda.pl

i marnotrawstwo tych zasobów, za które płaci. Zatem, aspekt jakości procesów ma kapitalne znaczenie w robotach budowlanych i wiąże się bezpośrednio z przetwarzaniem zasobów w strumień wartości.

Mapowanie strumienia wartości (ang. *value stream mapping* - VSM) stanowi na ogół pierwszy krok w podejściu *Lean* do organizacji procesów. Strumień wartości to wszystkie działania, zarówno dodające, jak i niedodające wartości, które są podejmowane począwszy od projektu do wprowadzenia produktu na rynek (odbior inwestycji). Zakresem obejmują przetwarzanie informacji od klienta oraz przepływ wraz z przetwarzaniem materiałów „w drodze do klienta”. Aby w rezultacie otrzymać szczupły strumień wartości należy spełnić siedem poniższych elementów: 1) wszyscy w całym strumieniu wartości powinni wiedzieć w jakim tempie klient konsumuje produkt, 2) należy utrzymywać małe zapasy oraz przypisać im odpowiednią strategię, 3) należy minimalizować połączenia transportowe pomiędzy procesami i lokalizacjami, 4) powinno się przekazywać minimum wymaganej informacji, a informacja powinna być niezakłócona, 5) należy skracać czas wytwarzania produktu w całym strumieniu, 6) zmiany należy wprowadzać przy zaangażowaniu jak najmniejszej ilości zasobów ludzkich i rzeczowych, w tym maszyn i urządzeń, 7) należy dążyć do doskonałości nieustannie obserwując otoczeniem dostosowując się do zmieniających się wymagań klientów.

Podsumowując strumień wartości, to nic innego, jak suma wszystkich czynności dodających i niedodających wartości w procesach, które są niezbędne do realizacji określonych potrzeb zgłoszonych przez klientów. Czynność jest zatem kategorią kwantyfikującą procesy. W każdej czynności zasoby przedsiębiorstwa mają swoją chwilową reprezentację (δt). Zatem:

$$\cap \{M_1; M_2; M_3; M_4; I\} \rightarrow \cup \{C; V\} \delta t \quad (1)$$

gdzie: M_1 (*man*) jest zasobem ludzi realizujących i nadzorujących proces, M_2 (*machine*) jest zasobem maszyn i urządzeń zastosowanych w procesie, M_3 (*material*) oznacza zasób surowca, materiałów lub części wykorzystywanych w procesie, M_4 (*methods*) jest zasobem procedur i metod zastosowanych w procesie, a I (*information*) oznacza zasób instrukcji pracy oraz danych gromadzonych i przetwarzanych podczas realizacji procesu, C (*cost*) – koszty i V (*value*) – wartość dla klienta.

Czynności albo mikroprocesy, które są bazą do wyznaczania części wspólnej zasobów w jakimś czasowym interwale, po zsumowaniu przedstawiają wartość dla klienta. Sumowanie czynności w procesach, w praktyce oznacza sumowanie ich chwilowych wartości i kosztów. Wszystko to, co obniża sumę wartości dla klienta, jest marnotrawstwem i ma swój wymiar pieniężny. Nic więc dziwnego w tym, że przedsiębiorca budowlany poszukuje sposobów by je ograniczać.

Klasyfikację marnotrawstwa można powiązać z kategoriami zasobów, przypisać do faz procesu budowlanego lub do ogólnego wymiaru czasu pracy w przedsiębiorstwie. Relacje zasobów i ogólnego

wymiaru czasu pracy umożliwiają ustalenie struktury ich wykorzystania, o ile przyłoży się do nich miary efektywności.

Na ogół uznaje się, że istotnymi czynnikami wpływającymi na efektywność wykorzystania maszyn i urządzeń, w tym w procesach budowlanych, są:

- rozproszenie placów budów;
- sztywne procedury procesów budowlanych wynikające z konieczności zachowania kolejności robót;
- zdarzenia losowe zakłócające synchronizację robót i procesów;
- zjawisko przetrzymywania maszyn w oczekiwaniu na następną pracę lub tak na wszelki przypadek;
- jakość kontroli ze strony najwyższego kierownictwa;
- niedostateczny udział własnych maszyn w zmechanizowaniu procesów budowlanych;
- nadmiernie rozbudowany park maszynowy;
- ogólna sprawność techniczna maszyn i doświadczenie operatorów.

Niektóre z powyższych czynników występują niezależnie od woli przedsiębiorcy, jak zdarzenia losowe czy ustalone administracyjnie ramy procesu budowlanego. Można jeszcze rozważać wpływ czynników zależnych od inwestora, takich jak profil zamówień, środowisko inwestycji czy zakres robót. Wydaje się, że można je powiązać z organizacją procesów. Organizowanie procesów jest sztuką racjonalnego i efektywnego zastosowania zasobów w przyszłych działaniach. Koncepcja *Lean* wymaga by zgromadzone zasoby były konieczne i wystarczające do realizacji konkretnej inwestycji, a w skali przedsiębiorstwa, by były one konieczne i wystarczające do realizacji typowego portfela zamówień. Problemem jest zatem, ustalenie: jakim zasobem maszyn i urządzeń powinien dysponować przedsiębiorca, by uznać, że jest on konieczny i wystarczający do realizacji zamówień? Jak uniknąć marnotrawstwa w wykorzystaniu tego zasobu na placu budowy?

Do eliminacji lub minimalizacji marnotrawstwa w pracy maszyn budowlanych można wykorzystać następujące narzędzia *Lean*:

- 1) całkowicie produktywnie utrzymanie ruchu (ang. *Total Productive Maintenance* - TPM), jako szereg działań podnoszących efektywność wykorzystania maszyn,
- 2) wskaźnik efektywność użytkowania sprzętu (ang. *Overall Equipment Effectiveness* – OEE) jako jeden ze mierników wykorzystywanych w koncepcji całkowitego produktywnego utrzymania maszyn,

W niniejszej pracy wykorzystano własne badania empiryczne, metody heurystyczne i podejście „wspólnej części koniecznych i wystarczających zasobów” do odnajdowania faktów, mogących wzmocnić wytyczne TPM.

3. Koncepcja pomiaru marnotrawstwa z wykorzystaniem wskaźnika OEE

W praktyce wdrożone zasady TPM poprawiają wydajność maszyn i urządzeń technicznych, redukując ilość awarii

i usterek, podnoszą jakość robót. W koncepcji całkowitej produktywności konserwacji, jednym z podstawowych wykorzystywanych wskaźników jest wskaźnik OEE (rys. 1). O wartości wskaźnika całkowitej efektywności sprzętu decyduje iloczyn takich elementów jak (Leksykon, 2010):

- 1) wskaźnik osiągnięć (ang. *Performance rate*) – miara strat w prędkości procesów (np. straty wynikające z przetwarzaniem w wolniejszym tempie niż wynika to ze specyfikacji inwestora);
- 2) wskaźnik dostępności (ang. *Availability rate*), który określa straty spowodowane przestojami wynikającymi z awarii maszyn i ich regulacji na tle zaplanowanego czasu pracy;
- 3) wskaźnik jakości (ang. *Quality rate*) – wyraża straty wynikające ze złej jakości pracy.

Adaptując wskaźnik OEE dla potrzeb procesów budowlanych, a konkretnie do badania marnotrawstwa zasobu dostępnych maszyn $\{M_2\}$ należało uwzględnić możliwości prowadzenia takich pomiarów jak: stopień wykorzystania maszyn, ich sprawność techniczną oraz stopień pracy z dobrą jakością.

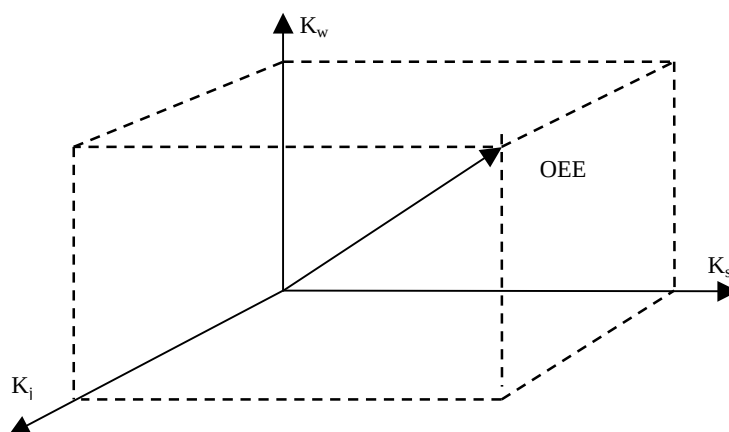
$$OEE = K_w \times K_{st} \times K_j \quad (2)$$

$$K_m = 1 - OEE \quad (3)$$

gdzie: OEE oznacza wskaźnik całkowitej efektywności maszyn, K_w stopień ich wykorzystania, K_{st} wskaźnik sprawności technicznej, K_j szacowany stopień pracy maszyn z dobrą jakością, K_m jest wskaźnikiem marnotrawstwa.

Szacowanie marnotrawstwa według zależności (3) wymaga spełnienia następujących założeń:

- 1) w zasobie występuje co najmniej jedna maszyna: $\{M_2\} \geq 1$;
- 2) istnieje proces tworzy z zasobów część wspólną: $\cap \{M_1; M_2; M_3; M_4; I\} > 0$;
- 3) maszyna pracuje, ma określony stopień sprawności technicznej i prace realizuje z dodatnią jakością: $1 < OEE > 0$;
- 4) wartości skrajne $OEE = 1$ i $OEE = 0$ w procesach nie występują;
- 5) istnieje związek logiczny pomiędzy wskaźnikiem marnotrawstwa K_m , a kosztami oraz wartością dla klienta $U\{C; V\}\delta t$ (rys. 2).



Rys. 1. Wskaźnik całkowitej efektywności maszyn OEE dostosowany do procesu budowlanego. K_j - wskaźnik jakości; K_{st} - wskaźnik stanu technicznego; K_w - wskaźnik wykorzystania maszyn

	$U\{C; V\}\delta t$ *	
duże	OEE duże $\cap \{M_4; I\}$ duże	OEE małe $\cap \{M_4; I\}$ duże
małe	OEE duże $\cap \{M_4; I\}$ małe	OEE małe $\cap \{M_4; I\}$ małe
	małe	duże

K_m

Rys. 2. Zależności sumy wartości dla klienta od wartości wskaźników OEE i znaczenia dla wspólnej części zasobów w procesie. $U\{C; V\}\delta t$ - suma wartości dla klienta; OEE - wskaźnik całkowitej efektywności maszyn i urządzeń; $\cap \{M_4; I\}$ - część wspólna zasobów w procesach

Chcąc ocenić wartość szacowań wykonanych z wykorzystaniem wskaźnika OEE, należy po prostu przyjąć jego wartości skrajne, czyli $OEE = 1$ i $OEE = 0$ i ustalić ich wpływ na proces oraz sumowanie się wartości dla klienta: $U\{C; V\}\delta t$.

$$OEE = 1 \rightarrow K_m = 0 \quad (4)$$

$$OEE = 0 \rightarrow K_m = 1 \quad (5)$$

Jeżeli marnotrawstwo ma wartość $K_m = 0$, to jest to wynik doskonałej efektywności maszyn w procesach. Dzięki temu, suma wartości dla klienta w strumieniu związanym z zasobem maszyn $\{M_2\}$, w tej konkretnej chwili δt jest najwyższa, co symbolizuje „*” (rys. 2).

Jeśli przyjąć drugi przypadek, czyli $K_m = 1$, czyli stan absolutnego marnotrawstwa, wynikającego z tego, że wartość wskaźnika $OEE = 0$, co oznacza, że maszyna nie była dostępna lub spełniała swoje funkcje na zerowym poziomie. Z tego powodu, w danej chwili procesu, reprezentacja zasobu maszyn nie wystąpi w części wspólnej zasobów, a więc proces zostanie przerwany i będzie generował koszty dla klienta. Opisaną sytuację przedstawia symbol „↓”.

Pomiary wykorzystania dysponowanych maszyn i ich oceny w oparciu o wskaźnik OEE przeprowadzono w wybranym przedsiębiorstwie budowlanym. Wymagało to sporządzenia modelu struktury czasowej ich pracy, jako bazy odniesienia. W tym celu przyjęto następujące założenia:

- 1) zasób maszyn $\{M_2\}$ tworzą dwie grupy maszyn: dźwigi i koparko-ładowarki;
- 2) wszystkie maszyny zasobu $\{M_2\}$ są dostępne;
- 3) portfel zleceń jest na tyle wielki, że każda maszyna, każdego dnia pracy wykonuje zaplanowane wcześniej roboty;
- 4) planowany czas użycia maszyn jest równy miesięcznym wymiarom czasu pracy pomniejszonym o czas codziennej obsługi technicznej, w wymiarze 1 godziny każdego dnia pracy;
- 5) wszystkie maszyny wykorzystują jedną funkcję z doskonałą jakością;
- 6) sprawność techniczna maszyn nie budzi zastrzeżeń.

Roczną strukturę pracy analizowanych maszyn za rok 2008, według przyjętego modelu przedstawia tabela 1.

Pomiar wskaźnika stopnia wykorzystania zasobu maszyn można wykonać porównując czasy operacyjne z bazą odniesienia. Model struktury czasu pracy maszyn zawiera kilka baz pomiarowych. Jednakże bazę efektywnego czasu pracy maszyny należy przyjąć z zastrzeżeniem, że jest to zmienna zależna od aktualnego portfela zleceń, a więc od warunków rzeczowych, czasowych i przestrzennych poszczególnych realizacji.

Jeśli wyniki pomiarów odnieść się do ogólnego wymiaru czasu pracy to rezultat ilustruje globalne wykorzystanie zasobu $\{M_2\}$ w przedsiębiorstwie, co ma swoje znaczenie, jeśli rozważa się je z perspektywy marnotrawstwa. Zbiór maszyn oznacza zwielokrotnienie ogólnych wymiarów czasów pracy, dlatego w badaniach konkretnych procesów budowlanych, wyniki pomiarów, łatwiej przyrównywać do wielkości zaprojektowanych wcześniej, dla których miarą są roboczogodziny. Tutaj modelami efektywnego czasu pracy maszyny mogą być dokumenty projektowe – wykonawcze, harmonogramy, a nawet nomogramy.

Według wstępnych analiz zasobu $\{M_2\}$, średnioroczny wskaźnik jego efektywnego wykorzystania (K_w) wynosił: 0,45, w grupie dźwigów: 0,43, a w grupie koparko – ładowarek: 0,46. (tab. 2).

Aby rozwinąć tę analizę do standardu OEE, należało dodatkowo ustalić współczynniki ich sprawności technicznej (K_{st}) oraz jakości wykonanych prac (K_j). Pracownicy techniczni oceniali, że kształtowały się na najwyższym poziomie: $K_{st} = 0,9$ i $K_j = 0,9$. Jeśli tak, to oznaczało to, że wskaźnik całkowitej efektywności zasobu maszyn (OEE) osiągnął wartość:

$$OEE = K_w \times K_{st} \times K_j = 0,45 \times 0,9 \times 0,9 = 0,36 \quad (6)$$

Z powyższego wynika, że analizowany zasób $\{M_2\}$ tworzył część wspólną z pozostałymi zasobami, efektywnie i z dobrą jakością przez 36% ogólnego wymiaru czasu pracy. Z perspektywy *Lean* jest to marnotrawstwo (K_m). Tylko jakie?

$$K_m = 1 - OEE = 0,64 \quad (7)$$

Tab. 1. Model rocznej struktury czasu pracy maszyny

Elementy struktury czasu pracy		Struktura czasowa [h]		Struktura udziału [%]	
Ogólny wymiar czasu pracy		1856		100	
Efektywny czas pracy maszyny	Prace ogólnie-budowlane	1040	1411	56	76
	Prace specjalistyczne	371		20	
Czas przejazdu maszyny	Prace ogólnie-budowlane	111	297	6	16
	Prace specjalistyczne	186		10	
Czas obsługi technicznej		148		8	

Uwaga. Czas pracy maszyny dostosowano do czasu pracy kierowcy/operatora (jako podstawą do ustalenia wymiaru czasu pracy przyjęto treść art. 129 i 130 kp). W strukturze przyjęto roczny wymiar czasu pracy pomniejszony o 168 godz. – okres urlopowy.

Tab. 2. Wskaźniki udziału grup maszyn i zasobu maszyn $\{M_2\}$ w procesach budowlanych

Grupy maszyn M2	Wskaźniki	Kwartał	I	II	III	IV	Wartość średnia za rok
Dźwigi	Ogólny indeks czasu pracy - Io		0,38	0,74	0,64	0,54	0,57
	Wskaźnik wykorzystania - Kw		0,29	0,56	0,49	0,41	0,43
	Indeks czasu przejazdu - Ip		0,06	0,12	0,10	0,09	0,09
	Indeks czasu technicznego - It		0,03	0,06	0,05	0,04	0,05
Koparko - ładowarki	Ogólny indeks czasu pracy - Io		0,54	0,67	0,48	0,74	0,61
	Wskaźnik wykorzystania - Kw		0,41	0,51	0,36	0,56	0,46
	Indeks czasu przejazdu - Ip		0,09	0,11	0,08	0,12	0,10
	Indeks czasu technicznego - It		0,04	0,05	0,04	0,06	0,05
Zasób maszyn M2	Ogólny indeks czasu pracy - Io		0,46	0,70	0,56	0,64	0,59
	Wskaźnik wykorzystania - Kw		0,35	0,53	0,43	0,49	0,45
	Indeks czasu przejazdu - Ip		0,07	0,11	0,09	0,10	0,09
	Indeks czasu technicznego - It		0,04	0,06	0,04	0,05	0,05

Przedstawiony sposób liczenia marnotrawstwa w wykorzystaniu maszyn na placu budowy, zanim stanie się metodą, wymaga jeszcze krytyki. Tym niemniej, uzyskane tą drogą wyniki pozwoliły zorientować się w stanie rzeczy.

Z powyższej skrótowo przedstawionej analizy wynikają następujące wnioski:

- 1) analiza poziomu marnotrawstwa na podstawie wskaźnika OEE wymaga zorganizowania celowej procedury gromadzenia danych o dostępie do funkcji maszyn, ich wydajności oraz jakości robót;
- 2) szacowanie marnotrawstwa na placu budowy należy zacząć od tego co widać, a więc od stopnia wykorzystania maszyn i urządzeń, a prostym i skutecznym narzędziem jakie w tym celu można zastosować jest wskaźnik OEE;
- 3) szacowanie marnotrawstwa z wykorzystaniem OEE, choć ma wartość orientacyjną, to jednak wystarczającą by nim zarządzać i wzmacniać udział zasobu maszyn w procesach;
- 4) jaka powinna być konieczna i wystarczająca wartość wskaźnika OEE dla warunków określonego przedsiębiorstwa budowlanego? To należałoby ustalić w pogłębionych analizach które należało by dodatkowo przeprowadzić na placu budowy w tym przedsiębiorstwie.

4. Koncepcja eliminacji i ograniczenia marnotrawstwa z wykorzystaniem elementów Lean

Dysponując wynikami pomiaru wielkości wskaźnika OEE oraz wynikami dodatkowych analiz przeprowadzonych przy identyfikacji tego wskaźnika podjęto próbę wskazania przyczyn marnotrawstwa pracy maszyn i działań zapobiegawczych w tym obszarze. Wytyczne w tym zakresie są spójne z zidentyfikowanymi czynnikami wpływającymi na efektywność wykorzystania maszyn oraz odpowiadają założeniom koncepcji *Lean*. Chcąc

zatem zwiększyć wartości wskaźnika OEE, a tym samym przeciwdziałać marnotrawstwu pracy maszyn, należy przede wszystkim dostosować portfel przyjętych zamówień w zakresie realizacji prac budowlanych do profilu dysponowanych maszyn. Jest to zagadnienie powiązane ze strategią firmy i uwarunkowaniami istniejącymi na rynku prac budowlanych co nie było przedmiotem analiz. W ramach działań wewnętrznych przedsiębiorstwa należy wziąć pod uwagę:

- 1) alokację, czyli rozmieszczenie maszyn w czasie i przestrzeni, tak by mogły one utworzyć wspólną część we właściwej czynności;
- 2) zastosowanie wytycznych TPM do utrzymania maszyn i urządzeń;
- 3) możliwość wynajmowania maszyn albo inaczej outsourcing niektórych robót,
- 4) łączenie funkcji maszyn poprawiając uniwersalność posiadanego parku maszyn;
- 5) synchronizację pracy maszyn w procesach budowlanych, a w tym ewentualne indywidualne wyliczanie zapotrzebowania na określoną maszynę,
- 6) dobór maszyn.

4.1. Alokacja maszyn czyli ich rozmieszczenie w czasie i przestrzeni

W realnej przestrzeni procesy są linearne (Buszko, 2010), więc w ściśle ustalonym okresie czasu zasoby powinny utworzyć część wspólną. Ani przed, ani później. W procesach budowlanych realizowanych w ramach jednego przedsiębiorstwa na różnych placach, maszyny powinny być dostępne wówczas, kiedy o to proszą kierownicy budowy. Alokacja maszyn jest funkcją zarządzania i obejmuje czynności związane ze zgłoszeniem zapotrzebowania, zaplanowaniem, zorganizowaniem bezpiecznego przemieszczenia maszyn, rozwinięciem ich na placu budowy w celu wykonania konkretnych prac, ich realizacją, zwinięciem i powrotem do parku lub przejazdem na inny plac budowy. Tutaj

pojawia się pewna prawidłowość łącząca cechę zarządzania z odległością do placów budowy. Im są one bliżej, tym większa jest elastyczność zarządzania. Najwyżej ocenia się elastyczność zarządzania maszynami, jeśli procesy budowlane realizowane są w bliskim sąsiedztwie tj. „plac budowy obok placu budowy”, najniżej, gdy odległości te są znaczne.

Rozproszenie placów budów wymaga, by dostosować system logistycznego wsparcia do potrzeb alokowanych zasobów. Alokacja maszyn absorbuje środki i czas, dlatego niekiedy należy korzystać z „obcych” maszyn dostępnych w bliskiej odległości.

4.2. Zastosowanie wytycznych TPM

Wytyczne całkowicie produktywnej konserwacji TPM można zastosować do zarządzania parkiem maszynowym i do doskonalenia efektywności wykorzystania maszyn oraz urządzeń (Wirkus i Chmielarz, 2011). W praktyce procesu budowlanego oznacza to:

- 1) dostosowanie i utrzymywanie parku maszynowego dostosowanego do profilu typowych procesów budowlanych realizowanych w przedsiębiorstwie oraz ewentualne uzupełnianie go poprzez celowe zakupy wg zasady „kupuję maszyny po to by pracowały”;
- 2) zapobieganie nadmiernej rozbudowie parku maszynowego; dobrą praktyką stosowaną przez przedsiębiorców jest utrzymywanie nieco mniejszego parku maszynowego, niż to wynika z bieżących potrzeb; strategia „trzy maszyny własne i jedna wynajęta” ogranicza koszty stałe i pozwala na elastyczne posilkiwanie się najmem w tworzeniu części wspólnej procesów budowlanych; w przypadku braku pracy dla maszyn własnych – wypożyczanie ich na zewnątrz wraz z operatorem;
- 3) koordynowanie wykorzystania maszyn przez kierowników budowy na podstawie sformułowanych przez nich potrzeb i bieżącej oceny sytuacji;
- 4) eliminowanie zjawiska przetrzymywania maszyn na placu budowy w oczekiwaniu na następną pracę lub tak na wszelki przypadek;
- 5) utrzymywanie relacji współpracy z inspektorami Dozoru Technicznego;
- 6) przeniesienie odpowiedzialności za efektywność wykorzystania maszyn z kierownika budowy na operatora maszyny tak by był on zainteresowany

utrzymywaniem maszyny w gotowości technicznej do pracy oraz jej wykorzystaniu na placu budowy.

- 7) zdefiniowanie, w formie pisemnych instrukcji, czynności w zakresie dokonywania bieżącej konserwacji oraz drobnych napraw maszyn i urządzeń oraz delegowanie uprawnień w zakresie ich realizacji do operatorów maszyn.
- 8) zlecenie wyspecjalizowanemu serwisowi okresowych przeglądów prewencyjnych w zależności od przepracowanych godzin określanych według listy czynności serwisowych definiowanych przez producenta maszyny oraz zlecenie napraw maszyn i urządzeń zgodnie z zaleceniami ich producentów,
- 9) prowadzenie dokumentacji techniczno - ruchowej dla poszczególnych maszyn i urządzeń.

4.3. Możliwość wynajmowania maszyn - outsourcing robót

Marnotrawstwo nie wystąpi wówczas, gdy w zasobie będzie co najmniej jedna maszyna, która utworzy wraz z innymi zasobami część wspólną i będzie absolutnie tam wykorzystana, będzie w idealnym stanie technicznym i będzie pracowała z doskonałą jakością. Co zrobić w sytuacji, kiedy taka nie jest?

Jeżeli przedsiębiorca podejmując się wykonać pewne prace nie dysponując maszyną o funkcjach, które należy zastosować w zleconych robotach budowlanych, to zwykle wynajmuje ją wraz z operatorem od innego przedsiębiorcy lub obecnie ma możliwość jej wynajęcia z wypożyczalni bez operatora. Największa w Polsce i czołowa w Europie sieć wypożyczalni sprzętu budowlanego oferuje maszyny i urządzenia wyspecjalizowane (jednofunkcyjne) i wielofunkcyjne reprezentujące kluczowe marki światowe i nowoczesne rozwiązania techniczne. Mogą je wynająć osoby fizyczne i prawne, którym sieć zapewnia doradztwo techniczne, serwis oraz transport sprzętu na budowę. Procedura wynajmu umożliwia negocjacje cen, a w przypadku wynajmu flotowego – indywidualne negocjowanie jego warunków. Procedura narzuca też obowiązek indywidualnego ubezpieczenia wypożyczanego sprzętu. Wszystko to reguluje umowa najmu. Wypożyczalnia oferuje wiele typów maszyn do transportu bliskiego i do prac ziemnych, których grupy przedstawia tabela 3.

Tab. 3. Typy maszyn do prac ziemnych i transportu bliskiego w sieci wypożyczalni

Grupy typów maszyn	Klasa	Liczba funkcji	Funkcje operacyjne
Minikoparki gąsiennicowe	1,7 t – 3,5 t	2	{l; k}
Koparki kołowe	18 t	1	{k}
Miniładowarki	1,3 t – 3,5 t	2 + 3 w akcesoriach	{s; w; k; g; z}
Koparko – ładowarki	8,5 t	3	{s; w; k}
Ładowarka kołowa	2,2t	2 + 3 w akcesoriach	{s; w; l; p; z}
Ładowarka kołowa	4,8 – 5,5 t	2	{s; w}
Miniładowarka teleskopowa	4,1 t	2	{s; w}
Ładowarki teleskopowe	5,5 t – 11t	4 + 3 w akcesoriach	{s; w; l; h; r; a; c}

Legenda: l – spychanie, równanie terenu; k – kopanie; s – ładowanie materiałów sypkich; g – wiercenie w glebie; w – ładowanie palet; p – rozsypywanie soli lub piasku; z – zamiatanie; h – prace dźwigowe; r – prace z podestem (koszem); a – prace ze „szczękami krokodyla”; c – holowanie.

W trakcie wywiadów pracownicy wypożyczalni stwierdzali że szczególnie powodzeniem cieszy się sprzęt jednofunkcyjny ciężki oraz maszyny „mini” do prac ziemnych i transportu materiałów. Zastanawiające, że nie wspomniano o koparko-ładowarkach klasy CASE 428 C, które jak dotąd, uznawane są za najbardziej uniwersalne maszyny budowlane. Istnieje przypuszczenie, że maszyny tego typu nasyciły już rynek, częściowo dzięki zakupom wspartych funduszami unijnymi.

Wypożyczanie sprzętu może wpływać na ograniczenie marnotrawstwa, o ile maszyna zostanie właściwie dobrana, tj. zostanie wynajęty sprzęt, którym przedsiębiorca nie dysponuje, a który jest konieczny i wystarczający do realizacji konkretnych, bo zdefiniowanych rzeczowo, czasowo lub przestrzennie, robót. Zasadniczo to doświadczenie przedsiębiorcy budowlanego dyktuje, którą maszyną można wykonać zlecone prace wystarczająco dobrze i szybko. To oni potwierdzają wysoką przydatność koparko-ładowarek w robotach budowlanych, a jednocześnie wskazują typowe dla nich prace: wykopy pod przyłącza infrastruktury technicznej i przygotowanie placu budowy. Natomiast, w pracach związanych ze wznoszeniem budynków jedno-, dwupiętrowych, co raz częściej wśród maszyn do transportu bliskiego i prac ziemnych pojawia się tak zwana „teleskopówka”, czyli ładowarka teleskopowa. Maszyna ta radzi sobie z pracami w zakresie tak szerokim, że nie potrzeba innych maszyn aby je wykonać. Nie trzeba jej przewozić, sama dojedzie na plac budowy. To dobra praktyka w ograniczaniu marnotrawstwa w zasobie maszyn. Łączy się to z dylematem: wiele maszyn jednofunkcyjnych lub jedna maszyna wielofunkcyjna. Który wariant jest odpowiedni? Jedynie ten, który będzie tworzył część wspólną w procesach budowlanych i nie będzie generował strat, za które nie chce płacić klient.

Wnioski:

- 1) proces budowlany na każdym etapie może wymagać innych maszyn, innych wystarczających i koniecznych zdolności funkcyjnych, nie zawsze będących w dyspozycji przedsiębiorstwa wykonującego ten proces,
- 2) wypożyczenie koniecznej i wystarczającej „zdolności do wykonania zadania”, a więc maszyny z odpowiednią funkcją, może ograniczyć marnotrawstwo maszyn;
- 3) wynajem maszyny o odpowiedniej funkcji, nie oznacza właściwej jakości działania; aby ją zapewnić, potrzebny jest jeszcze operator z koniecznym i wystarczającym doświadczeniem;

4.4. Łączenie funkcji maszyn

Funkcje maszyn budowlanych nie stanowią same z sobą części wspólnej, co oznacza, że nie mogą być one wykorzystywane jednocześnie. Jeśli tak, to czasy kolejnego wykorzystywania funkcji maszyn sumują się i można z nich wyodrębnić czasy operacyjne, czasy przeobrażania, czasy przygotowania, postoju, czy pracy jałowej. Nawet jeśli maszyna dysponuje łyżką

i podnośnikiem, a przystawkami do niej są: koparka łańcuchowa, wiertnica glebowa, czy zmiataarka, to każde z tych narzędzi może być użyte jedynie oddzielnie, co ma swoje konsekwencje czasowe. Podobnie jak z łyżką i koparką, które chociaż stanowią integralną część koparko-ładowarki, to mogą być zastosowane kolejno. Wynika z tego, że w planowaniu wykorzystania zasobu maszyn bardziej chodzi o funkcję niż o maszynę, bardziej o skalę i zakres robót, dopiero później o maszynę z odpowiednią zdolnością. Ładowarka teleskopowa, z grupy najcięższych, obok wielu innych zdolności, może podnieść ciężar 500-700 kg na wysokość blisko 17 m, ale czy zastąpi dźwig? Czy ładowarka teleskopowa z lemieszem zastąpi spychacz? Ponieważ odpowiedź jest oczywista, więc maszyny wyspecjalizowane, o jednej funkcji, mogą być punktem odniesienia w stopniowaniu zdolności innych maszyn do realizacji podobnych działań.

Jedną z form ograniczenia marnotrawstwa jest integrowanie głównych funkcji różnych maszyn. W jednym z badanych przypadków, który może ilustrować marnotrawstwo transportowe, przedsiębiorca podjął zamiar zastąpienia dwóch maszyn – jedną, ale o większych zdolnościach terenowych. Alternatywą dla zakupu żurawia samojezdnego o udźwigu 15 ton oraz samochodu ciężarowego o ładowności 16 ton, był pojazd transportowo-roboczy uterenowiony, o konfiguracji napędu: 6x6, wyposażony w duży żuraw przeładunkowy. Kryterium wartościującym była funkcja: transport wyposażenia do prac naprawczych na sieciach dystrybucyjnych w terenie. Wśród różnych uzasadnień dla takiego wyboru, pojawił się argument ograniczenia marnotrawstwa związanego z eksploatacją pojazdów.

Oszczędności, a więc ograniczenie marnotrawstwa, wynikające z integracji maszyn transportowej i transportu bliskiego, do wystarczających i koniecznych funkcji, szacowane jedynie w kosztach zużycia paliwa, materiałów eksploatacyjnych oraz części zamiennych, ustalone na 20% wartości rocznego zużycia paliwa, miały wynieść 28 487 PLN/ w skali roku. W tym okresie jeden litr paliwa ON kosztował 3,50 PLN.

Wnioski:

- 1) dostosowanie funkcji maszyn do profilu wykonywanych robót może ograniczać marnotrawstwo;
- 2) integrowanie maszyn o różnych funkcjach może ograniczyć marnotrawstwo energii, czasu i przestrzeni;
- 3) wielofunkcyjna maszyna budowlana minimalizuje czas potrzebny na przeobrażenia oraz regulacje w przypadku maszyn jednofunkcyjnych.
- 4) zmniejszenie liczby maszyn, nie oznacza zmniejszenia zdolności do wykonania robót budowlanych;
- 5) wielofunkcyjna maszyna na placu budowy zwiększa wartość całkowitej efektywności maszyn OEE poprzez powiększanie składowej dostępności; wskaźnik OEE zwiększa również się wraz ze wzrostem wykorzystania maszyn;
- 6) mimo wielofunkcyjności maszyna budowlana może realizować prace w ograniczonym zakresie, w odpowiednich etapach budowy;

- 7) funkcje maszyn nie tworzą ze sobą części wspólnej, a jedynie się sumują;
- 8) jeżeli funkcje się sumują, to znaczy, że w procesach występują przerwy międzyoperacyjne i przestoje;
- 9) w kalkulowaniu czasu pracy maszyn należy uwzględniać wszystkie ich funkcje;
- 10) maszyny mają różne funkcje operacyjne, które należy powiązać ze stopniem nasilenia danej cechy, najlepiej odnosząc ją do maszyny jednofunkcyjnej – zaprojektowanej do wykonywania jednego rodzaju operacji; te same funkcje różnych maszyn należy poklasyfikować przyjmując kryterium wydajności, wówczas wskaźnik OEE, można powiązać z funkcją w skali przedsiębiorstwa.

4.5. Synchronizacja pracy maszyn w procesach budowlanych

Proces budowlany w sensie logicznym, jest koniunkcją robót, które budują strumień wartości, oraz przejść między nimi, które przynajmniej nie powinny zakłócać jego przepływu. Synchronizacja pracy maszyn wymaga od kierownictwa, jako koordynatora robót, skoncentrowania się nie na robotach, a właśnie na przejściach, gdyż to one decydują o efektywności przepływu strumienia wartości w procesie budowlanym. Idea synchronizacji robót realizowanych w procesach, również opiera się na tworzeniu z nich części wspólnej. W skrajnym przypadku wszystkie prace są wykonywane jednocześnie, bez połączeń między operacyjnymi. Jednak taka sytuacja nie występuje na placach budowy. Zatem marnotrawstwo wywołane przez niedoskonałą koordynację robót na placu budowy, jest spójną z innymi, cechą procesów budowlanych. Zmagania z marnotrawstwem tego rodzaju, jest trudnym wyzwaniem nawet dla doświadczonych koordynatorów robót (generalnych wykonawców). Bowiem kłopoty z synchronizowaniem pracy maszyn mają swoje źródło już w metodzie szacowania czasu trwania robót zmechanizowanych. Bez względu na to w jaki sposób pracochłonność przeliczana jest na dni robocze maszyn i jak zmienia się ich liczba, w zależności od zakresu ruchu łyżki, czy jej pojemności, to metody te pomijają niezwykle istotny wskaźnik, jakim jest całkowita efektywność maszyn OEE. Nie wiadomo dlaczego maszyny pracowały z określoną we wskaźniku wydajnością. Wiadomo jednak, że wskaźnik ten obejmuje cały rok pracy lub kilka lat pracy, jednego lub wielu wykonawców robót, a więc uwzględnia: wrażliwość robót budowlanych na sezony, warunki atmosferyczne, zawirowania na rynku zamówień i zmienność operatorów, a także wiele innych czynników technicznych, które wpływały na jego wartość. Z tego względu, wskaźnik ten należy traktować, jako niezbędny element w wyliczaniu czasów trwania robót zmechanizowanych. Ilustruje to następujący przykład: koparka z łyżką o pojemności 1,2 m³, ma wykonać prace obejmujące wykop 2000 m³ ziemi z odłożeniem jej na bok; z nomogramu do przeliczenia robót ziemnych na roboczodni wynika, że koparka wykona to w czasie $T_r = 10$ roboczodni. Jednak związany z tym optymizm, należy skorygować

o wartość historyczną wskaźnika OEE na przykład równą 0,50, według następującej zależności:

$$T_s = T_r / OEE = 20 \text{ roboczodni} \quad (8)$$

gdzie T_s jest czasem skorygowanym, a T_r oznacza czas ustalony normą.

W ten sposób skorygowane czasy pracy maszyn urealniają harmonogramy i kosztorysy robót budowlanych.

Jeszcze jednym aspektem synchronizacji pracy maszyn są koszty realizacji prac. Przykładowo: jeśli czas 20 roboczodni, w umowie z przedsiębiorcą wyznaczy termin wykonania przez niego zlecenia, a nie będzie on dysponował koparką podsiębierną o takiej pojemności, a jedynie koparko-ładowarką z łyżką o pojemności 1m³, to może rozważyć następujące działania:

- 1) ponieść koszty związane z wydłużeniem czasu pracy maszyn do 23,4 roboczodni oraz ponownego zsynchronizowania robót;
- 2) dotrzymać terminu, zwiększając całkowitą efektywność maszyny do wartości 0,86 oraz dostosowując do tego pozostałe zasoby, także finansowe;
- 3) wynająć maszynę o wymaganej wydajności potęgując przy tym marnotrawstwo związane z OEE własnych maszyn i ponosząc z tego powodu dodatkowe koszty.

To, które rozwiązanie zostanie wybrane, powinno zależeć od uznanego przez przedsiębiorcę kryterium wartości dla inwestora. Jednakże osiągnięcie wartości wskaźnika OEE = 0,86, jak w propozycji drugiego działania, można uznać za szczególne wyzwanie. Zakładając, że maszyna jest w idealnym stanie sprawności technicznej $K_{st} = 1$ oraz to, że maszyna pracuje z doskonałą jakością $K_j = 1$, to żeby osiągnąć wartość wskaźnika $K_w = 0,86$ maszyna powinna pracować każdego ośmiogodzinnego dnia pracy prawie przez siedem godzin. Zatem na uzupełnienie paliwa i konserwację oraz codzienną obsługę, a przede wszystkim konieczne przerwy w pracy operatorów pozostaje w sumie jedna godzina. Czy taki stan rzeczy, da się utrzymać przez dwadzieścia dni roboczych?

Wynika z tego wyводу, że synchronizacja pracy maszyn na placu budowy wymaga uwzględnienia wielu zmiennych, a tylko część z nich, może kontrolować przedsiębiorca.

Wnioski:

- 1) każde zakłócenie przepływu strumienia wartości, czy to podczas konkretnych prac maszyn, czy na przejściach pomiędzy nimi, wpływa na sprawność całego procesu; jednak, to te drugie mają kluczowe znaczenie, gdyż nie dodając wartości do strumienia skutecznie ją odejmują;
- 2) uwzględnienie wskaźnika OEE w kalkulacjach czasu trwania prac maszyn racjonalizuje harmonogramy i nomogramy wykorzystywane w planowaniu i koordynowaniu robót;
- 3) pomiary czasów efektywnej pracy, pracy z dobrą jakością, dostępności maszyn mają znaczenie dla wyliczenia wartości wskaźnika OEE, a tym samym,

dla podejmowania działań ograniczających marnotrawstwo;

- 4) wartość konieczna i wystarczająca wskaźnika OEE, ma związek ze zdolnością przedsiębiorcy do akceptacji marnotrawstwa.

4.6. Dobór maszyn

Źródłem informacji dla przedsiębiorcy budowlanego planującego wprowadzić zmiany w swoim zasobie maszyn mogą być informacje:

- zbierane na zasadach benchmarking-u w innych przedsiębiorstwach budowlanych. Chociaż na co dzień przedsiębiorstwa te konkurują o zlecenia, to jednocześnie często wspierają się wzajemnie, swoją wiedzą i doświadczeniem w zastosowaniu różnych urządzeń i maszyn budowlanych.
- pochodzące z rynku maszyn budowlanych, który ma charakter rynku globalnego na którym są dostępne maszyny z całego świata.

Mając duże potrzeby przedsiębiorcy, unifikuje swój park maszynowy wg kryteriów marki i jakości maszyn, decyzje podejmuje wspólnie z działem technicznym w oparciu o racjonalne przesłanki, unika pośredników, a jak już są, to wykorzystuje ich do zebrania potrzebnych informacji. Jednak i jego dotyczy dylemat co kupić? co wynająć?: „maszynę konieczną, a zarazem wystarczającą do realizacji podstawowych robót, czy maszynę „wypasioną” tak na wszelki przypadek”. W skali gospodarstw domowych, często ulega się pokusie wielofunkcyjności. Przykładem niech będą: szwajcarski, telefon komórkowy, robot kuchenny, samochód SUV itd. Truizmem jest pytanie: ile z tych funkcji, które są do dyspozycji, wykorzystuje się w praktyce?

Kierując się potrzebą dostosowania parku maszynowego do profilu realizacji, sumą wartości maszyny, marki, formy serwisu i udogodnień transakcyjnych oraz kosztów zakupu, oczekiwania i eksploatacji celowo jest dobrać:

- 1) takie maszyny, które są w stanie zrealizować 80% robót ziemnych i zadań transportu bliskiego na budowie, gdyż przez swoją zdolność wpasowują się one w proces budowlany, bez szczególnego marnotrawstwa;
- 2) maszyny, które umożliwiają osiągnięcie najwyższego wskaźnika OEE; między innymi poprzez ograniczenie marnotrawstwa energii, czasu i przestrzeni;
- 3) maszyny, które do zmiany swojej funkcji prócz operatora, nie angażują dodatkowego wysiłku ludzkiego,
- 4) maszyny, których funkcje są elastycznie zintegrowane, a połączenia zapewniają celowy ruch, a więc osiągnięcie oczekiwanego rezultatu bez zbędnych strat rzeczowych, czasu i przestrzeni;
- 5) maszyny, których zakup wiąże się z poniesieniem określonych nawet wysokich kosztów ale umożliwiają osiągnięcie najwyższej sumy wartości dodanej w procesie.

Takie wytyczne, zapewne zrodzą kolejne dylematy takie jak: czy maszyna ma mieć jedną funkcję, dwie czy więcej, czy funkcje te mają być zintegrowane z maszyną, czy maszyna ma być jedynie platformą do montowania akcesoriów. Wydaje się, że nadal maszynami pożądanymi na placu budowy pozostaną: koparko-ładowarki, a coraz więcej będzie ładowarek – teleskopowych i platform typu: UNIMOG

5. Podsumowanie

Marnotrawstwo pracy maszyn na placu budowy można:

- mierzyć wykorzystując wskaźnik całkowitej efektywności maszyn OEE. Dane powinny być zbierane systematycznie, odrębnie dla poszczególnych maszyn i porównywane ze sobą w poszczególnych okresach czasu w celu uchwycenia zachodzących tendencji,
- ograniczać na wiele sposobów np. zwiększając udział maszyn w części wspólnej procesów budowlanych. Należy to robić systematycznie, zgodnie z regułami Lean dążąc na przykład do poprawy alokacji maszyn, wdrażając wytyczne TPM dostosowane do procesu budowlanego, wynajmując lub kupując maszyny o brakującej zdolności oraz dbając o synchronizację procesów.

Problem niskiego poziomu wskaźnika wykorzystania maszyn można rozwiązać również dbając o portfel zleceń dla wszystkich maszyn oraz dopasowując park maszyn do specyfiki świadczonych usług. Wprowadzenie do procedur budowlanych maszyn wielofunkcyjnych poprawi efektywność operacyjną działań. Koncepcja „jednej maszyny wielofunkcyjnej na placu budowy” zmniejszy koszty transportu innych maszyn, a także ograniczy straty wynikające z ich przestojów w oczekiwaniu na swoją kolejność w robotach budowlanych.

Literatura

- Buszko A. (2010). Kreowanie wiedzy w przedsiębiorstwie budowlanym. TNOiK, Toruń.
- Leksykon Lean (2010). Wydawnictwo Enterprise Institute, Wrocław.
- Wirkus M., Chmielarz A. (2011). Rola i znaczenie wiedzy w przedsiębiorstwie funkcjonującym wg zasad koncepcji Total Productive Maintenance. W: Komputerowo zintegrowane zarządzanie T.II / ed. Ryszard Knosala; Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole.

WASTE OF MACHINERY AT THE CONSTRUCTION SITE

Abstract: The paper describes some problems of inefficient use of machinery in the construction process. If you look at it from the perspective of Lean Management, this is the source of waste. This is the reason for which authors attempted to formulate guidelines to reduce waste. Lean Tools and results of empirical

research were used to prepare these guidelines. However, it was only an initial study to validate the method of analysis of the shared part of the resources in the construction process. But the results in conjunction with heuristics gave the new quality guidelines of Total Productive Maintenance (TPM). Index of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) was used to measure the efficiency of machines. Specific research focused on the excavators and cranes. The article presents some solutions to increase efficiency and reduce waste of these machines work.