

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
INSTYTUT INŻYNIERII BUDOWLANEJ
MIĘDZYNARODOWA
KONFERENCJA NAUKOWO - TECHNICZNA
INŻYNIERIA PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH



POD PATRONATEM:



**SEKCJA INŻYNIERII
PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH
KOMITETU INŻYNIERII LĄDOWEJ
I WODNEJ
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**



**CHARTERED INSTITUTE
OF BUILDING**



**POLSKIE
STOWARZYSZENIE MENEDŻERÓW
BUDOWNICTWA**

WARSZAWA, 15-16 PAŹDZIERNIKA 2015

Opracowanie edytorskie

mgr inż. Jerzy Rosłon

Projekt okładki

dr inż. Mariola Książek

dr inż. Paweł Nowak

mgr inż. Jerzy Rosłon

© Copyright by - Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, w tym nie może być umieszczany ani rozpowszechniany w internecie bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich

ISBN 978-83-7814-455-7

Druk i oprawa: Drukarnia Oficyny Wydawniczej Politechniki Warszawskiej, tel. 22 234-55-93
Zamówienie nr 401/2015

RADA PROGRAMOWA KONFERENCJI

dr hab. inż. Janusz Kulejewski - przewodniczący
prof. dr inż. Eugenio Pellicer, Walencja, Hiszpania - wice-przewodniczący
dr hab. inż. Ryszard Dachowski, prof. PŚk
dr hab. inż. Andrzej Garbacz, prof. PW
dr hab. inż. Zdzisław Hejducki, prof. PW
dr hab. inż. Bożena Hoła, prof. PW
prof. dr hab. inż. Oleg Kapliński
prof. dr hab. inż. Tadeusz Kasprowicz
dr hab. inż. Paweł Łukowski, prof. PW
dr hab. inż. Andrzej Kosecki, prof. AGH
dr hab. inż. Włodzimierz Martinek, prof. PW
dr hab. inż. Roman Marcinkowski, prof. PW
dr hab. inż. Edyta Plebankiewicz, prof. PKr
dr hab. inż. Elżbieta Radziszewska-Zielina, PKr
płk. dr hab. inż. Dariusz Skorupka, prof. WSOWL
prof. dr hab. inż. Anna Sobotka
prof. dr inż. Jose Teixeira, UMINHO, Portugalia
prof. Leonas Ustinoviczius, VGTU, Litwa / PB
dr hab. inż. Piotr Woyciechowski, prof. PW

RADA RECENZENTÓW KONFERENCJI

dr hab. inż. Jadwiga Bizon-Górecka, prof. UEK
dr hab. inż. Elżbieta Bondar -Nowakowska, prof. PW
dr hab. inż. Andrzej Garbacz, prof. PW
dr hab. inż. Jacek Gołaszewski, prof. PŚl.
prof. dr hab. inż. Tadeusz Kasprowicz, WAT
dr hab. inż. Janusz Kulejewski, PW
dr hab. inż. Paweł Łukowski, prof. PW
dr hab. inż. Krzysztof Magnucki, prof. PK
dr hab. inż. Roman Marcinkowski, prof. PW
dr hab. inż. Włodzimierz Martinek, prof. PW
dr hab. inż. Jerzy Paślawski, prof. PP
prof. Eugenio Pellicer, PUV, Hiszpania
dr hab. inż. Edyta Plebankiewicz, prof. PK
dr hab. inż. Mieczysław Połoński, prof. SGGW
dr hab. inż. Elżbieta Radziszewska - Zielina, prof. PK
dr inż. Elżbieta Szafranko,
prof. dr hab. inż. Leonas Ustinoviczius, VGTU, Litwa
dr hab. inż. Piotr Woyciechowski, prof. PW

KOMITET ORGANIZACYJNY

Przewodniczący: dr inż. **Paweł NOWAK**
V-ce Przewodnicząca: dr inż. **Mariola KSIĄŻEK**
Sekretarz: dr inż. **Aleksander NICAŁ**
Członkowie:
dr inż. **Nabi IBADOV**
dr inż. **Wioletta JACKIEWICZ - REK**
mgr inż. **Krzysztof KACZOREK**
mgr inż. **Jerzy ROSŁON**
mgr **Janusz ZALESKI**

SPONSORZY KONFERENCJI IPB 2015



SPIS TREŚCI

INFORMACJE O KONFERENCJI.....	11
SZCZEGÓŁOWY PROGRAM KONFERENCJI	12
HISTORIA TEMATYKI IPB NA WIL PW, W RAMACH 100-LECIA ODNOWIENIA TRADYCJI UCZELNI	17
W. MARTINEK	
DYDAKTYCZNE PROJEKTY WSPÓŁFINANSOWANE Z UE PROWADZONE NA WYDZIALE INŻYNIERII LĄDOWEJ POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ	31
M. KSIĄŻEK, P. NOWAK, J. ROSŁON	
1. PROJEKT LEONARDO DA VINCI MBAIC (2013-2015).....	31
2. PROJEKT LEONARDO DA VINCI SERIO (2014-2016)	32
3. PROJEKT LEONARDO DA VINCI ARCW (2013-2015).....	33
4. PROJEKT ERASMUS PLUS KA2 - CLOEMC IV (2015-2017)	35
5. PROJEKT FSS INSTRUMENT NORWESKI (2014-2016).....	36
STUDIA PODYPLOMOWE REALIZOWANE NA WYDZIALE INŻYNIERII LĄDOWEJ PW	39
STRESZCZENIA REFERATÓW KONFERENCYJNYCH	43
KONCEPCJA GREEN BIM – INSPIRACJE SKANDYNAWSKIE.....	45
K. ARASZKIEWICZ	
WPLYW TEMPERATURY NA WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK BETONÓW SAMOZAGĘSZCZALNYCH.....	49
G. CYGAN, J. GOŁASZEWSKI, M. DREWNIOK	
BIOPOLIMERY JAKO DODATKI MODYFIKUJĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW SILIKATOWYCH.....	52
R. DACHOWSKI, M. NOWEK	
WIELOKRYTERIALNA ANALIZA PORÓWNAWCZA WSPÓŁCZESNYCH ROZWIĄZAŃ PRZEGRÓD PIONOWYCH W TECHNOLOGII TRADYCYJNEJ	55
W. DROZD, D. PUŁECKI	

PRZEGLĄD WYBRANYCH METOD WSPOMAGAJĄCYCH PODEJMOWANIE DECYZJI W BUDOWNICTWIE.....	59
A. DZIADOSZ, A. KOŃCZAK	
UŻYTECZNOŚĆ METOD MININGOWYCH W ANALIZIE ŹRÓDEŁ WIEDZY W BUDOWNICTWIE.....	62
M. GAJZLER	
ANALIZA STANU WYPADKOWOŚCI W BUDOWNICTWIE W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ	65
B. HOŁA, M. SZÓSTAK	
WYBÓR WARIANTU TECHNOLOGICZNEGO REALIZACJI PROCESÓW BUDOWLANYCH Z ZASTOSOWANIEM ROZMYTEJ RELACJI PREFERENCJI.....	68
N. IBADOV, J. ROSŁON	
ODPADOWE PYŁY MINERALNE JAKO SKŁADNIKI KOMPOZYTÓW POLIMEROWO-CEMENTOWYCH.....	72
B. JAWORSKA, J. J. SOKOŁOWSKA, P. ŁUKOWSKI, J. JAWORSKI	
ANALIZA NIEWIELKICH DZIAŁEK BUDOWLANYCH NA OBSZARACH O DUŻEJ GĘSTOŚCI ZABUDOWY	75
K. KACZOREK	
WPLYW REGRANULATU POLISTYRENU WYSOKOUDAROWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE AUTOKŁAWIZOWANEGO BETONU KOMÓRKOWEGO	78
S. KAPAŁA, R. DACHOWSKI	
MIARA PRAWDOPODOBNA I ROZMYTA ROBÓT NIEPRZEWIDZIANYCH W BUDOWNICTWIE	80
J. KONIOR	
OCENA RYZYKA INWESTYCYJNEGO W ZŁOŻONYCH PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANYCH.....	83
J. KONIOR	

ANALIZA STANU WIEDZY O WSPÓLZALEŻNOŚCI DESTRUKCJI MROZOWEJ I SPOWODOWANEJ KARBONATYZACJĄ BETONU.....	87
J. KORYCKA-KOWALSKA, P. WOYCIECHOWSKI	
ELASTYCZNE PROJEKTOWANIE WIELKOGABARYTOWYCH OBIEKTÓW SPORTOWYCH.....	91
M. KOŚMIEJA, J. PASŁAWSKI	
ANALIZA KRYTERIÓW DECYZYJNYCH W PROBLEMIE WYBORU SYSTEMU DESKOWAŃ SYSTEMOWYCH.....	94
A. KRAWCZYŃSKA-PIECHNA	
HARMONOGRAMOWANIE BUDOWLANE WRAZ Z OCENĄ STABILNOŚCI OTRZYMANYCH USZEREGOWAŃ	97
M. KRZEMIŃSKI	
WYBÓR GENERALNEGO WYKONAWCY PRZY WYKORZYSTANIU METODY AHP	99
M. KSIĄŻEK, P. CIECHOWICZ	
IDENTYFIKACJA ZAKŁÓCEŃ PROCESU INWESTYCYJNEGO PODCZAS REALIZACJI OBIEKTU HANDLOWEGO – CASE STUDY.....	103
M. LENDO-SIWICKA, M. POŁOŃSKI, K. PAWLUK	
KLASYFIKACJA CZYNNIKÓW PRZETARGOWYCH – ANALIZA CZYNNIKOWA	106
A. LEŚNIAK	
OPTIMALIZACJA USYTUOWANIA ŻURAWIA SAMOCHODOWEGO DO WYKONANIA MONTAŻU KONSTRUKCJI	110
P. MARCINKOWSKI, M. BANACH	
ELASTYCZNE DOSTOSOWANIE OBIEKTÓW HOTELOWYCH DO WYMAGAŃ RYNKOWYCH.....	114
R. MILWICZ, P. NOWOTARSKI	
PRZEWODNOŚĆ CIEPLNA KONSTRUKCYJNYCH MURÓW Z ZIEMI UBIJANEJ STABILIZOWANEJ CEMENTEM	118
P. L. NARLOCH, M. SOBOLEWSKI, M. GOŁĘBIEWSKI	

WYBRANE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE W BUDOWNICTWIE DLA OSÓB STARSZYCH W POLSCE	122
A. NICAŁ	
WIELOKRYTERIALNA ANALIZA WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ OCIEPLENIA BUDYNKÓW	125
P. NOWAK, M. SKŁODOWSKI	
MODERNIZACJA PROGRAMÓW NAUCZANIA ZWIĄZANYCH Z ZARZĄDZANIEM PROCESAMI BUDOWLANymi	128
J. PASŁAWSKI, R. MILWICZ, P. NOWOTARSKI	
SZACOWANIE CZASÓW REALIZACJI ZADAŃ Z WYKORZYSTANIEM METODY PERT NA PRZYKŁADZIE KONKRETNEJ REALIZACJI	132
E. PLEBANKIEWICZ, M. JUSZCZYK, J. MALARA	
HARMONOGRAMOWANIE ROBÓT BUDOWLANych Z OKREŚLENIEM ROZMYTYCH NORM I LICZBY PRACOWNIKÓW	135
E. PLEBANKIEWICZ, P. KARCIŃSKA	
MODELOWANIE KOSZTÓW CYKLU ŻYCIA OBIEKTÓW BUDOWLANych Z UWZGLĘDNIENIEM RYZYKA	138
E. PLEBANKIEWICZ, K. ZIMA, D. WIECZOREK	
HARMONOGRAMOWANIE PRACY ZASOBÓW W PRZEDSIĘWZIĘCIU WIELOOBIEKTOWYM Z ZASTOSOWANIEM KRYTERIUM KOSZT/CZAS	142
M. PODOLSKI	
STEROWANIE RELACJAMI PARTNERSKIMI W PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANych Z WYKORZYSTANIEM WNIOSKOWANIA ROZMYTEGO	144
E. RADZISZEWSKA-ZIELINA, B. SZEWCZYK	
ANALIZA WIELOKRYTERIALNA WYBORU TECHNOLOGII WYKONANIA PIONOWEJ IZOLACJI PRZECIWWODNEJ ŚCIAN FUNDAMENTOWYCH W ISTNIEJĄCYM BUDYNKU	146
J. ROSŁON, M. SEROKA	

PRZYCZYNY ORAZ SKUTKI ZDARZEŃ NIEPOŻĄDANYCH NA BUDOWACH SYSTEMÓW WODOCIĄGOWYCH I KANALIZACYJNYCH	150
I. RYBKA, E. BONDAR-NOWAKOWSKA, M. POŁOŃSKI	
IDENTYFIKACJA CZYNNIKÓW RYZYKA REALIZACJI I EKSPLOATACJI DRÓG W ŚWIEŹLE PRAC GEODEZYJNYCH	152
D. SKORUPKA, M. KOWACKA	
WPLYW PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO NA FAZĘ PRZED-INWESTYCYJNĄ PROCESU INWESTYCYJNEGO W BUDOWNICTWIE MIESZKANIOWYM.....	155
J. SOBIERAJ	
ZADANIA I PROBLEMY W ROZBIÓRKACH BUDYNKÓW: STUDIUM PRZYPADKU	158
A. SOBOTKA , A. RADZIEJOWSKA , J. CZAJA	
WYROBY SILIKATOWE W ŚWIEŹLE MODYFIKACJI	162
A. STĘPIEŃ	
OCENA KRYTERIÓW W WIELOKRYTERIALNYCH ANALIZACH WARIANTÓW INWESTYCJI BUDOWLANYCH	165
E. SZAFRANKO	
ODKRYWANIE WIEDZY Z DANYCH W PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANYCH.....	168
J. SZELKA, Z. WRONA	
OCENA ZASADNOŚCI INWESTOWANIA W ENERGOOSZCZĘDNE BUDOWNICTWO JEDNORODZINNE W POLSCE - ANALIZA PRZYPADKU	171
K. TOMCZAK, O. KINASH	
WPLYW WARUNKÓW BADANIA NA PARAMETRY WYTRZYMAŁOŚCIOWE BETONÓW WYSOKOWARTOŚCIOWYCH	174
D. WAŁACH	
WPLYW ZAWARTOŚCI POPIOŁU LOTNEGO WAPIENNEGO NA PRZEBIEG KARBONATYZACJI BETONU.....	177
P. WOYCIECHOWSKI, G. ADAMCZEWSKI, P. WOLIŃSKI	

INFORMACJE O KONFERENCJI

INFORMACJE OGÓLNE

Konferencja "INŻYNIERIA PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH" organizowana jest w 2015 roku przez Politechnikę Warszawską, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Budowlanej. Jest to coroczna Konferencja z cyklu tzw. Zjazdów Jednostek Jednoimiennych TOB zapoczątkowanych przez Profesora Aleksandra Dyżewskiego. Celem Konferencji jest wymiana poglądów, prezentacja osiągnięć naukowych, doświadczeń i efektów praktycznych, łączących się z tematyką TOB - "Technologii i organizacji budowy".

TEMATYKA KONFERENCJI

Koncepcje, metody, modele w inżynierii przedsięwzięć budowlanych w tym:

- przygotowanie procesu inwestycyjnego w budownictwie,
- koncepcje i metody zarządzanie przedsięwzięciem budowlanym,
- zarządzanie kosztami w cyklu inwestycyjnym i cyklu życia obiektu budowlanego,
- technologia i organizacja robót budowlanych,
- automatyka i robotyka w budownictwie,
- remonty, modernizacja, rekonstrukcja, naprawy obiektów budowlanych,
- nowoczesne materiały i technologie w budownictwie,
- ekologia w inżynierii przedsięwzięć budowlanych,
- bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w budownictwie,
- projektowanie i wykonawstwo przedsięwzięć geotechnicznych,
- budownictwo zrównoważone,
- Building Information Modeling,
- kształcenie kadr inżynierskich i menedżerskich w budownictwie.

PUBLIKACJA

Streszczenia zakwalifikowane referaty zostały opublikowane w materiałach konferencyjnych, a następnie referaty z pozytywnymi recenzjami zgodnymi z procedurami wydawnictw:

- **Archives of Civil Engineering** (ACE - 6 pkt. wg listy MNiSW z dnia 31 grudnia 2014, część B, poz. 187) - wydawnictwo Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej.

lub

- **Materiały Budowlane** (MB - 6 pkt. wg listy MNiSW z dnia 31 grudnia 2014, część B, poz. 1324)

zostaną w nich opublikowane zgodnie z planem wydawniczym czasopism.

SZCZEGÓŁOWY PROGRAM KONFERENCJI

SALA GŁÓWNA - 407, WIL PW, ARMII LUDOWEJ 16, 00-637 WARSZAWA

DZIEŃ 1, CZWARTEK, 15.10.2015

9:30 - 10:30 Rejestracja, kawa, herbata, ciastka

10:30 - 10:45 Uroczyste rozpoczęcie konferencji, informacje organizacyjne

Przewodniczący: dr hab. inż. Janusz Kulejewski, współprzewodniczący: dr inż. Paweł Nowak

10:45 - 11:15 SESJA 1. Historia Wydziału: "Historia tematyki IPB na WIL PW, w ramach 100-lecia Odnowienia Tradycji WIL PW".

Przewodniczący: prof. Leonas Ustinovicius, współprzewodniczący: dr hab. inż. Włodzimierz Martinek, prof. PW

Historia tematyki IPB na WIL PW, w ramach 100-lecia Odnowienia Tradycji Uczelni - dr hab. inż. Włodzimierz Martinek, prof. PW

11:15 - 12:30 SESJA 2. "Kształcenie inżynierów i menedżerów budowlanych", projekty europejskie (wystąpienia gości z Partnerskich uczelni z Polski, UK, Litwy, Hiszpanii, Islandii, Portugalii, Niemiec).

Przewodniczący / Chairman: prof. Eugenio Pellicer, współprzewodniczący / Vice Chairman: prof. Jose Teixeira

Prezentacja Projektów UE prowadzonych na Wydziale, ze szczególnym uwzględnieniem LDV MBAIC:

Presentation of EU projects at WUT, especially MBAIC project:

Wprowadzenie, informacje o projektach, szczegóły projektu LDV MBAIC - dr inż. Paweł Nowak, WIL PW

Introduction, information about EU project, introduction to MBAIC project - Paweł Nowak, PhD. Eng. WUT

Materiały dydaktyczne MBAIC - prezentacja 10 modułów studiów na MOODLE- Partnerzy projektu z LT, PL, ES, UK, PT

Didactic materials for MBAIC - 10 modules presentation - Partners from LT, PL, ES, UK, PT

Metodologia studiów MBAIC - prof. Jose Teixeira, UMINHO, PT

MBAIC studies methodology - prof. Jose Teixeira, UMINHO, PT

Organizacja studiów MBAIC - prof. Eugenio Pellicer, PUV, ES

MBAIC studies organisation - prof. Eugenio Pellicer, PUV, ES

Rozpoznawanie kwalifikacji menedżerskich w budownictwie- dr hab. inż. Jerzy Paślawski, prof. PP, PL

Recognition of managerial qualifications in construction - prof. Jerzy Paślawski, PUT, PL

12:30 - 13:00 Przerwa kawowa

13:00 - 14:30 SESJA 3. Technologia i zarządzanie projektami budowlanymi (8 referatów, maks. 10 minut z dyskusją).

Przewodnicząca: dr hab. inż. Elżbieta Radziszewska Zielina, współprzewodniczący: dr hab. inż. Andrzej Minasowicz

1	Krystyna	Araszkiewicz	INNOVATIVE METHODS OF CIVIL ENGINEERING INVESTMENT MANAGEMENT – SCANDINAVIAN INSPIRATIONS
2	Agnieszka Aneta	Dziodosz Kończak	REVIEW OF SELECTED METHODS OF SUPPORTING OF DECISION-MAKING PROCESS IN CONSTRUCTION INDUSTRY
3	Marcin	Gajzler	USEFULNESS OF MINING METHODS IN ANALYSIS OF KNOWLEDGE SOURCES IN CONSTRUCTION INDUSTRY
4	Jarosław	Konior	ENTERPRISES RISK ASSESSMENT OF COMPLEX CONSTRUCTION PROJECTS
5	Elżbieta Bartłomiej	Radziszewska-Zielina Szewczyk	CONTROLLING PARTNERING RELATIONS IN CONSTRUCTION OPERATIONS USING FUZZY REASONING
6	Iwona Mieczysław Elżbieta	Rybka Połowski Bondar-Nowakowska	CAUSES AND EFFECTS OF ADVERSE EVENTS DURING WATER SUPPLY AND SEWERAGE SYSTEM CONSTRUCTIONS
7	Edyta Krzysztof Damian	Plebankiewicz Zima Wieczorek	LIFE CYCLE COST MODELLING OF BUILDINGS WITH CONSIDERATION OF THE RISK
8	Edyta Patrycja	Plebankiewicz Karcińska	CREATING A CONSTRUCTION SCHEDULE SPECIFYING FUZZY NORMS AND THE NUMBER OF WORKERS

14:30 - 15:30 OBIAD (Stołówka Centralna, EUROBISTRO CATERING, teren PW)

15:30 - 16:30 SESJA 4. Technologia i zarządzanie projektami budowlanymi (5 referatów, maks. 10 minut z dyskusją).

Przewodniczący: prof. dr hab. inż. Roman Marcinkowski, współprzewodnicząca: dr hab. inż. Edyta Plebankiewicz, prof. PKr

1	Maria Jerzy	Kośmiej Pasławski	FLEXIBLE DESIGNING OF LARGE SPORTS COMPLEX
2	Michał	Krzemiński	CONSTRUCTION SCHEDULING AND STABILITY OF THE RESULTING SCHEDULES
3	Anna	Krawczyńska-Piechna	AN ANALYSIS OF THE DECISIVE CRITERIA IN FORMWORK SELECTION PROBLEM
4	Jarosław	Konior	RANDOM AND FUZZY MEASURE OF UNPREDICTABLE CONSTRUCTION WORKS

16:30 - 18:00 SESJA 5. Technologia i zarządzanie projektami budowlanymi (8 referatów, maks. 10 minut z dyskusją).

Przewodniczący: prof. dr hab. inż. Tadeusz Kasprówicz, współprzewodniczący: dr hab. inż. Jerzy Pasławski, prof. PP.

1	Jarosław Edyta Michał	Malara Plebankiewicz Juszczuk	PREDICTION TIME FOR COMPLETION OF TASKS BY PERT METHOD ON THE BASIS OF PARTICULAR REALIZATION
2	Roman Maciej	Marcinkowski Banach	OPTIMIZATION OF THE LOCATION OF A CAR CRANE FOR PERFORMING THE INSTALLATION OF THE STRUCTURE
3	Roman Piotr	Milwicz Nowotarski	FLEXIBLE ADJUSTMENT OF HOTEL FACILITIES TO MARKET DEMAND
4	Elżbieta	Szafranko	ASSESSMENT OF CRITERIA IN MULTI-CRITERIA EVALUATIONS OF CONSTRUCTION PROJECT VARIANTS
5	Janusz Zbigniew	Szelka Wrona	KNOWLEDGE DISCOVERY IN DATA IN CONSTRUCTION PROJECTS
6	Mariusz Bożena	Szóstak Hoła	ANALYSIS OF THE STATE OF THE ACCIDENT RATE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN EUROPEAN UNION COUNTRIES
7	Daniel	Wałach	IMPACT OF RESEARCH CONDITIONS ON THE STRENGTH PARAMETERS OF HIGH PERFORMANCE CONCRETE
8	Jerzy Piotr Roman	Pasławski Nowotarski Milwicz	MODERNIZATION OF CURRICULUM IN CONSTRUCTION MANAGEMENT BASED ON EU FUNDS

19:00 - 24:00 - Spotkanie integracyjne.

DZIEŃ 2, PIĄTEK, 16.10.2015

9:30 - 11:30 SESJA 6. Technologia materiałów budowlanych (10 referatów, maks. 10 minut z dyskusją).

Przewodniczący: dr hab. inż. Andrzej Garbacz, prof. PW, współprzewodniczący: dr hab. inż. Piotr Woyciechowski, prof. PW

1	Wojciech Damian	Drozd Pulecki	WIELOKRYTERIALNE PORÓWNANIE PRZEGRÓD PIONOWYCH W TECHNOLOGII TRADYCYJNEJ
2	Sylwia Ryszard	Kapała Dachowski	WPLYW MODYFIKACJI AUTOKLAWIZOWANEGO BETONU KOMÓRKOWEGO NA JEGO WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE
3	Jolanta Piotr	Korycka - Kowalska Woyciechowski	ANALIZA STANU WIEDZY O WSPÓLZALEŻNOŚCI DESTRUKCJI MROZOWEJ I SPOWODOWANEJ KARBONATYZACJĄ BETONU
4	Anna	Stępień	WYROBY WAPIENNO-PIASKOWE W ŚWIELE MODYFIKACJI
5	Piotr Grzegorz Paweł	Woyciechowski Adamczewski Woliński	WPLYW ZAWARTOŚCI POPIOŁU LOTNEGO WAPIENNEGO NA PRZEBIEG KARBONATYZACJI BETONU
6	Piotr Mariusz Michał	Narloch Sobolewski Gołębiewski	PRZEWODNOŚĆ CIEPLNA KONSTRUKCYJNYCH MURÓW Z ZIEMI UBIJANEJ STABILIZOWANEJ CEMENTEM
7	Ryszard Milena	Dachowski Nowek	BIOPOLIMERY JAKO DODATKI MODYFIKUJĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW SILIKATOWYCH
8	Beata Joanna Paweł Jerzy	Jaworska Sokołowska Łukowski Jaworski	WASTE MINERAL POWDERS AS A COMPONENTS OF POLYMER-CEMENT COMPOSITES
9	Daniel	Wałach	IMPACT OF RESEARCH CONDITIONS ON THE STRENGTH PARAMETERS OF HIGH PERFORMANCE CONCRETE
10	Grzegorz Jacek Michał	Cygan Gołaszewski Drewniak	THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE PROPERTIES OF FRESH SELF COMPACTING CONCRETE

11:30 - 12:00 Przerwa kawowa

12:00 - 13:30 SESJA 7. - Otwarte spotkanie Sekcji IPB KILIW PAN.

Przewodniczący: prof. dr hab. inż. Tadeusz Kasprowicz, sekretarz: dr inż. Paweł Nowak

Otwarcie zebrania, informacje wstępne.

„Inżynieria przedsięwzięć budowlanych. Rekomendowane metody i techniki.” – prezentacja opracowanej monografii – prof. dr hab. inż. Tadeusz Kasprowicz.

Informacja o pracy Sekcji IPB w latach 2012-2015 – prof. dr hab. inż. Tadeusz Kasprowicz.

Informacja o wyborach do KILIW PAN – prof. dr hab. inż. Tadeusz Kasprowicz.

Wolne wnioski, informacje, problemy działania Sekcji IPB

13:30 - 15:00 OBIAD (Stołówka Centralna, EUROBISTRO CATERING)

15:00 - 16:30 SESJA 8. Technologia i zarządzanie projektami budowlanymi (7 referatów, maks. 10 minut z dyskusją).

Przewodniczący: dr hab. inż. Mieczysław Połoński, prof. SGGW, współprzewodniczący: dr hab. inż. Bożena Hoła, prof. PWi

1	Michał	Podolski	SCHEDULING OF JOB RESOURCES IN MULTIUNIT PROJECTS WITH THE USE OF TIME/ COST CRITERIA
2	Anna Aleksandra Joanna	Sobotka Radziejowska Czaja	TASKS AND PROBLEMS IN THE BUILDINGS DEMOLITION WORKS: A CASE STUDY
3	Mieczysław Marzena Katarzyna	Połoński Lendo - Siwicka Pawłuk	IDENTIFICATION OF INTERFERENCE IN THE INVESTMENT PROCESS DURING THE REALIZATION THE SHOPPING CENTRE - CASE STUDY
4	Kamil Oksana	Tomczak Kinash	ASSESSMENT OF THE VALIDITY OF INVESTING IN ENERGY-EFFICIENT SINGLE FAMILY CONSTRUCTION IN POLAND - CASE STUDY
5	Dariusz Magdalena	Skorupka Kowacka	IDENTIFICATION OF RISK FACTORS OF DEVELOPMENT AND OPERATION OF ROADS IN THE LIGHT OF SURVEYING WORK
6	Krzysztof	Kaczorek	ANALYSIS OF SMALL BUILDING PLOTS IN AREAS WITH HIGH DENSITY OF BUILDING
7	Janusz	Sobieraj	WPLYW PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO NA FAZĘ PRZED-INWESTYCYJNĄ PROCESU INWESTYCYJNEGO W BUDOWNICTWIE MIESZKANIOWYM

16:30 - 16:45 Przerwa kawowa

16:45 - 17:15 Podsumowanie i uroczyste zakończenie konferencji.

Przewodniczący: dr hab. inż. Janusz Kulejewski, współprzewodniczący: dr inż. Paweł Nowak

HISTORIA TEMATYKI IPB NA WIL PW, W RAMACH 100-LECIA ODNOWIENIA TRADYCJI UCZELNI

W. MARTINEK¹

1. GENEZA I HISTORIA KSZTAŁTOWANIA SIĘ DYSCYPLIN DOTYCZĄCYCH „ZARZĄDZANIA W BUDOWNICTWIE”

Dyscypliny dotyczące „zarządzania w budownictwie” w postaci sformalizowanej zaczęły kształtować się po II Wojnie Światowej. Wojna ta spowodowała ogromne zniszczenia, które dla prawidłowego Życia Narodu musiały być możliwie szybko zlikwidowane. Jednocześnie zaszły podstawowe zmiany w systemie politycznym Polski. Przekłada się to na wielkie zadania produkcyjne w budownictwie, które miały być realizowane w sposób scentralizowany. Interesujące nas dyscypliny poza wykorzystaniem zdobyczy wynikających z ogólnego rozwoju nauk o zarządzaniu mogły opierać się jedynie o przedwojenne doświadczenia z zakresu organizacji i administracji budowy. Doświadczenia te były wynikiem, praktycznej opartej na intuicji działalności przedsiębiorstw budowlanych. Dodatkowym impulsem, który komplikował sytuację był fakt, że gospodarka narodowa weszła w tym czasie w okres dynamicznego uprzemysłowienia, znacznej koncentracji zadań budownictwa i nowych nieznanych przed tym form techniki budowlanej. Warunki takie wymuszały między innymi opracowania przesłanek naukowych w dziedzinie technologii, organizacji i ekonomiki budowy. w tej sytuacji w roku 1950 na Wydziale Inżynierii została powołana Katedra Organizacji Mechanizacji Budowy, której kierownikiem został mianowany profesor dr Aleksander Dyżewski, uprzednio wykładowca na Wydziale, od 1946 roku, przedmiot „Organizacja i administracja budowy”.

W momencie powstania Wydziału Budownictwa Przemysłowego Katedra ta wchodzi w skład tego Wydziału. w ramach następnej reorganizacji roku 1961, tj. połączenia wydziału Budownictwa Lądowego i Wydziału Budownictwa Przemysłowego w Wydział Inżynierii Budowlanej Katedra staje się częścią tego nowego Wydziału i po wchłonięciu, istniejącej od roku 1951, na Politechnice Warszawskiej Katedry Ekonomiki i Organizacji Pracy

¹ PhD., DSc., Eng., Prof. PW, Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: w.martinek@il.pw.edu.pl

przyjmuje nazwę” Katedra Organizacji, Mechanizacji i Ekonomiki Budowy”, której kierownikiem pozostał prof. dr A. Dyżewski. po jego przejściu na emeryturę jakiś czas pełnił obowiązki kierownika katedry doc. Wacław Maciejewicz, a od 1967 roku funkcję kierownika katedry objął doc. dr hab. inż. Bolesław Kalabiński.

W skład Katedry wchodziło trzy zakłady, a mianowicie:

- Zakład Organizacji i Planowania Budowy, kierowany przez doc. dr Andrzeja Miączyńskiego,
- Zakład Technologii o Mechanizacji Budowy, kierowany przez doc. B. Kalabińskiego,
- Zakład Ekonomiki Budowy, prowadzony przez doc. dr Maksymiliana Pszenickiego.

Katedra dysponowała, jako jedyna wśród tego typu katedr w kraju, laboratorium technologii robót budowlanych i maszyn budowlanych, wyposażonym w ciężkie maszyny budowlane (koparki, spycharkę, żuraw samojezdny), urządzenia i zmechanizowane narzędzia (uruchomiane na specjalnych stanowiskach roboczych), przyrządy pomiarowe oraz warsztat mechaniczny jako zaplecze techniczne laboratorium. Zajęcia laboratoryjne cieszyły się dużym zainteresowaniem studentów i polegały na samodzielnym sporządzaniu przez nich, charakterystyk eksploatacyjnych maszyn oraz planowaniem stanowisk roboczych w zadanych warunkach.

Zajęcia poligonowe wymagały dużego terenu. Początkowo poligon umieszczono na Polu Mokotowskim nieco na południe za obecnym Pomnikiem Lotników. Następnie został przeniesiony na Ochotę na teren uniwersytecki (po dawnym boisku RKS Lotnik) w momencie, kiedy Uniwersytet rozpoczął działalność inwestycyjną poligon przeniesiono na teren politechniczny przy III Poleczki gdzie znajdował się do momentu jego likwidacji. Niestety prowadzenie poligonu było działalnością kosztowną (poza obsługą dydaktyczną trzeba było utrzymać trzech mechaników - instruktorów i ponosić koszty paliwa i innych materiałów eksploatacyjnych, jak również koszty napraw, ubezpieczeń itp.) w związku z tym w końcu lat dziewięćdziesiątych poligon został zlikwidowany

Na początku lat siedemdziesiątych przy Katedrze, dzięki inicjatywie doc. dr A. Miączyńskiego zorganizowano laboratorium maszyn cyfrowych, które potem stało się załącznikiem wydziałowego centrum informatycznego.

Katedra prowadziła zajęcia dydaktyczne na Wydziale Inżynierii Budowlanej (potem Lądowej) oraz na Oddziale Budownictwa Wodnego Wydziału Inżynierii Sanitarnej i Wodnej. Poza tym Zakład Ekonomiki Budowy prowadził samodzielnie specjalność: „Inżynierijno-Ekonomiczną oraz kurs magisterski „Ekonomiki i Organizacji Budownictwa.

Głównymi problemami naukowymi jakimi zajmowała się Katedra były:

- technologia i organizacja budownictwa uprzemysłowionego,
- technologia i organizacja budowy nawierzchni drogowych: betonowych i bitumicznych,
- technologia i organizacja budownictwa wodnego,
- technologia montażu konstrukcji inżynierskich,
- podstawy mechanizacji robót budowlanych,
- mechanizacja kompleksowa w budownictwie,
- kierunki rozwoju budowy maszyn budowlanych i drogowych,
- nowoczesne metody organizacji i planowania budowy,
- metody matematyczne planowania i organizacji budowy,
- efektywność ekonomiczna rozwiązań konstrukcyjnych w budownictwie,
- koszty i ceny w budownictwie.

W 1951 roku w wyniku zapotrzebowania przemysłu na Wydziale Inżynierii powstała Katedra Technologii Prefabrykatów i Betonu Sprężonego. Kierownikiem tej Katedry został mianowany prof. dr hab. Tomasz Kluz. w momencie powstania Wydziału Budownictwa Przemysłowego Katedra przeszła na ten Wydział, a następnie na Wydział Inżynierii Budowlanej przyjmując nazwę „Katedra Technologii Prefabrykatów i Betonu Sprężonego”, której kierownikiem był nadał prof. T. Kluz. od roku 1967, po przejściu prof. Kluza na emeryturę, kierownictwo Katedry objął prof. dr Krystian Eyman. w skład Katedry wchodziły:

- Zakład Prefabrykatów,
- Zakład Betonu Sprężonego.

Katedra posiadała duże laboratorium wykorzystywane w dydaktyce oraz warsztat mechaniczny umożliwiający produkcję nietypowych urządzeń do badań prototypów projektowanych w Katedrze urządzeń do sprężania elementów i konstrukcji.

W obszarze zainteresowania naukowego pracowników Katedry znajdowały się następujące zagadnienia:

- teoria i zastosowanie betonu sprężonego kablowego,
- teoria i zastosowania betonu sprężonego strunowego,
- zastosowanie prefabrykacji w budownictwie i produkcja elementów budowlanych,
- zagadnienia nowych materiałów do elementów prefabrykowanych,

- zagadnienia wpływu czynników specjalnych na zachowanie materiałów i konstrukcji budowlanych.

W wyniku prowadzonej przez władze centralne w Polsce polityki dotyczącej nauki w roku 1970 zaczęto łączyć tematycznie bliskie katedry w większe jednostki- instytuty. w wyniku tej reorganizacji połączono dwie omawiane wcześniej katedry oraz katedrę Chemii i Technologii Materiałów Budowlanych (stworzoną i prowadzoną przez wiele lat przez prof. Włodzimierza Skalmowskiego, który w ten sposób kontynuował działalność kierowanego przez profesora Melchiora Nestorowicza, Instytutu Budowlanego przy Politechnice Warszawskiej), tworząc Instytut Technologii i Organizacji Produkcji Budowlanej. w ramach Instytutu Katedry działały w formie trzech odrębnych zakładów. do roku 1995 w ramach Instytutu pracował również Doświadczalny Wydział Siatkobetonu, dysponujący własną kadrą i zapleczem badawczym (znajdującym się na ul. Bytnara w Warszawie) i kierowanym przez dr inż. Michała Sandowicza.

Pierwszym dyrektorem Instytutu został mianowany prof. dr hab. Bolesław 9iński, a jego zastępcami: prof. dr hab. Cieszyński (do spraw naukowych) oraz prof. dr hab. Edward Szymański (do spraw dydaktycznych). po przejściu prof. B. Kalabińskiego do pracy w PAN dyrektorami Instytutu byli:

- prof. dr hab. Kazimierz Cieszyński (1975 – 1990; 1993 – 1996),
- prof. dr hab. Kazimierz M. Jaworski (1990 – 1993),
- dr hab. prof. PW. Włodzimierz Martinek (1996 – 2002),
- dr hab. prof. PW Jerzy Piłat (2002 – 2005).

W tym czasie kierownikami zakładu Technologii i Organizacji Produkcji Prefabrykatów byli:

- prof. dr hab. Kazimierz Cieszyński,
- prof. dr hab. Grzegorz Chrabczyński.

Kierownikami Zakładu Technologii i Organizacji Budownictwa kolejno byli:

- prof. dr hab. Bolesław Kalabiński,
- prof. dr hab. Władysław Lenkiewicz,
- prof. dr hab. Zbigniew J. Wasilewski,
- dr hab. prof. PW Włodzimierz Martinek,
- prof. dr hab. Kazimierz M. Jaworski.

W roku 2002 nastąpiła nowa zmiana struktury Instytutu. Likwidacji uległ Zakład Technologii i Organizacji Produkcji Prefabrykatów. Zagadnienia związane z technologią i organizacją produkcji prefabrykatów, wraz z pracownikami zajmującymi się tą tematyką zostały

przeniesione do Zakładu Inżynierii Procesów Budowlanych i Inwestycyjnych, natomiast zagadnienia związane z technologią betonu oraz pracownicy zajmujący się tą tematyką oraz laboratorium zostali włączeni do Zakładu Inżynierii Materiałów Budowlanych. Zmieniona została również nazwa instytutu na :Instytut Inżynierii Produkcji Budowlanej i Zarządzania.

Od dnia 1-go września 2005 roku zgodnie z decyzją Rektora Politechniki Warszawskiej Instytut Inżynierii Produkcji Budowlanej i Zarządzania przekształcił się w dwie katedry, a mianowicie:

- Katedrę Inżynierii Materiałów Budowlanych, kierowaną przez prof. dr hab. Lecha Czarneckiego,
- Katedrę Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie kierowaną przez prof. dr hab. Kazimierza M. Jaworskiego.

Od dnia 1-go stycznia 2012 zgodnie z decyzją Rektora Politechniki Warszawskiej na Wydziale Inżynierii Lądowej przeprowadzono następną reorganizację polegającą na likwidacji katedr i zorganizowanie w ich miejsce dwóch instytutów. Zagadnienia związane z zarządzaniem w budownictwie oraz pracownicy zajmujący się nimi zostali włączeni do Instytutu Inżynierii Budowlanej.

2. DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA

Do najważniejszych osiągnięć zespołu pracowników działających w ramach obszarów związanych z zarządzaniem należy zaliczyć opracowanie, a potem dalsze udoskonalanie podstaw teoretycznych głównych dyscyplin stanowiących problematykę realizacji w budownictwie. Opracowywanie tych podstaw odbywało się, z powodu niemal całkowitego ich braku w warunkach przedwojennych, częściowo przez adaptację osiągnięć obcych i w niemałym stopniu przez badania i osiągnięcia własne. Opracowanie to miało dwa etapy związane z aktualnie panującymi stosunkami społeczno-gospodarczymi. Pierwszy etap dotyczył zdefiniowania dyscyplin w ramach ustroju scentralizowanego. w wyniku prac profesorów Dyżewskiego, Kluza, Kalabińskiego i Lenkiewicza zdefiniowano określone w poprzednim podrozdziale zakresy działalności. Kolejne przejście gospodarki narodowej od modelu scentralizowanego do modelu rynkowego oraz w oparciu o ogólny rozwój nauk o zarządzaniu i nauk informatycznych spowodowało konieczność przemyśleń i zdefiniowań. Był to drugi etap formułowania interesującej nas dziedziny wiedzy. Odbywał się on stopniowo przez dyskusje na konferencjach naukowo-technicznych i na łamach czasopism. Wynikiem tego procesu było sformułowanie pojęcia „inżynieria produkcji budowlanej” jako systemu wiedzy niezbędnej do realizacji działań mających na celu przekształcenie aktualnie

istniejącego wybranego fragmentu środowiska człowieka w stan zaproponowany przez inżynierię procesów projektowania budowlanego. Wykorzystywana w inżynierii produkcji budowlanej wiedza ma charakter interdyscyplinarny i dotyczy projektowania, przygotowania i sterowania przebiegiem: procesów produkcji materiałów budowlanych, procesów realizacji wszelkiego rodzaju obiektów budowlanych oraz ich utrzymania, zarządzania przedsiębiorstwami produkcyjnymi, budowlano montażowymi wraz projektowaniem i eksploatacją zakładów zaplecza produkcyjnego i usługowego, a także całokształtu menadżerskiej działalności na rynku budowlano – inwestycyjnym.

Inżynierie produkcji budowlanej podzielono na trzy podsystemy:

- inżynierie działalności produkcyjnej, zajmującą się całokształtem przebiegu procesów związanych produkcją materiałów i realizacją obiektów budowlanych,
- inżynierię procesów budowlanych i produkcyjnych, zajmującą się doborem, przekształcaniem lub projektowaniem nowych procesów wytwórczych w celu realizacji przedsięwziętych działań technicznych,
- inżynieria przetwarzania i stosowania materiałów budowlanych, zajmującą się przekształcaniem materii w celu uzyskania pożądanej struktury tworzyw budowlanych oraz doborem materiałów o jakości użytkowej odpowiadającej wymaganiom stawianym przez realizowany obiekt.

Inżynieria działalności produkcyjnej i inżynieria procesów budowlanych stały się obszarem zainteresowania Katedry Inżynierii Produkcji Zarządzania w Budownictwie, a inżynieria przetwarzania i stosowania materiałów budowlanych domeną Katedry Inżynierii Materiałów Budowlanych.

Zdefiniowanie pojęcia „inżynierii produkcji budowlanej” oraz własne przemyślenia pozwoliły prof. dr hab. Kazimierzowi Cieszyńskiemu sformułować strukturę inżynierii produkcji budowlanej z uwzględnieniem istniejącego systemu dyscyplin naukowych. w latach następnych ta struktura stała się podstawą do dalszych dyskusji i ustaleń w ramach opracowywanych z udziałem Katedry Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie, realizowanych przez międzynarodowy zespół w ramach europejskiego „Programu Leonardo da Vinci” tematów dotyczących wyrównania kwalifikacji zawodowych i ich certyfikacji oraz opracowania kryteriów i zasad certyfikacji inżynierów menagerów w budownictwie zgodnie z wymaganiami Unii Europejskiej.

Corocznie poszczególne tematy badawcze realizowane w Katedrach (Zakładach) były realizowane w oparciu o fundusze pochodzące z planów państwowych, resortowych i dotacji Rektora PW, a ostatnio jak już wspomniano z funduszy europejskich. Rokrocznie wybrane

do realizacji tematy były uwzględniane w Planie Badań Naukowych. Wyniki opracowań publikowano w czasopismach naukowych i konferencjach naukowych i technicznych.

Istotną częścią prac naukowych Katedr są prowadzone przez ich pracowników doktoraty i opracowywane habilitacje. Warto zapamiętać, że pierwszy doktorat w Polsce z dziedziny nauki organizacji i mechanizacji budownictwa obroniono na Wydziale Inżynierii w roku 1949 oraz pierwszy przewód habilitacyjny przeprowadzono w 1950r.

3. DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA

Osiągnięcia w pracy naukowej stanowią dobrą podstawę do prowadzenia działalności dydaktycznej. Obecny Zespół Inżynierii i Zarządzania w Budownictwie spadkobierca dorobku i tradycji katedr i zakładów występującymi pod różnymi tytułami ale zajmujący się tym samym obszarem zagadnień prowadzi bardzo szeroką działalność dydaktyczną. Zajęcia dydaktyczne prowadzone przez Zespół można podzielić na dwie grupy. Grupa pierwsza to przedmioty z których w praktyce inżynierskiej korzysta każdy inżynier budownictwa. w aktualnie realizowanym programie nauczania skupiają się one głównie na kursie pierwszego stopnia („inżynierskim”). są to przedmioty dotyczące ogólnie procesu inwestycyjnego w budownictwie oraz technologii robót budowlanych, podstaw organizacji i zarządzania budowy, prawa budowlanego, kosztorysowania i podstaw ekonomiki. Druga grupa przedmiotów ma na celu rozszerzenie wiedzy w wybranych specjalnościach i przygotowanie studentów, zwykle studiów drugiego stopnia („magisterskich”) do pracy badawczej i naukowej. Przedmioty te są prowadzone na specjalnościach: Inżynieria Produkcji Budowlanej, Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie i Inżynieria Komunikacyjna. w grupie tej są przykładowo wykładane przedmioty takie jak: zastosowanie badań operacyjnych w organizacji, systemy jakości w budownictwie, metody podejmowania decyzji, zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem, ryzyko przedinwestycyjne, metody projektowania procesów budowlanych, metody komputerowe w organizacji, proces inwestycyjny w budownictwie komunikacyjnym i inne. z interesującej nas tematyki prowadzono również prace inżynierskie i magisterskie. w omawianym okresie było ich kilkaset. Jednolite prowadzenie dydaktyki w zmiennym otoczeniu i różnym zakresie mogło zapewnić zaopatrzenie studentów w odpowiednie podręczniki i skrypty. Poczynając od prof. Dyżewskiego pracownicy Katedr (Zakładów) mieli doskonałą świadomość tego faktu i podejmowali trud pisania kolejnych edycji podręczników. na pewno trzeba tu wymienić:

- Podręcznik napisany przez prof. Aleksandra. Dyżewskiego pt. ”Technologia i organizacja budowy”, wydany przez Wydawnictwo Arkady Pierwsze wydanie 1963.

Książka obejmuje dwie podstawowe dziedziny realizacji budowy: technologię i mechanizację robót budowlanych oraz organizację i planowanie budowy.

- Podręcznik autorstwa docenta Wacława Maciejewicza pt: „Podstawy organizacji robót drogowych”, (Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa). Pozycja bardzo istotna dla ludzi zajmujących się budownictwem komunikacyjnym.
- Skrypt autorstwa doc. W. Maciejewicza pt „Mechanizacja organizacja i planowanie robót wodnych” (Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej)
- Praca zbiorowa, skrypt pt. „Technologia robót budowlanych” składająca się z trzech tomów, z których pierwszy poświęcony był wiadomościom wykładanym na specjalności „Technologia i Organizacja Budowy”, tom drugi stanowił podstaw do wykonywania przez studentów prac projektowych, a tom trzeci stanowił podsumowanie dyskusji nad pojęciem ”technologiczność elementów i systemów w budownictwie”, które w tamtych latach było precyzowane. te trzy tomy wydało Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej w latach 1979-1981.
- Skrypty, praca zbiorowa, pod redakcją prof. dr B. Kalabińskiego pt ”Technologia robót zmechanizowanych”. Cykl został pomyślany jako materiały dotyczące wykładów na poszczególnych aktualnych wówczas specjalizacjach i wzbogacony o tom szósty pt. „Ćwiczenia poligonowe” i tom siódmy pt. „Mechanizmy i części maszyn budowlanych” (autorstwa Z.J. Wasilewskiego). Seria została wydana przez Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej
- Praca zbiorowa pod redakcją prof. dr hab. Władysława Lenkiewicza pt. „Technologia robót budowlanych” wydana przez Wydawnictwo PWN w Warszawie w roku 1985.
- Praca zbiorowa pod redakcją prof. dr hab. Władysława Lenkiewicza pt. „Organizacja i planowanie budowy” wydana przez Wydawnictwo PWN w Warszawie w roku 1985.
- Skrypt napisany przez W. Martinka i E. Osiecką pt.”Podstawy inżynierii produkcji budowlanej”, wydany przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej w roku 1999.
- Praca zbiorowa pod redakcją W. Martinka pt. „Technologia robót budowlanych” Ćwiczenia projektowe wydany przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej w roku 2008.
- Praca zbiorowa pod redakcją W. Martinka pt. „Technologia robót budowlanych” wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej w roku 2010 i zawierający treści wykładowe.

- Monografia napisana przez Kazimierza M. Jaworskiego pt. „Metodologia projektowania realizacji budowy” wydana przez Wydawnictwo Naukowe PWN w roku 1999.

Pozycja ta zasługuje na szczególną uwagę ponieważ zawiera poza podstawowymi wiadomościami dotyczącymi organizacji i planowania budownictwa wiele istotnych nowych dla budownictwa treści, a mianowicie:

- metody i algorytmy wywodzące się z badań operacyjnych,
- najnowsze osiągnięcia i kierunki rozwoju projektowania: np. elementy sztucznej inteligencji, (sieci neuronowe, systemy ekspertowe, algorytmy genetyczne,) oraz metody teorii gier,
- przykłady praktyczne umożliwiające łatwe wykorzystanie omawianych metod bezpośrednio w budownictwie.

Tak jak książka prof. A. Dyżewskiego stanowi kamień graniczny definiujące interesujące nas dyscypliny wiedzy, tak książka prof. K.M. Jaworskiego napisana trzydzieści lat później stanowi granice poza którą pozostają rozwiązania tradycyjne i wprowadza interesujące nas dyscypliny we współczesność dwudziestego pierwszego wieku. Omówione powyżej podręczniki i skrypty są przykładem wysiłku wydawniczego Autorów zajmujących się zagadnieniami związanymi z realizacyjnymi na placu budowy. Istniał jednak też drugi nurt wydawniczy zajmujący się zagadnieniami technologii produkcji prefabrykatów ze szczególnym uwzględnieniem betonu sprężonego. Autorami w tej grupie byli prawie wszyscy pracownicy naukowcy byłej Katedry Prefabrykacji i Betonu Sprężonego, którzy pod kierunkiem prof. dr hab. Kazimierza Cieszyńskiego opracowywali podręczniki z tej dziedziny. na szczególną uwagę zasługuje wielotomowy skrypt pod ogólnym tytułem „Przemysłowa produkcja prefabrykatów” wydany w Warszawie przez PWN w 1983 roku. Poszczególne części tego opracowania poświęcone są istotnym aspektom produkcji prefabrykatów.

Aktualnie pracownicy Zespołu w wyniku uczestniczenia w dwóch tematach w ramach Programu Leonardo da Vinci, wraz z zagranicznymi kontrahentami opracowali:

- Zestaw podręczników (14 sztuk, razem 1420 stron) przeznaczonych do nauki specjalistycznego języka angielskiego, wraz z pomocniczymi płytami CD,
- Zestaw dziewiętnastu podręczników pod wspólnym tytułem „Biblioteka Menadżerów Budowlanych” stanowiących podstawę do ujednolicenia nauczania na wyższych uczelniach europejskich przedmiotów związanych z zarządzaniem w budownictwie; Podręczniki te jako wynik współpracy międzynarodowej zostały wydane w języku polskim, angielskim, portugalskim i hiszpańskim.

Ta szeroka działalność wydawnicza nie tylko stworzyła studentom możliwość łatwego dostępu do potrzebnych informacji, ale i umożliwiła zespołom autorskim uzupełnienie i uporządkowanie własnej wiedzy ułatwiając organizację i prowadzenie studiów podyplomowych. Już w roku 1962 z inicjatywy prof. T. Kluza zorganizowane zostało Studium Podyplomowe „Betonu Sprężonego i Prefabrykacji”, którego Profesor przez 10 lat był kierownikiem. Studium to aktualizując odpowiednio programy nauczania zmieniło nazwę na Studium Podyplomowe Przemysłowej Produkcji Prefabrykatów i działało do 1987 roku, a więc przez 26 lat. Było to jedyne studium na wydziałach budowlanych wszystkich uczelni krajowych, które realizowało proces dokształcania w sposób ciągły przez tak długi czas. w 2006 roku (w pierwszej edycji) w oparciu o fundusze europejskie uruchomiono „Studium Podyplomowe Zarządzania w Budownictwie”. Studium to, jak dotąd, cieszy się dużym zainteresowaniem i zwykle uruchamia się dwie grupy słuchaczy. w roku 2015 trwa dziewiąta edycja tego studium, a obecnie wpływają zgłoszenia na edycję następną.

4. DZIAŁALNOŚĆ PRAKTYCZNA I ORGANIZACYJNA

od początku lat pięćdziesiątych, od momentu zorganizowania Katedr pracownicy prowadzili intensywną działalność inżynierską. Początkowo obejmowała ona opracowanie wzorcowych projektów organizacji wykonania budowy typowych hal przemysłowych, a następnie rozwinęła się szerzej. Ważniejsze z nich to projekt organizacji wykonania Huty im. Lenina, udział w pracach organizacji budowy elektrowni w Turoszowie, udział w opracowaniu organizacji budowy zapory ziemnej na rzece Brdzie w Koronowie, polegający na wykonaniu pierwszego w kraju kompleksowego projektu instalacji hydromechanicznej z podstawowym urządzeniem pomiarowym – dynamometrem hydraulicznym, kompleksowy projekt realizacji Odlewni i Emalierni Żeliwa w Skarżysku Kamiennym, a w późniejszych latach dwa projekty organizacji stacji metra w Warszawie. Wykonywano również prace badawcze maszyn

budowlanych i drogowych dla Instytutu Drogowego i inne. Jednocześnie prowadzono prace związane z opracowaniem projektów organizacji procesów produkcyjnych w zakładach produkcji prefabrykatów betonowych, projektowano i wykonywano prototypowe urządzenia do sprężania elementów konstrukcji.

Grono pracowników zajmujących się organizacją i zarządzaniem wykazało też dużo troski o zintegrowanie wykładowców przedmiotów z tej tematyki pracujących na polskich wyższych uczelniach. Już w roku 1963 z inicjatywy prof. A. Dyżewskiego pracownicy Katedry Organizacji, Mechanizacji i Ekonomiki Budowy Politechniki Warszawskiej zorganizowali w Gliwicach sesję „Katedr Jednoimiennych” z udziałem przedstawicieli wszystkich tego typu katedr w Polsce. Spotkania tego typu stały się tradycją i do dzisiaj, chociaż po innych nazwami, służą wymianie doświadczeń dydaktycznych i informacji o pracach badawczych wykonywanych w różnych ośrodkach. w oparciu o doświadczenia nieformalnego związku „Katedr Jednoimiennych” prof. Kazimierz Cieszyński i doc. Zygmunt Sadowski zorganizowali 1990 roku Towarzystwo Naukowe Inżynierii Procesów Budowlanych, które przez kilka lat koordynowało działalność naukową w tym zakresie i reprezentowało Środowisko na zewnątrz. w momencie utworzenia i uaktywnienia się Sekcji Technologii i Organizacji Budowy (obecnie Sekcja Inżynierii Produkcji Budowlanej) przy Komitecie Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, działalność Towarzystwa uległa zawieszeniu, a następnie Towarzystwo zostało rozwiązane. od tej pory organizacyjna aktywność zainteresowanych pracowników naukowych wiązała się z działaniami „Sekcji”. Profesorowie K. Cieszyński i K.M. Jaworski byli przez szereg kadencji przewodniczącymi Sekcji mając istotny wkład w kształtowanie jej oblicza i prac.

Pracownicy Katedr (Zakładów) brali i biorą (w zakresie ograniczonym aktualnymi warunkami politycznymi) udział we współpracy z zagranicą. Współpraca ta odbywa się przez:

- uczestnictwo w zagranicznych konferencjach naukowych,
- publikowanie artykułów i referatów w renomowanych zagranicznych czasopismach naukowych i technicznych,
- wygłaszanie wykładów na wyższych zagranicznych uczelniach,
- opracowywanie wspólnych tematów we współpracy z jednostkami zagranicznymi.

Po wejściu Polski do Unii Europejskiej ta ostatnia forma współpracy bardzo się rozwinęła w ramach prac badawczych dotyczących problematyki jakości w budownictwie, zarządzaniem środowiskiem oraz bezpieczeństwem higieną pracy w budownictwie jak

również zagadnieniu wyrównania kwalifikacji zawodowych inżynierów menagerów w budownictwie i ich certyfikacji wzięto udział w opracowaniu dwóch projektów w ramach Programu Leonardo da Vinci we współpracy z jednostkami naukowymi z Wielkiej Brytanii, Portugalii, Hiszpanii i Niemiec.

Wieloletnie osiągnięcia w dziedzinie zarządzania w budownictwie było oczywiście możliwe dzięki dalekowzroczności i właściwym odczytaniu potrzeb współczesności przez „Profesorów Założycieli” prof. dr Aleksandra Dyżewskiego i prof. dr Tomasza Kluza oraz konsekwentnemu kontynuowaniu przyjętych kierunków działania i rozwoju przez „Profesorów Kontynuatorów” w osobach: prof. dr Bolesława Kalabińskiego, prof. dr Władysława Lenkiewicza i prof. dr Kazimierza M. Jaworskiego oraz prof. dr Kazimierza Cieszyńskiego i prof. dr Grzegorza Chrabczyńskiego.

Należy jednak oddać również sprawiedliwość współpracującym z nimi zespołami, w których między innymi na wyróżnienie zasługują:

- doc. Dr Andrzej Miączyński zdolny i pełen inwencji pracownik potrafiący odczytać i próbować zaadoptować w zarządzaniu w budownictwie nowe trendy pojawiające się w nauce,
- dr Zbigniew Tyczyński sprawny wieloletni organizator działalności naukowo badawczej Katedry Technologii Mechanizacji i Organizacji Budowy, w umiejętny sposób wciągający do współpracy jednostki przemysłowe,
- dr hab. Andrzej Minasowicz długoletni wicedyrektor do spraw badań Instytutu Technologii i Organizacji Produkcji Budowlanej, który nie tylko koordynował prace badawcze Instytutu, ale gdy zaistniała taka możliwość potrafił wprowadzić nasze osiągnięcia w dziedzinie badań dotyczących zarządzania w budownictwie na forum międzynarodowe,
- mgr inż. Włodzimierz Hładyniuk doświadczony inżynier mający dużą wiedzę zawodową i zdolność wynajdowania słabych stron w proponowanych rozwiązaniach i formułowania działań naprawczych,
- mgr inż. Seweryn Wróblewski, mechanik projektujący i nadzorujący budowę nietypowych narzędzi do badań laboratoryjnych, serię prototypowych pras naciągowych do sprężania strun i kabli i zabezpieczający od strony mechanicznej wykonanie nietypowych naciągów i sprężen wykonywanych przez Katedrę.

Na osiągnięcia Katedr w pracach badawczych i dydaktycznych mieli też wpływ pracownicy przekształcający myśli i projekty w przedmioty materialne. Trzeba tu wspomnieć:

- Kazimierz Czarneckiego, Eugeniusza Konarzewskiego i Wojciecha Ryttera mistrzów mechaników maszyn budowlanych, dzięki pracy których maszyny będące na wyposażeniu Laboratorium Maszyn Budowlanych Katedry Technologii Mechanizacji i Organizacji Budowy zawsze były sprawne umożliwiały prace studentów w warunkach pełnego bezpieczeństwa.
- Tadeusza Tetycha mistrza mechanika pracującego w warsztacie przy Katedrze Prefabrykatów i Betonu Sprężonego wykonującego osobiście różne elementy wytwarzanych w warsztacie urządzeń i nadzorującego pracę mniej doświadczonych kolegów.

DYDAKTYCZNE PROJEKTY WSPÓLFINANSOWANE Z UE PROWADZONE NA WYDZIALE INŻYNIERII LĄDOWEJ POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

M. KSIĄŻEK¹, P. NOWAK², J. ROSŁON³

1. PROJEKT LEONARDO DA VINCI MBAIC (2013-2015)

Głównym celem projektu Leonardo da Vinci, Transfer of Innovation (LdV TOI), numer: 2013-1-PL1-LEO05-37822 [1] jest odniesienie się do dyrektywy 89/48/EWG, która ma na celu ujednolicenie systemów nauczania i opracowania przejrzystego systemu rozpoznawania kwalifikacji zawodowych (w tym kwalifikacji menedżerskich inżynierów budowlanych). Projekt bazuje na rezultatach poprzednich projektów LDV TOI CLOEMC I-III, w których opracowano pierwsze 19 podręczników Biblioteki Menedżerów Budowlanych. Projekt odpowiada na potrzebę opracowania europejskich studiów podyplomowych z zakresu zarządzania w budownictwie dla inżynierów budowlanych. Przewidziane materiały dydaktyczne, metodologia, organizacja studiów (wspólny dyplom uczelni partnerskich) będą narzędziami promocji, certyfikacji oraz systemu rozpoznawania kwalifikacji menedżerów budownictwa (z wykorzystaniem istniejącego już tytułu European Building Expert [6] – promowanego przez AEEBC – Europejskie Stowarzyszenie Menedżerów i Ekspertów Budowlanych, zrzeszające narodowe Stowarzyszenia menedżerskie i inżynierskie w budownictwie z 17 krajów UE). Grupą docelową projektu są inżynierowie budowlani z krajów UE oraz młodzi inżynierowie - studenci studiów drugiego stopnia oraz wymiany międzynarodowej (np. Erasmus). Cele szczegółowe projektu są następujące: opracowanie narzędzia porównania kwalifikacji menedżerskich w budownictwie, opracowanie programów, materiałów dydaktycznych oraz schematu organizacyjnego studiów podyplomowych.

¹ PhD., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: mariola.ksiazek@il.pw.edu.pl

² PhD., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: p.nowak@il.pw.edu.pl

³ MSc., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: j.roslon@il.pw.edu.pl

Materiały będą mogły być też wykorzystywane w edukacji zawodowej osób zainteresowanych. Planowane rezultaty/produkty projektu:

- zestaw materiałów dydaktycznych dla co najmniej 10 modułów tematycznych (przedmiotów nauczania) studiów,
- metodologia wspólnych studiów,
- schemat organizacyjny wspólnych studiów,
- opis systemu rozpoznawania kwalifikacji absolwentów studiów,
- raport z działań upowszechniających projekt.

Promotorem projektu jest WUT (Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej), a Partnerami: Valencia Politechnical University (PUV) – Hiszpania, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU) – Litwa, Politechnika Poznańska (PUT) – Polska, Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (PSMB) – Polska, University of Minho (UMINHO) – Portugalia, The Chartered Institute of Building (CIOB) – Wielka Brytania.

Ważny nacisk położony zostanie na upowszechnianie założeń i rezultatów projektu, koordynowane przez CIOB, z rozłożeniem zadań upowszechniających na wszystkich Partnerów. Projekt rozpoczyna działania mające na celu uzgodnienie pomiędzy Partnerami wspólnych (dla uczelni partnerskich) zakresów studiów, łącznie z wyborem i opracowaniem materiałów dydaktycznych. to zadanie jest kluczowe dla projektu i będzie koordynowane przez VGTU z pomocą WUT, opiniowane i weryfikowane (konferencje, ankiety, spotkania z grupą beneficjentów – inżynierami budownictwa) przez wszystkich Partnerów. Opracowana zostanie metodologia studiów (zadanie koordynowane przez UMINHO, ze współudziałem wszystkich Partnerów); schemat organizacyjny studiów (zadanie koordynowane przez PUV, ze współudziałem wszystkich Partnerów); system rozpoznawania kwalifikacji (zadanie koordynowane przez UMINHO, ze współudziałem wszystkich Partnerów). Zadanie związane z tłumaczeniami oraz drukiem materiałów dydaktycznych koordynowane będzie przez PSMB.

2. PROJEKT LEONARDO DA VINCI SERIO (2014-2016)

Projekt SERIO 2013-1-PL1-LEO05- "Wzmocnienie umiejętności pracowników budowlanych w ramach BHP przy użyciu multimedialnego szkolenia opartego na przykładach zaczerpniętych z życia codziennego" ma na celu opracowanie aplikacji dotyczącej szkolenia z zakresu BHP. Aplikacja będzie dostępna na urządzenia mobilne – tablety, smartfony (Android OS). SERIO skierowane jest na aktywną metodę uczenia się. Aplikacja SERIO

będzie zawierać praktyczne przykłady reakcji na niebezpieczeństwa na terenie budowy, prezentować niebezpieczne sytuacje, ostrzegać przed zagrożeniami, uczyć reagowania i bezpiecznego myślenia. Celem projektu jest zminimalizowanie do zera wypadków zdarzających się na placach budów, rozwinięcie u pracowników zdolności „bezpiecznego myślenia i reagowania”, stworzenie atrakcyjnego narzędzia wspierającego szkolenie BHP oraz wypracowanie nawyku traktowania spraw BHP jako potrzebnych niż jako „zło konieczne”. SERIO jako aplikacja na urządzenia mobilne ma być czymś na kształt podręcznego przewodnika/szkolenia w którym użytkownik będzie miał możliwość znalezienia odpowiedzi i informacji na temat zasad BHP oraz działania według zasad zrównoważonego budownictwa. Zakres kursu – cztery moduły podzielone na piętnaście lekcji. Dzięki aplikacji użytkownicy będą mogli w „bezpieczny” sposób zmierzyć się z problematycznymi sytuacjami i rozwiązać podane zadania. Aby efektywniej oddziaływać na wyobraźnię użytkowników SERIO będzie się składał z materiałów zaczerpniętych z życia codziennego: zdjęcia, dokumenty, przykłady, opisy zdarzeń etc. Stąd konsorcjum przed przystąpieniem do pisania projektu poprosiło o wsparcie firm z sektora budowlanego oraz organizacji działających na rzecz poprawy bezpieczeństwa pracy.

3. PROJEKT LEONARDO DA VINCI ARCW (2013-2015)

Celem projektu numer 2013-1-PL1-LEO05-37525: "ARCW – Procedury bezpieczeństwa przy montażu ścian osłonowych wspomagane technologią rzeczywistości rozszerzonej" jest zmniejszenie liczby wypadków podczas wznoszenia wysokich budynków, zwłaszcza podczas montażu ścian osłonowych. Obecne metody szkoleniowe w zakresie bezpieczeństwa podczas takich prac są niewystarczające, a uczelnie techniczne często nie uczą swoich studentów (którzy w przyszłości będą kierować takim robotami) o środkach ochrony przed wypadkami. Upadki z wysokości są tymczasem najczęstszą przyczyną poważnych wypadków, często śmiertelnych, nie tylko w Polsce, ale w całej Europie. Istnieje olbrzymia potrzeba podniesienia poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy. Problem ten został podniesiony w europejskiej dyrektywie 2001/45/WE, która zobowiązuje do podjęcia odpowiednich środków w celu poprawy bezpieczeństwa w pracy [5]. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez zastosowanie nowoczesnych materiałów szkoleniowych z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej (Augmented Reality – AR). Szczególny nacisk położony zostanie na stosowanie odpowiednich, efektywnych technologii montażu, przy jednoczesnym zachowaniu maksymalnego poziomu bezpieczeństwa. Projekt będzie wykorzystywał bogate doświadczenia partnerów wyniesione z poprzednich realizowanych przez nich projektów.

Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (PSMB) będzie odpowiedzialne za globalną koordynację projektu i rozwój strony internetowej projektu. Wszyscy partnerzy, z wyjątkiem Universitat de VALENCIA (UV), będą współpracować przy analizie technologii ścian osłonowych, a następnie wyborze technologii do wykorzystania w planowanym systemie szkoleniowym. Jednym z głównych kryteriów wyboru będzie bezpieczeństwo robót. na tym etapie projektu prace poprowadzi Politechnika Warszawska (PW) we współpracy z Technische Universität Darmstadt (DARM) i Eljako-Al. Wybrane technologie będą dokładnie analizowane w celu opisania adekwatnych działań i środków bezpieczeństwa. Rezultatem będzie szczegółowy raport o technologii ścian osłonowych. za ten etap projektu będzie odpowiadać Eljako-Al., korzystając z pomocy DARM, PW i UV. Wybrane technologie zostaną zaprogramowane w technologii AR przez UV z pomocą DARM, PW i EA. w rezultacie opracowane zostanie nowoczesne oprogramowanie, które będą testowane przez FLC i PSMB. Wyniki badań zostaną przekazane do UV w celu poprawy oprogramowania / systemu szkolenia. Wszyscy partnerzy projektu będą brać czynny udział w rozpowszechnianiu wyników projektu i promowaniu jego użytkowania. DARM będzie odpowiedzialny za ten etap projektu. w celu intensywnej promocji produktów projektu, partnerzy spotkają się z przedstawicielami 15 europejskich stowarzyszeń menedżerów / inżynierów budowlanych zrzeszonych w AEEBC (The Association of European Building Surveyors and Construction Experts), podczas Walnego Zgromadzenia tej organizacji. Zapewni to transfer rezultatów do 12 krajów europejskich (Polska, Hiszpania, Niemcy, Belgia, Finlandia, Holandia, Szwecja, Irlandia, Anglia, Dania, Francja, Włochy). Projekt będzie również promowany w prasie technicznej i podczas konferencji międzynarodowych. Projekt zakończy seminarium upowszechniające w Warszawie na Politechnice Warszawskiej. Planowane rezultaty/produkty projektu:

- raport o technologii montażu ścian osłonowych,
- podręcznik dotyczący bezpieczeństwa oraz prawidłowych procedur pracy podczas montażu ścian osłonowych,
- oprogramowanie wykorzystujące rzeczywistość rozszerzoną, które pomoże zachować robotnikom bezpieczeństwo i poprawną technikę podczas wybranych procedur montażu ścian osłonowych. Będzie ono mogło być wykorzystane zarówno podczas szkoleń, jak i podczas pracy na budowie. Zapewni ono zwiększenie efektywności szkoleń przy jednoczesnej minimalizacji czasu i kosztów, oraz poprawę bezpieczeństwa pracowników i zmniejszenie liczby wypadków (w tym śmiertelnych) na placach budów w Polsce i w innych krajach europejskich.

4. PROJEKT ERASMUS PLUS KA2 - CLOEMC IV (2015-2017)

Projekt nr 2015-1-PL01-KA202-016454 - "Common Learning Outcome for European Managers in Construction IV" jest związany z dyrektywą UE 89/48/EWG dotyczącą zawodów regulowanych w odniesieniu do uznawania, promowania oraz certyfikowania kwalifikacji przez międzynarodowe stowarzyszenia i organizacje związane z budownictwem. Głównym celem projektu jest poprawa wdrażania celów Dyrektywy, co będzie prowadzić do stworzenia odpowiedniego systemu w obszarze UE dotyczącego porównywania, certyfikowania oraz wzajemnego rozpoznawania kwalifikacji menedżerskich w budownictwie. Profil edukacji menedżerów budowlanych, odpowiedzialnych za współpracę w obszarze budownictwa w UE, jest różny w różnych krajach.

Projekt jest kontynuacją zakończonych projektów LdV CLOEMC I-III w których opracowano pierwsze 19 podręczników, dających początek Bibliotece Menedżera Budowlanego [2], [3].

M1 – Zarządzanie Projektem Budowlanym

M2 – Partnerstwo w Budownictwie

M3 – Zarządzanie w przedsiębiorstwie budowlanym

M4 – Zarządzanie zasobami ludzkimi w budownictwie

M5 – Zarządzanie nieruchomościami

M6 – Ekonomia i finanse w budownictwie

M7 – Zarządzanie w budownictwie

M8 – Zarządzanie ryzykiem w budownictwie

M9 – Zarządzanie procesami budowlanymi – Lean Construction

M10 – Metody komputerowe w zarządzaniu projektami budowlanymi

M11 – Projekty PPP w budownictwie

M12 – Zarządzanie wartością w przedsięwzięciach budowlanych

M13 – Czynniki sukcesu przedsięwzięć budowlanych – studium przypadków

M14 – Audyty firm i projektów budowlanych

M15 – Motywacja i aspekty psychologiczne w budownictwie

M16 – Profesjonalizm i etyka w budownictwie

M17 – Zasady zrównoważonego rozwoju w budownictwie

M18 – Zasady bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w budownictwie

M19 – Błędy projektowe i wykonawcze w projektach budowlanych

W rezultacie projektu CLOEMC IV zostanie napisanych 6 nowych podręczników, które wspólnie utworzą pełną platformę wiedzy z zakresu zarządzania, niezbędnej do zarządzania w budownictwie:

M20 – Rewitalizacja i remonty w budownictwie

M21 – Building Information Modeling

M22 – Optymalizacja procesów budowlanych

M23 – Zarządzanie różnorodnością w budownictwie

M24 – Mechanika budowli dla menedżerów budowlanych

M25 – Społeczna Odpowiedzialność Biznesu w budownictwie

Ta baza wiedzy rozszerzy fundamenty uznawania i certyfikowania kwalifikacji menedżerskich w budownictwie w krajach UE. Ponadto, zostały stworzone programy nauczania na studiach podyplomowych, jak również zasady i kryteria certyfikacji, co generuje potrzebę stworzenia kolejnej serii podręczników, jak również dalszej i dalej idącej aktywności. Bez podręczników będących rezultatem tego projektu, nie jest możliwe uruchomienie kompletnych studiów, promowanie uznawania kwalifikacji oraz certyfikowanie menedżerów budowlanych w krajach UE. Rezultaty poprzednich projektów zostały wdrożone w praktyce m.in. poprzez utworzenie Polskiego Stowarzyszenia Menedżerów Budownictwa (PSMB) i jego ścisłej współpracy z The Chartered Institute of Building (CIOB) oraz The Association of European Building Surveyors and Construction Experts (AEEBC), co zapewnia europejski wymiar projektu. Podręczniki te staną się nowym narzędziem pozwalającym na promocję, certyfikację, porównywanie oraz uznawanie kompetencji inżynierów oraz menedżerów budowlanych na poziomie krajów i sektora. Podręczniki pozwolą na proces standaryzacji (16 organizacji z 12 krajów UE stowarzyszonych w AEEBC) procesu certyfikacji inżynierów ubiegających się o tytuł European Building Expert. Rezultaty projektu poprawią proces dydaktyczny oraz uznawanie kwalifikacji menedżerów budowlanych w UE.

5. PROJEKT FSS INSTRUMENT NORWESKI (2014-2016)

Projekt nr FSS/2013/IIC/W/0015/U/0022 - "Kształcenie na odległość z zakresu zarządzania w budownictwie" przewiduje opracowanie innowacyjnych kursów prowadzonych przez Internet na platformie MOODLE [4], z zakresu zarządzania ryzykiem i wartością w budownictwie. Celem operacyjnym projektu jest zwiększenie kwalifikacji personelu zarządzającego budowlanymi projektami inwestycyjnymi finansowanymi ze środków unijnych. Cele szczegółowe: przygotowanie platformy internetowej dla nauczania zarządzania

wartością i ryzykiem w budownictwie w języku polskim i angielskim łącznie z bazą materiałów dydaktycznych i procedurami nauczania. Partnerzy: Politechnika Warszawska (PW), Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Reykjavik University (RU) - odpowiedzialni za merytoryczne przygotowanie kursów oraz Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (PSMB), które zapewni udział przedstawicieli firm budowlanych w celu dostosowania zawartości merytorycznej kursów do aktualnych wymagań rynkowych. Potrzeby Partnerów zaspokojone zostaną poprzez szersze wprowadzenie nowoczesnych metod nauczania. Beneficjentami projektu są personel firm budowlanych i studenci. Potrzeba nauczania w dziedzinach, które dotyczy projekt potwierdzona została poprzez liczne prace badawcze i kontakt z polskimi i europejskimi firmami budowlanymi, realizowane m.in. w ramach programu Leonardo da Vinci oraz uzgodnione z Partnerami z Islandii/Norwegii, którzy planują wprowadzenie opracowanych kursów do swoich programów nauczania. Podręczniki, na których oparte będą kursy opracowane zostały w projekcie LdV 2009-1-PL1-LEO05-05016, pt. "Common Learning Outcome for European Managers in Construction" ukończony w 2011r. Projekt wpłynie na rozwój programów studiów z językiem angielskim i polskim jako językiem wykładowym. Kursy będą rozpoznawane przez Partnerskie Uniwersytety. Partnerzy w projekcie zapewnią udział przedstawicieli firm budowlanych w celu dostosowania zawartości kursów oraz sposobów nauki do ich wymagań. Projekt, poprzez współdziałanie instytucji partnerskich zwiększy spójność społeczną i ekonomiczną EOG. Rzeczywiste potrzeby uczestniczących instytucji zostaną zaspokojone poprzez wprowadzenie na szerszą skalę nowoczesnych metod nauczania na odległość. Odbiorcami końcowymi projektu będą pracownicy małych i średnich (ale także dużych) europejskich firm budowlanych uczestniczących w realizacji projektów finansowanych z funduszy unijnych. Inną grupą docelową są także pracownicy urzędów centralnych i samorządowych nadzorujących projektu budowlane. Powstaną kursy blended learning na poziomie europejskim, z wykorzystaniem Internetu będą nowoczesnym sposobem nauczania dla menedżerów budownictwa, którzy nie mają odpowiednio dużo czasu na naukę.

BIBLIOGRAFIA:

1. Minasowicz A., Nowak P., Pellicer E., Teixeira J.C.: "Postgraduate European Common Studies in Construction Management", INTED2014 Proceedings, ISBN: 978-84-616-8412-0, ISSN: 2340-1079, pages: 2639-2646
2. Minasowicz A., Nowak P., Rosłon J., "Construction Managers' Library – the training and certification system for construction managers", Proceedings 27th IPMA World

- Congress, Croatian Association for Project Management, 2013, pages: 116-131, ISBN 978-953-6272-53-3.
3. Minasowicz A. P., Nowak P. O., Zawistowski J. J.: "EU Funded Projects – Best Tools for Interoperability Enhancement in Construction Industry”, I-ESA 2012, Interoperability for Enterprise Systems and Applications "Shaping Enterprise Interoperability in Future Internet", Walencja, Hiszpania, 20-23 marzec 2012, conference proceedings published: M. Zelm, R. Sanchis, R. Poler, G. Doumeingts: "Enterprise Interoperability", Wiley, Wielka Brytania, ISBN 978-1-84821-426-2, str. 331-338
 4. Książek M., Nowak P., Rosłon J., “Distance Learning Education for Engineers - European Projects“, Logistyka, 2015, ISSN 1231-5478.
 5. Książek M., Nowak P., Rosłon J., “Leonardo da Vinci Projects – Innovative Approach for Engineers' and Managers' Education“, Logistyka, 2014, vol. 6, ISSN 1231-5478.
 6. Nowak P., Rosłon J., “Leonardo da Vinci Projects – Tools for Building Personnel Qualifications Recognition across EU“, Technika Transportu Szynowego – koleje, tramwaje, metro, TTS, 2013, vol. 10, pages: 471 – 477, ISSN 1232-3829.

STUDIA PODYPLOMOWE REALIZOWANE NA WYDZIALE INŻYNIERII LĄDOWEJ PW

BUDOWNICTWO INFRASTRUKTURALNE

Kierownik - dr inż. Janusz Kulejewski

Charakterystyka

Studia Podyplomowe Budownictwo infrastrukturalne organizowane są przez Zespół Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej.

Studia uzupełniają wiedzę techniczną inżynierów budownictwa o kwalifikacje w zakresie budownictwa infrastrukturalnego.

Zakres tematyczny studiów obejmuje następujące zagadnienia z obszaru budownictwa infrastrukturalnego:

- analiza ryzyka oraz warunki kontraktowe,
- przygotowanie procesu inwestycyjnego oraz realizacji,
- roboty ziemne w realizacji robót drogowych,
- wykonywanie robót drogowych,
- systemy eksploatacji dróg oraz aspekty środowiskowe,
- wybór konstrukcji nośnej,
- technologie robót mostowych,
- systemy eksploatacji mostów,
- wybrane zasady realizacji robót branżowych,
- rozliczenie robót budowlanych w projektach infrastrukturalnych.

EKSPLOATACJA I UTRZYMANIE DRÓG

Kierownik - prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski

Charakterystyka

Studia Podyplomowe Eksploatacja i Utrzymanie Dróg organizowane są przez Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej.

Celem studiów jest dostarczenie uczestnikom wiedzy z zakresu projektowania, budowy i eksploatacji dróg oraz obiektów inżynierskich. w szczególności eksploatacji i utrzymania nawierzchni drogowych, wyposażenia dróg oraz obiektów mostowych.

Adresatami studiów są osoby posiadające wykształcenie wyższe, związane zawodowo z tematyką eksploatacji i utrzymania dróg, inżynierią materiałów drogowych oraz technologią nawierzchni.

TECHNOLOGIA BUDOWY DRÓG

Kierownik - prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski

Charakterystyka

Studia Podyplomowe Technologia Budowy Dróg organizowane są przez Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Celem studiów jest dostarczenie uczestnikom wiedzy z zakresu technologii budowy dróg, technologii materiałów drogowych, projektowania konstrukcji nawierzchni, przepisów prawnych w realizacji i odbiorze robót. Adresatami studiów są osoby posiadające wykształcenie wyższe, związane zawodowo z tematyką inżynierii materiałów drogowych oraz technologii nawierzchni.

ZARZĄDZANIE PROJEKTAMI INFRASTRUKTURALNYMI W BUDOWNICTWIE KOLEJOWYM

Kierownik - dr inż. Michał Krzemiński

Charakterystyka

O przyjęcie na studia podyplomowe może ubiegać się osoba, która posiada tytuł zawodowy magistra inżyniera lub równorzędny, bądź tytuł zawodowy inżyniera, licencjata lub równorzędny, uzyskany w Polsce lub w innym państwie.

Studium przeznaczone jest dla osób dążących do podwyższenia swoich kwalifikacji i doskonalenia umiejętności zawodowych. Szczególnie przy braku wykształcenia kierunkowego lub braku doświadczenia w pracy przy zagadnieniach kolejowych czy zarządzania projektami. Adresatami studium są absolwenci studiów kierunku budownictwo, architektura, transport, inżynieria środowiska, kierunków ekonomicznych, finansowych i prawnych. Absolwent posiada specjalistyczną wiedzę z zakresu dróg szynowych, ich modernizacji oraz zarządzania projektami i planowania inwestycji w budownictwie kolejowym. Potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę w pracy zawodowej i komunikacji z otoczeniem. Absolwent jest przygotowany do podjęcia pracy związanej z przygotowaniem, projektowaniem, realizacją i zarządzaniem projektami z zakresu modernizacji dróg szynowych. Program kształcenia studiów podyplomowych obejmuje między innymi następujące moduły kształcenia:

- konstrukcja nawierzchni kolejowej na modernizowanych liniach kolejowych,
- konstrukcja podtorza kolejowego na modernizowanych liniach kolejowych,
- układ geometryczny torów na modernizowanych liniach kolejowych,
- podstawy technologii robót modernizacyjnych infrastruktury torowej,
- modernizacja kolejowych obiektów inżynieryjnych,
- podstawy modernizacji infrastruktury trakcyjnej na liniach kolejowych,
- podstawy modernizacji urządzeń sterowania ruchem pociągów (SRK),
- interoperacyjność kolei w Unii Europejskiej,
- przepisy prawne związane z projektowaniem infrastruktury kolejowej,
- przetargi,
- zarządzanie potencjałem ludzkim w budownictwie,
- ryzyka kontraktowe w budownictwie,
- kosztorysowanie i harmonogramowanie w budownictwie,
- bezpieczeństwo pracy w budownictwie.

ZARZĄDZANIE W BUDOWNICTWIE

Kierownik - dr inż. Paweł Nowak

Charakterystyka

Studia Podyplomowe Budownictwo infrastrukturalne organizowane są przez Zespół Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Studia (X edycja w roku 2016) uzupełniają wiedzę techniczną inżynierów budownictwa o kwalifikacje niezbędne do prowadzenia działalności gospodarczej na rynku inwestycyjno-budowlanym. Zakres tematyczny studiów obejmuje następujące zagadnienia z obszaru zarządzania przedsiębiorstwem budowlanym, w tym:

- podstawy ekonomii w budownictwie,
- prawo gospodarcze w działalności inwestycyjno-budowlanej,
- podstawy organizacji i zarządzania w budownictwie,
- marketing w budownictwie,
- zarządzanie potencjałem ludzkim,
- zarządzanie finansami w działalności gospodarczej budownictwa,
- zarządzanie ryzykiem w projektach inwestycyjnych,
- przetargi na usługi budowlane,
- negocjowanie i zawieranie kontraktów,
- przygotowanie procesów realizacji budowy,
- sterowanie przebiegiem realizacji budowy,
- bezpieczeństwo pracy w budownictwie.

PSYCHOLOGIA ZARZĄDZANIA PROJEKTAMI W BUDOWNICTWIE

Kierownik - dr inż. Mariola Książek

Charakterystyka

Studia Podyplomowe Budownictwo infrastrukturalne organizowane są przez Zespół Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Absolwent studiów podyplomowych uzyska wiedzę na poziomie zaawansowanym do zarządzania funkcjonowaniem przedsiębiorstw budowlanych, obejmującym zarządzanie firmą w zakresie zarządzania zasobami ludzkimi, marketingu i organizacji pracy w przedsiębiorstwie. Absolwent jest przygotowany do podjęcia pracy związanej z zarządzaniem zasobami ludzkimi w budownictwie z uwzględnieniem następujących aspektów:

- psychologia ogólna,
- psychologia organizacji i pracy,
- przywództwo w warunkach zmian,
- psychologiczne podstawy motywacji i motywowania do pracy,
- zarządzanie stresem,
- techniki rozwoju zawodowego,
- zarządzanie ryzykiem w budownictwie,
- etyka i profesjonalizm w budownictwie,
- podstawowe umiejętności psychologiczne,
- techniki negocjacyjne.

STRESZCZENIA REFERATÓW KONFERENCYJNYCH

KONCEPCJA GREEN BIM – INSPIRACJE SKANDYNAWSKIE

K. ARASZKIEWICZ¹

STRESZCZENIE

W artykule zostały omówione nowoczesne trendy w zarządzaniu przedsięwzięciami budowlanymi ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań stosowanych przez przedsiębiorstwa skandynawskie. Doświadczenia Skandynawii we wdrażaniu innowacji zarówno technologicznych, procesowych jak i organizacyjnych w przemyśle budowlanym są źródłem dobrych praktyk dla polskiego budownictwa. Artykuł porusza kwestie związane z koncepcją budownictwa zrównoważonego i na podstawie przeglądu literatury przedstawia możliwości holistycznego podejścia do zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi, integrującego BIM z kwestiami zrównoważonego rozwoju. Innowacje organizacyjne w budownictwie, związane z koncepcją BIM i budownictwo zrównoważone to dwa kluczowe, obserwowane w ostatnich latach i opisywane w coraz liczniejszych publikacjach trendy globalnych zmian w przemyśle budowlanym. Do niedawna zmiany te następowały odrębnie, niezależnie od siebie. Od kilku lat coraz większe zainteresowanie budzi integrowanie założeń BIM z zasadami budownictwa zrównoważonego poprzez wdrażanie koncepcji Green BIM. W przekonaniu autora jest to ważny kierunek zmian z punktu widzenia innowacyjności polskiego budownictwa. Pozwala bowiem na wykorzystanie efektu synergii i doświadczeń zagranicznych związanych zarówno z wprowadzaniem BIM do zarządzania projektami jak i dotyczących zrównoważonego budownictwa. Wymaga to jednak fundamentalnej zmiany mentalności wszystkich uczestników procesu budowlanego – inwestycyjnego, głębszej modyfikacji zasad organizacji całego rynku budowlanego, z udziałem wszystkich jego interesariuszy.

W krajach skandynawskich idea BIM znalazła zastosowanie w wielu inwestycjach, przede wszystkim publicznych. Artykuł opisuje na przykładzie Finlandii działania podjęte przez władze publiczne, których wsparcie było znaczące dla zainicjowania i wdrożenia założeń

¹ PhD Eng, West Pomeranian University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Al. Piastów 17, 70-310 Szczecin, e-mail: krystyna.araszkievicz@zut.edu.pl

BIM w budownictwie. Korzyści związane z BIM pojawiają się w warunkach współpracy i integracji wiedzy. Jeśli jeden z uczestników przedsięwzięcia budowlanego korzysta z narzędzi BIM, podczas gdy pozostali działają w oparciu o konwencjonalne rozwiązania (projekty dwuwymiarowe, odrębne procedury decyzyjne), nie zostaną spełnione założenia BIM, a tym samym trudno mówić o korzyściach. Stroną procesu, która może przełamać patową sytuację jest państwo i jego instytucje. Instytucje rządowe mogą podejmować działania zmierzające do wprowadzenia standardów BIM w budownictwie i wspierać prace badawczo – rozwojowe firm. to może przyspieszać osiąganie przez przedsiębiorców podejmujących ryzyko wdrożenia BIM wymiernych korzyści. W artykule przedstawiony został przykład budowy centrum handlowego Mall of Scandinavia według założeń metody Green BIM.

Mall of Scandinavia to największe centrum handlowe w krajach skandynawskich. Obiekt jest budowany w Szwecji, w Sztokholmie, zakończenie inwestycji (rozpoczętej w 2012 roku) zaplanowano na drugą połowę 2015 roku. Powierzchnia centrum wynosi ponad 100 000 m². Inwestycja jest realizowana według modelu „pod klucz”, generalnym wykonawcą jest jedno z wiodących na rynku skandynawskim przedsiębiorstw budowlanych Peab. Decyzja o zastosowaniu założeń BIM wiązała się z ogromną skalą przedsięwzięcia oraz koniecznością sprawnej koordynacji wykonawców poszczególnych etapów i przepływu informacji między wszystkimi uczestnikami procesu inwestycyjnego, włączając inwestora. BIM znalazł zastosowanie w omawianym przedsięwzięciu poprzez wizualizację obiektu (integrując w oparciu o IFC około 200 modeli opracowanych przy użyciu różnych narzędzi informatycznych), oraz wykorzystanie tego zbioru informacji jako platformy komunikacyjnej w projekcie. z uwagi na to, że obiekt jest realizowany etapami (pierwsza kondygnacja była już budowana, podczas gdy równolegle prowadzono prace projektowe kolejnych kondygnacji obiektu), dobra komunikacja między projektantami, wykonawcami i generalnym wykonawcą oraz inwestorem jest jednym z kluczowych czynników decydujących o powodzeniu tej inwestycji. Studia przypadków analizowane w literaturze przedmiotu wskazują, że zastosowanie koncepcji Green BIM przynosi korzyści szczególnie w odniesieniu do obiektów poddawanych certyfikacji stosowanej dla potwierdzenia, że budynek spełnia kryteria budownictwa zrównoważonego (LEED, BREAM), oraz w zakresie efektywnego zarządzania energią, przede wszystkim na etapie eksploatacji. Przykładami realizacji przedsięwzięć według założeń BIM i zasad zrównoważenia są inwestycje przeprowadzane przez jednego z wiodących skandynawskich wykonawców na rynku budowlanym, firmę Skanska. Taką inwestycją zrealizowaną z powodzeniem z zastosowaniem założeń Green BIM jest centrum handlowo – usługowe Puuvilla w Pori, w południowo – zachodniej części

Finlandii. Obiekt uzyskał certyfikat LEED Gold oraz prestiżową nagrodę “Best BIM Project” podczas uroczystości Tekla Global BIM Awards w roku 2013. w porównaniu z typowym fińskim obiektem handlowo – usługowym, centrum Puuvilla cechuje zmniejszone o około połowę zużycie wody i energii. Ponadto podczas budowy 95% odpadów budowlanych zostało poddanych odzyskowi.

Koncepcja BIM znalazła zastosowanie w fazie projektowania i następnie podczas realizacji, między innymi poprzez integrację informacji związanych z projektem budowlanym i analizami dotyczącymi bilansu energetycznego obiektu. Uczestnicy procesu inwestycyjnego podkreślali znaczenie narzędzi BIM dla usprawnienia komunikacji w projekcie oraz wskazywali na ogromną ilość informacji, zebranych w modelu centrum, aktualizowanych w trakcie budowy, istotnych z punktu widzenia eksploatacji obiektu. Celem artykułu była także wstępna analiza uwarunkowań instytucjonalnych wprowadzania koncepcji Green BIM w Polsce. Skoncentrowanie polityki wspierania innowacji w polskim budownictwie na Green BIM jest zdaniem autora zasadne i ważne.

Implementacja BIM w połączeniu z zagadnieniami budownictwa zrównoważonego wydaje się być racjonalnym rozwiązaniem dla polskiego rynku usług budowlanych. Wiąże się to z faktem, że BIM jako metoda, zbiór technik, narzędzi i know – how jest już dobrze rozwinięty na rynku europejskim. Również budownictwo zrównoważone i zielone zamówienia publiczne są przedmiotem dobrych praktyk na rynkach zachodnich. Możliwe jest wobec tego korzystanie z tych doświadczeń i dostosowanie ich do polskich uwarunkowań zarówno przez przedsiębiorstwa jak i instytucje państwowe. z uwagi na dojrzałość obu koncepcji, wprowadzanie ich łącznie może przynieść znaczne korzyści ze względu na efekt synergii. Wśród narzędzi, wskazanych w Krajowym Planie Działań w zakresie zrównoważonych zamówień publicznych na lata 2013 – 2016, których wykorzystanie ma przynieść wzrost liczby zielonych zamówień publicznych, nie ma żadnej wzmianki o możliwościach, jakie wiążą się z koncepcją Green BIM. Tymczasem jak wynika z doświadczeń na rynku budowlanym w Europie Zachodniej, koncepcja ta umożliwia na wprowadzenie do zamówień publicznych kryteriów środowiskowych obejmujących cały cykl życia przedsięwzięcia budowlanego. Artykuł wskazuje na kierunek dalszych badań, dotyczących inwestora publicznego i jego roli w implementowaniu założeń Green BIM. Zagadnieniem otwartym dla badań związanych z Green BIM jest sposób wdrożenia tej koncepcji na rynku polskim z wykorzystaniem systemu zamówień publicznych. Identyfikacji wymaga znajomość wśród zamawiających publicznych założeń Green BIM i posiadanie przez nich wiedzy o korzyściach związanych z zastosowaniem tej koncepcji w przygotowaniu

i realizacji inwestycji budowlanych. Jest to obszar istotny dla rozwoju wiedzy o zarządzaniu przedsiębiorstwami oraz jej praktycznej aplikacji na rynku usług budowlanych, których innowacyjność, ma decydujące znaczenie dla podnoszenia konkurencyjności polskiego budownictwa.

WPLYW TEMPERATURY NA WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK BETONÓW SAMOZAGĘSZCZALNYCH

G. CYGAN¹, J. GOŁASZEWSKI², M. DREWNIOK³

STRESZCZENIE

Udział mieszanek betonu samozagęszczalnego w ogólnej produkcji betonu towarowego, czy nawet w produkcji prefabrykatów nie jest duży. Pomimo korzyści jakie ta technologia za sobą niesie. Jednym z powodów jest znaczna wrażliwość właściwości reologicznych mieszanek na zmiany temperatury. Właściwości reologiczne - granica płynięcia τ_0 i lepkość plastyczna k odpowiadające średnicy rozplywu R i czasowi rozplywu T_{500} , pod wpływem zmian temperatury mogą się zmieniać tak, że mieszanka ulegnie segregacji bądź niemożliwy będzie proces jej samo zagęszczenia. Mechaniczne zagęszczanie mieszanki samozagęszczalnej, która straciła zdolność do samo zagęszczania, jest dopuszczalne ale musi być prowadzone z ostrożnością. w łatwy sposób można doprowadzić do przewibrowania i segregacji składników. Tym samym uzyskamy wadliwy beton o niejednorodnej strukturze.

W badaniach przedstawionych w artykule, określono wpływ temperatury na właściwości reologiczne mieszanek mierzone reometrem XL oraz na czas i średnicę rozplywu według PN-EN 12350-2, PN-EN 12350-8. Mieszanki betonu samozagęszczalnego o dwóch wielkościach $w/c=0,3$ i $0,4$ wykonano z użyciem cementów: portlandzkiego, hutniczego i wieloskładnikowego. Zastosowano dwa rodzaje superplastyfikatorów polikarboksylowych. Pierwszy oznaczony symbolem SP 1 charakteryzujący się dobrym utrzymaniem efektu upłynnienia w czasie, stosowany głównie przy produkcji betonu towarowego, drugi SP 2 odpowiedni przy produkcji elementów prefabrykowanych. Mieszanki były wykonywane w ten sposób aby miały w chwili rozpoczęcia badań założone temperatury 10, 20 i 30 °C. Składniki schładzano bądź ogrzewano przez 24 h w odpowiednich temperaturach. Podczas badań temperatura mieszanki i pomieszczenia była utrzymywana na założonym poziomie. Właściwości reologiczne, średnice i czasy rozplywu, określono bezpośrednio po zakończeniu

¹ Msc Eng., Silesian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Akademicka 5 str. 44-100 Gliwice, Poland, e-mail: Grzegorz.Cygan@polsl.pl

² PhD. Associated Professor, Eng., Silesian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Akademicka 5 str. 44-100 Gliwice, Poland.

³ Msc Eng., Silesian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Akademicka 5 str. 44-100 Gliwice, Poland.

mieszania i po upływie 80 minut. w przypadku badanych superplastyfikatorów i cementów widoczne jest, że efektywność domieszek zmniejsza się znacząco w temperaturach poniżej 20 °C. Jest to tendencja nie zależna od wielkości w/c, choć w przypadku w/c =0,3 efekt jest wyraźniejszy. w temperaturze 30 °C mieszanki początkowo charakteryzują się największymi średnicami rozplywu, co związane jest z większą adsorpcją superplastyfikatora na cząstkach cementu i produktach jego hydratacji. Im więcej zostanie zaadsorbowanego superplastyfikatora na produktach hydratacji tym większa zdolność superplastyfikatora do dyspergowania mieszanki. Szybciej przebiegający proces hydratacji sprawia jednak, że utrata urabialności szybciej postępuje wraz upływem czasu. Łańcuchy boczne zaadsorbowanego superplastyfikatora są przykrywane przez pojawiające się z czasem produkty hydratacji, tym samym maleje zdolność upłynniania mieszanki. Średnica rozplywu mieszanek wykonywanych w temperaturze 10 °C, początkowo jest najmniejsza, ale wraz z upływem czasu ulega zwiększeniu. w niższych temperaturach proces hydratacji a w szczególności proces powstawania etryngitu, jest opóźniony. Etryngit z uwagi na swój wysoce dodatni potencjał ζ jest zdolny do adsorbowania znacznych ilości ujemnie naładowanego superplastyfikatora. Gdy w roztworze porowym zaczynu cementowego pojawi się odpowiednia ilość pól adsorpcji superplastyfikatora, związana między innymi z ilością etryngitu wzrasta efektywność superplastyfikatora, a tym samym średnica rozplywu mieszanek. z praktycznego punktu widzenia należy zaznaczyć, że mieszanki wykonywane w temperaturach poniżej 15 °C wymagają dłuższego czasu wiązania po to by uzyskać zamierzony efekt upłynnienia. to spostrzeżenie jest szczególnie istotne w przypadku mieszanek wykorzystywanych w produkcji prefabrykatów. w przypadku mieszanek betonu towarowego, które są mieszane przez czas transportu betonowozem, maksymalny możliwy do uzyskania efekt upłynnienia, może przypadać na moment układania mieszanki w deskowaniu. Obsługa węzła betoniarskiego musi mieć świadomość tego typ zjawisk zachodzących w niższych temperaturach. Chęć uzyskania założonej konsystencji na węźle betoniarskim, poprzez zwiększenie ilości superplastyfikatora, może doprowadzić do mieszanki ulegającej segregacji na placu budowy. Lepkość plastyczna, a tym samym czas rozplywu generalnie zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury. Mniejsza lepkość mieszanek w wyższych temperaturach może skutkować skłonnością mieszanek do segregacji. Charakter, jak i wielkość zmian parametrów reologicznych mieszanek betonowych pod wpływem temperatury zależy od rodzaju cementu, rodzaju superplastyfikatora i stosunku w/c, nie pozwalając na uogólnienia. Jest to konsekwencją nakładających się zjawisk. Wraz ze zmianą temperatury zmienia się szybkość procesu hydratacji cementu (wzrost temperatury

zwiększa szybkość procesu hydratacji przyczyniając się do szybszej utraty urabialności), zmianie ulega stopień adsorpcji superplastyfikatorów na ziarnach cementu i produktach jego hydratacji (stopień adsorpcji zwiększa się ze wzrostem temperatury, co z jednej strony początkowo zwiększa efekty działania superplastyfikatora, jednak w dłuższym czasie przyczynia się do szybszej utraty urabialności), zmianie ulega intensywność zjawisk międzyfazowych. Uogólnienie wpływu temperatury na właściwości mieszanek na spoiwach cementowych jest więc zagadnieniem trudnym, o ile w ogóle możliwym. o zachowaniu się danej mieszanki o określonych składnikach i proporcjach wnioskować można tylko na podstawie badań kontrolnych mieszanki. Dzięki którym otrzymamy pełną charakterystykę zmian jakim podlega mieszanka betonowa w prognozowanych warunkach wbudowania. Taki tok postępowania nie powinien dziwić, zwłaszcza w przypadku wykonywania odpowiedzialnych konstrukcji – mieszanka betonowa jest często „szyta na miarę” tak by spełniać określone wymagania.

BIOPOLIMERY JAKO DODATKI MODYFIKUJĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW SILIKATOWYCH

R. DACHOWSKI¹, M. NOWEK²

STRESZCZENIE

Dostępne na rynku tradycyjne wyroby wapienno-piaskowe, nazywane także silikatami, produkowane są wyłącznie z naturalnych składników – wapna palonego (około 7% masy wyrobu), piasku kwarcowego (około 90%) oraz wody (około 3%). Odpowiednio przygotowane i wymieszane surowce zostają sprasowane i uformowane w cegły lub bloki, a następnie kierowane są do autoklawów, gdzie poddawane są obróbce hydrotermalnej. W wyniku działania nasyconej pary wodnej w temperaturze około 203°C i pod ciśnieniem 1,6 MPa krzemionka łączy się z wapnem, tworząc nierozpuszczalne krzemiany wapnia, a wyroby silikatowe uzyskują swoje charakterystyczne właściwości. Wyroby wapienno-piaskowe odznaczają się bardzo wysoką wytrzymałością na ściskanie, standardowo produkowane są w klasie 15-20 MPa. Są mrozoodporne, niepalne, akumulują ciepło, bardzo dobrze izolują dźwięki. Podczas użytkowania nie wydzielają niebezpiecznych substancji i w całości podlegają recyklingowi. We współczesnym budownictwie, a także wielu innych dziedzinach, dużą wagę przykładają się do aspektów ekologicznych, w związku z czym projektując materiały coraz bardziej dba się o to, by były one przyjazne środowisku. Stąd zainteresowanie biomateriałami, posiadającymi szereg korzystnych właściwości, będących inspiracją do rozwoju wielu technologii. W artykule przedstawiono wpływ dodatków w postaci chitozanu oraz hydroxyapatytu na właściwości użytkowe modyfikowanych wyrobów wapienno-piaskowych oraz ich mikrostrukturę. Wykonane zostały próbki zawierające 2% chitozanu, 2% hydroxyapatytu, a także próbka, w której składzie znajdowały się oba te dodatki w tej samej ilości. W celu zweryfikowania wpływu poszczególnych dodatków, przygotowano także próbkę tradycyjnego silikatu. Wyniki badań gęstości objętościowej otrzymanych materiałów wykazały, że zastosowane dodatki w różnym stopniu wpływają

¹ Dr hab. inż., Prof. PŚk, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury, Al. 1000-lecia PP 7, 25-314 Kielce, email: tobrd@tu.kielce.pl

² Mgr inż., Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury, Al. 1000-lecia PP 7, 25-314 Kielce, email: mnowek@tu.kielce.pl

na analizowaną cechę materiału. Dodatek chitozanu obniżył gęstość objętościową modyfikowanych wyrobów, natomiast hydroxyapatyt spowodował jej wzrost. Odwrotnie sytuacja wygląda w przypadku nasiąkliwości masowej. Dodatek chitozanu sprawia, że materiał chłonie większą ilość wody, natomiast hydroxyapatyt przyczynia się nieznacznie do obniżenia nasiąkliwości silikatu. Analizując wyniki wytrzymałości na ściskanie modyfikowanych wyrobów wapienno-piaskowych widać istotny wpływ użytych dodatków. Wytrzymałość na ściskanie próbki z 2% dodatkiem hydroxyapatytu wzrosła aż o 63%. Chitozan obniżył wytrzymałość silikatu o 69%. Analiza mikrostruktury badanych próbek modyfikowanych wyrobów wapienno-piaskowych pod mikroskopem skaningowym wykazała obecność faz C-S-H i tobermorytu w próbce z dodatkiem chitozanu w ilości 2%. W próbce zawierającej chitozan oraz hydroxyapatyt zaobserwowano pojawienie się fazy C-S-H typu II w postaci sieci płytek tworzących układ tzw. plastra pszczelego. W próbce odznaczającej się najwyższą wytrzymałością na ściskanie, a więc w próbce zawierającej 2% hydroxyapatytu, poza fazą C-S-H zaobserwowano także tobermoryt w formie płytek/blaszek, a także strukturę przypominającą ksonotlit występujący w postaci cienkich i splątanych włókien. Podobnie jak w przypadku próbki D zauważono tutaj fosfor na fazie C-S-H. Badanie XRD próbki tradycyjnego silikatu, podobnie jak w przypadku obu próbek z dodatkiem hydroxyapatytu, wykazało obecność kwarcu oraz tobermorytu lub innego krzemianu wapnia. W próbce z samym chitozanem poza kwarcem wykryto kalcyt. Wprowadzenie do masy wapienno-piaskowej sproszkowanych dodatków biopolimerów daje przyjazne środowisku naturalnemu, ekologiczne wyroby budowlane o zmienionych parametrach użytkowych. Podsumowując przeprowadzone badania można stwierdzić, że dodatek hydroxyapatytu już w niewielkiej ilości skutkuje poprawą właściwości użytkowych wyrobów wapienno-piaskowych, Znacznie podwyższa ich wytrzymałość na ściskanie, jednocześnie redukując nasiąkliwość oraz zwiększając gęstość objętościową, co może mieć wpływ na polepszenie właściwości akustycznych wyrobu. Chitozan z kolei wpływa niekorzystnie na badane cechy wyrobu. Mniejsza masa elementu może być ułatwieniem podczas prac budowlanych, jednak obniżona wytrzymałość oraz wysoka nasiąkliwość wyrobu nie są cechami pożądanymi.

BIBLIOGRAFIA:

1. M. Florek, „Charakterystyka fizykochemiczna wybranych biomateriałów oraz skamielin opartych na węglanie wapnia”, Rozprawa doktorska, Katolicki Uniwersytet Lubelski, Lublin, 2009.
2. M. Piątkowski, „Chemiczna modyfikacja chitozanu w polu promieniowania mikrofalowego”, Czasopismo Techniczne z.1-Ch/2008, str. 101-113
3. J. Jasiczak, Budownictwo Ogólne Tom 1 Materiały i wyroby budowlane, rozdział 7, “Wyroby z zaczynów, zapraw i betonów”, Arkady, Warszawa, 2005
4. S. Wolfke, “Technologia wyrobów wapienno-piaskowych”, Arkady, Warszawa, 1986
5. W. Nocuń-Wczelik, “Struktura i najważniejsze właściwości wybranych uwodnionych krzemianów wapniowych”, CERAMICS 1999, Polish Ceramics Bulletin 21, Polish Academy of Science – Krakow Division
6. M. Handke, M. Rokita, A. Adamczyk, “Krystalografia i krystalochemia dla ceramików”, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2008
7. L. Czarnecki, T. Broniewski, O. Henning, “Chemia w budownictwie”, Arkady, Warszawa, 2010

WIELOKRYTERIALNA ANALIZA PORÓWNAWCZA WSPÓŁCZESNYCH ROZWIĄZAŃ PRZEGRÓD PIONOWYCH W TECHNOLOGII TRADYCYJNEJ

W. DROZD¹, D. PUŁECKI²

STRESZCZENIE

1. Wprowadzenie.

Niniejsze opracowanie ma ułatwić podjęcie decyzji, które z współcześnie stosowanych rozwiązań przegród pionowych w technologii tradycyjnej jest korzystniejsze. Większość inwestorów myśląc o budowie z ceramiki poryzowanej wskazuje na system Porothem, mówiąc o bloczkach z betonu komórkowego, myśli o systemie Ytong. Pod uwagę brane są również wyroby silikatowe w systemie Silka oraz pustaki keramzytobetonowe w systemie Optiroc Blok. Ostatnim piątym materiałem są kształtki styropianowe w systemie Thermomur. W artykule podjęto próbę wymiernego i wieloaspektowego porównania analizowanych systemów, z wykorzystaniem kryteriów ostatecznych, którym nadano hierarchię ważności. Wielokryterialna analiza pozwoliła na uszeregowanie wariantów rozwiązań od najwyższej do najniższej oceny w skali. Pięć systemów utworzyło, aż 31 wariantów rozwiązań, które dają inwestorowi możliwość wyboru wariantu spełniającego jego oczekiwania. Tak uszeregowane rozwiązania pozwalają na krytyczną ocenę ich wad i zalet.

2. Wstępny zbiór kryteriów analizy

Do wstępnego zbioru kryteriów zakwalifikowano 16 kryteriów o charakterze destymulanta i stymulanta: K1-Koszt wykonania (R, M, S) 1 m² powierzchni ściany zewnętrznej brutto, K2-Czas wykonania 1 m² powierzchni ściany zewnętrznej, K3- Izolacyjność termiczna U przegrody pionowej bez tynku, K4- Izolacyjność akustyczna R_{A2} pojedynczego elementu bez tynku, K5- Odporność ogniowa REI pojedynczego elementu bez tynku przy obciążeniu 1,0, K6- Charakterystyczna wytrzymałość f_k na ściskanie pojedynczego elementu, K7- Masa

¹ MSc., Eng., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, ul. Warszawska 24, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: wdrozdz@zob.pk.edu.pl

² MSc., Eng., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, ul. Warszawska 24, 31-155 Cracow, Poland

pojedynczego elementu, K8- Szerokość przegrody pionowej wraz z ewentualnym dociepleniem bez tynku, K9- Ilość warstw przegrody pionowej bez tynku, K10- Zużycie pojedynczych elementów na 1 m^2 powierzchni ściany zewnętrznej, K11- Zużycie zaprawy na 1 m^2 powierzchni ściany zewnętrznej, K12- Narzędzia do docinania pojedynczych elementów, K13- Ułatwienia przy przenoszeniu pojedynczych elementów i ich murowaniu, K14- Rodzaje stosowanych zapraw przy wznoszeniu przegród pionowych, K15- Dostępna gama produktów w obrębie jednego systemu wznoszenia przegród pionowych, K16- Występowanie różnych elementów uzupełniających system wznoszenia przegród pionowych.

3. Ostateczny zbiór kryteriów

Budowa macierzy łuków grafu kryteriów i jej warstwowe porządkowanie pozwoliło na utworzenie ostatecznego zbioru kryteriów:

- **K3** – izolacyjność termiczna U przegrody pionowej bez tynku;
- **K4** – izolacyjność akustyczna R_{A2} pojedynczego elementu bez tynku;
- **K5** – odporność ogniowa REI pojedynczego elementu bez tynku;
- **K6** – charakterystyczna wytrzymałość f_k na ściskanie pojedynczego elementu;
- **K7** – masa pojedynczego elementu;
- **K8** – szerokość przegrody pionowej wraz z ewentualnym dociepleniem bez tynku;
- **K12** – narzędzia do docinania pojedynczych elementów.

Ponadto zbiór kryteriów ostatecznych zostaje dodatkowo rozszerzony o dwa kryteria, ponieważ posiadają ważne znaczenie dla wszystkich inwestorów. Wszystkie osoby podejmujące decyzje w celu wybrania optymalnego rozwiązania materiałowego na przegrody pionowe, kierują się również następującymi kryteriami:

- **K1** – koszt wykonania (R, M, S) 1 m^2 powierzchni ściany zewnętrznej brutto;
- **K2** – czas wykonania 1 m^2 powierzchni ściany zewnętrznej.

Po przeprowadzonych modyfikacjach, zbiór ostateczny składa się z dziewięciu kryteriów. Wszystkie te kryteria będą uwzględnione w dalszej części opracowania, w stosowanej metodzie wielokryterialnej analizy porównawczej. Wyselekcjonowany zbiór dziewięciu kryteriów, będzie reprezentował warianty materiałów do budowy ścian zewnętrznych.

3. Wagi kryteriów

Ważność przyjętych kryteriów wsparto analizą par.

Tabela 1. Analiza par wraz z wagami poszczególnych kryteriów.

Lp.		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K12	Suma kryterium	Waga kryterium
1	K1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	5	0,111
2	K2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	4	0,089
3	K3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0,200
4	K4	1	1	0	1	1	0	1	1	1	7	0,156
5	K5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	6	0,133
6	K6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8	0,178
7	K7	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,044
8	K8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0,067
9	K12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,022
SUMA											45	1,000

Źródło: opracowanie własne.

4. Kodowanie miar wariantów i ocena syntetyczna wariantów rozwiązania

Do analizy wybrano 31 wariantów. Aby przejść z wartości mianowanych na wartości niemianowane, zastosowano kodowanie przez normowanie i dokonano oceny za pomocą pięciu wskaźników ocen syntetycznych skorygowanych. Na podstawie wyników wybrano najlepszy materiał, który uzyskał najwyższą ocenę w przedziale liczbowym 0 – 1.

5. Wnioski po uszeregowaniu wariantów rozwiązań

Najwyższą możliwą ocenę według wskaźnika sumacyjnego skorygowanego otrzymał system Thermomur th 450. Styropianowe deskowanie tracone o różnych szerokościach kształtek, uplasowało się na pierwszym, drugim oraz szóstym miejscu w rankingu. Tak wysoką pozycję system zawdzięcza, przede wszystkim bardzo dobremu wskaźnikowi izolacyjności termicznej U , który jest zdecydowanie niższy, w porównaniu z innymi systemami i sięga poziomu $U = 0,11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Wskaźnik ten jest kryterium, które ma najwyższą wagę równą 20,0 %. Kolejną wysoką wagą wynoszącą 17,8 % jest waga kryterium określająca charakterystyczną wytrzymałość na ścislenie, co pozwala znacznie odróżnić go od innych systemów w sposób pozytywny. Rząd różnicy w parametrach wytrzymałościowych przenosi się na otrzymane bardzo dobre wyniki, gdyż wytrzymałość kształtują możliwości stwardniałej mieszanki

betonowej, gdzie wartości stosowanych betonów zaczynają się od poziomu $f_k = 12$ MPa. Budując ścianę w tym systemie, murarze przenoszą najlżejsze elementy drobnowymiarowe, w porównaniu z innymi, gdyż ich masa to zaledwie ok. 1,4 kg. Pomimo, że waga kryterium dotyczącego masy elementu jest bardzo niska i wynosi tylko 4,4 %, to jednak przyczyniła się do podniesienia oceny. Masa elementów, to rząd różnicy wagowej w porównaniu z innymi przedstawionymi systemami. Minusem tego systemu jest odporność ogniowa REI, która w analizie ma wagę 13,3 %. System Thermomur posiada najkrótszy czas ochrony przed pożarem, gdzie wynosi on 30 min, przez co wartość ta znacznie odbiega od innych systemów. Wynik ten obniża całościową ocenę systemu. Kryteria pośrednie jakimi są koszt i czas znajdują się w górnym przedziale wartości w zestawieniu wszystkich wariantów rozwiązań. Na wybudowanie w tym systemie powierzchni ściany 1 m^2 potrzeba 2,85 r-g. Najniższy natomiast koszt oferują, w tym systemie, kształtki styropianowe th 300, które znalazły się na szóstym miejscu rankingu i wynosi on 314,99 zł/m². Inne kryteria cząstkowe, posiadają wartości miar zbliżone do pozostałych analizowanych rozwiązań.

BIBLIOGRAFIA:

1. Polska Norma PN-EN 1996-1-1:2010, Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 r., Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
3. Deszcz J., Szwabowski J.: Metoda wielokryterialnej analizy porównawczej. Podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań w budownictwie. Politechnika Śląska, Gliwice 2001.

PRZEGLĄD WYBRANYCH METOD WSPOMAGAJĄCYCH PODEJMOWANIE DECYZJI W BUDOWNICTWIE

A. DZIADOSZ¹, A. KOŃCZAK²

STRESZCZENIE

Produkcja budowlana charakteryzuje się silnym zróżnicowaniem. ze względu na wieloaspektowość zagadnień poszukuje się metod lub podejść, które wspomogą analizę danych oraz proces podejmowania decyzji w budownictwie. w celu usprawnienia procesu decyzyjnego możemy sięgnąć po dostępne, znane metody i techniki, dostarczające dodatkowe argumenty umożliwiające przyjęcie danego rozwiązania. w literaturze odnajdziemy zbiór metod w różnym zakresie wspomagających decydenta, mające w różnym stopniu rozbudowany aparat narzędziowy, wymagających odpowiedniego przygotowania danych wejściowych oraz spełnienia dodatkowych założeń. Celem artykułu jest ukazanie metod, które z powodzeniem mogą być stosowane w przedsiębiorstwach budowlanych dążąc do standaryzacji proces inwestycyjnego [3]. Niemniej jednak artykuł nie ukazuje całkowitego przekroju przez podejścia i techniki wspomagania podejmowania decyzji. Zaprezentowano jedynie przykłady wykorzystania stosunkowo przystępnych i czytelnych zrozumiałych metod podejmowania decyzji, które mogą usprawnić działania przedsiębiorstw i udoskonalic ich pracę w procesach budowlanych. Wiele metod opiera się na subiektywnych opiniach decydenta, co może wpływać na błąd oszacowania końcowego wyniku wynikający z warunków podejmowania decyzji: pewności, niepewności bądź ryzyka i preferencji samego decydenta. Stąd zauważalny jest trend w kierunku poszukiwania metod i technik w innych dziedzinach i branżach m.in. w ekonomii lub biologii (tj. sieci neuronowe). Podejmowane są próby łączenia różnych technik tworząc tzw. hybrydy [2]. w artykule skupiono uwagę na metodach stosunkowo przystępnych w wykorzystaniu, stanowiących doskonałe narzędzie

¹MSc., Eng., Poznan University of Technology, Institute of Structural Engineering, Piotrowo 5 Street, 60-965 Poznan, Poland, e-mail: agnieszka.dziadosz@put.poznan.pl

²MSc., Eng., Poznan University of Technology, Institute of Structural Engineering, Piotrowo 5 Street, 60-965 Poznan, Poland, e-mail: aneta.kończak@put.poznan.pl

wspomagające podejmowanie decyzji w przedsiębiorstwie np. przy ustaleniu strategii przetargowej, przy wyborze wykonawcy robót (drzewa decyzyjne) lub przy wyborze ostatecznego wariantu inwestowania bądź sposobu realizacji inwestycji budowlanej (drzewa decyzyjne). Zakres obszarów wykorzystania technik/metod jest zdecydowanie szerszy, mianowicie: Przedsiębiorstwo budowlane, Przedsięwzięcia budowlane, Materiałoznawstwo, Rynek budowlany, Ofertowanie/przetargi/zlecenia, Harmonogramowanie (planowanie w metodzie potokowej, łańcuch krytyczny, bufor czasu), Kosztorysowanie, Utrzymanie obiektów, eksploatacja (cykl życia obiektu, LCCA, zrównoważony rozwój), itp. Jako pierwsze omówiono metody wielokryterialnego podejmowania decyzji. Jak sama nazwa wskazuje jedną z podstawowych zalet metod wielokryterialnego podejmowania decyzji jest możliwość wyodrębnienia wielu kryteriów, niezależnie od charakteru danych. Są to jedne z nielicznych metod umożliwiające uwzględnienie w procesie podejmowania decyzji danych jakościowych, wyrażonych w postaci lingwistycznej do najpopularniejszych metod możemy zaliczyć: Promethee, Elektry, AHP, Copras-G itp. a także zbiory rozmyte. Metody te są wykorzystywane w różnych branżach i dziedzinach - głównie dzięki możliwości rozpatrywania zagadnienia selekcji wielowymiarowo przy uwzględnieniu jakościowych i ilościowych czynników odzwierciedlających wymagania samego decydenta. Podstawową zaletą jest to, że metody te dobrze odzwierciedlają naturę rozpatrywanego zjawiska, aczkolwiek wątpliwość budzi ich mała zdolność do wskazywania poprawnych wartości prognostycznych. Natomiast użyteczność drzew wynika z tego, że na jednym schemacie otrzymujemy zestawione wszystkie zdarzenia, jakie mogą zaistnieć w wyniku podjęcia poszczególnych decyzji i wystąpienia poszczególnych stanów. Drzewa decyzyjne jest to metoda nieparametryczna, szczególnie przydatna w problemach decyzyjnych z licznymi, rozgałęziającymi się wariantami. Jako ostatnie przedstawione zostało podejście Case-based reasoning (CBR). Należy do podejść z zakresu sztucznej inteligencji, celem którego jest nauczanie się i rozwiązywanie problemów z doświadczeń (między etapem wprowadzenia systemu reguł a uczeniem maszynowym). CBR składa się z bazy wiedzy zawierającej informacje z poprzednich, analogicznych przypadków i opierających się na precedensie. Oznacza to, że wykorzystanie CBR ma posłużyć umiejętności radzenia sobie w nowych sytuacjach, obiektywnemu i krytycznemu spojrzeniu na ową sytuację oraz możliwości jej zinterpretowania na podstawie poprzednich doświadczeń, jej zastosowanie zostało opisane w [1]. Wykorzystywanie informacji zaczerpniętej z bazy wiedzy jest proste i pozwala w łatwy sposób odnieść się do analogicznych przypadków z przeszłości. Reasumując charakter zaprezentowanych metod uniemożliwia ich wzajemne porównanie. Każda z metod cechuje się

odmiennym tokiem obliczeń, wymogami i założeniami jak również rodzajem problemu decyzyjnego. Natomiast każdą z nich możemy śmiało wykorzystać na każdym szczeblu decyzyjnym. Zauważalne jest to, że metody, które pozwalają uwzględnić w analizie zmienne jakościowe uzależnione są od subiektywnej oceny decydenta, aczkolwiek pozwalają rozpatrzeć problem wieloaspektowo. Stąd tak duża ich popularność, potwierdzona przytoczonymi w artykule publikacjami. Warto pamiętać, że nie zawsze duża precyzja wynikająca ze znacznego stopnia skomplikowania metody jest potrzebna. Niekiedy wystarczają nam tylko szacunkowe dane, zapewniające dodatkowe przesłanki do podjęcia określonej decyzji.

BIBLIOGRAFIA:

1. A. Aamodt, E. Plaza, "Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches", AI Communications. IOS Press, Vol. 7: 1, s. 39-59
2. M. Gajzler, Hybrydowy system doradczy dla napraw betonowych posadzek przemysłowych, rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska 2008
3. O. Kapliński, A. Dziadosz, J.L. Zioberski, An attempt of management process standardisation at the stage of planning and implementation of construction projects, Proc. 57th Annual Scientific Conference: scientific Problems of Civil Engineering, The Faculty of Civil and Environmental Engineering, Rzeszow University of Technology, Rzeszów – Krynica 2011, 18-22 September, 30-31

UŻYTECZNOŚĆ METOD MININGOWYCH W ANALIZIE ŹRÓDEŁ WIEDZY W BUDOWNICTWIE

M. GAJZLER¹

STRESZCZENIE

Metody miningowe są klasyfikowane jako metody akwizycji wiedzy wywodzące się z metod „knowledge discovery”. w zakresie tych metod występują odmiany: data oraz text mining. Artykuł staje przed próbą odpowiedzi na pytanie o ich użyteczność na potrzeby akwizycji wiedzy w budownictwie. Proces akwizycji wiedzy jest nieodzowny w aspekcie operowania systemami i narzędziami bazującymi na wiedzy. Stanowią one aktualnie podstawę narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji. Sformułowane w oparciu o analizę przypadków wnioski wskazują na przydatność tych technik, jednocześnie definiując pewne ograniczenia związane z ich stosowaniem. Elementem wniosków są metody redukcji ograniczeń, m.in. poprzez stosowanie podejścia hybrydowego w procesie akwizycji wiedzy. Przydatność metod analizy miningowej scharakteryzowano na trzech zagadnieniach: pierwsze dotyczy wyboru materiału budowlanego – zaprawy klejowej o wysokich właściwościach technicznych, a także znalezienia materiału alternatywnego. Drugie z zagadnień dotyczy problematyki wyboru lokalizacji kolejnych inwestycji mieszkaniowych przez przedsiębiorstwo deweloperskie na podstawie danych wynikających z wcześniejszych doświadczeń – lokalizacji, realizacji i sprzedaży nieruchomości mieszkaniowych. Trzecie zagadnienie dotyczy pozyskiwania wiedzy o zdarzeniach incydentalnych obiektach magazynowych aspekcie zarządzania technicznego. w przypadku pierwszego zagadnienia – wyboru materiału oraz rozwiązania alternatywnego wykorzystano metodykę text mining. w analizie oparto się na częściach opisowych kart technicznych materiałów różnych producentów o różnym poziomie wartości parametrów technicznych. Poprzez budowę reprezentacji ilościowej tekstu (macierze BOW – *Bag of Words* i kolejno jej symplifikacje) dotyczącego opisu materiałów, zastosowano metody grupowania (met. odległości euklidesowej), w celu wykazania podobieństw między materiałami w zakresie zastosowań i właściwości technicznych. Uzyskano w rezultacie wykres drzewa, w oparciu o który możliwy był wybór rozwiązań alternatywnych. Proces

¹ PhD., Eng., Poznan University of Technology, Institute of Structural Engineering, Ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznan, Poland, e-mail: marcin.gajzler@put.poznan.pl

wsparty był poprzez oprogramowanie Data Miner Statistica. w oparciu o przykład sformułowano wnioski o przydatności metody, ale i jednocześnie ograniczeniu zastosowania ze względu na wysokie prawdopodobieństwo utraty części danych i zanikowi ich kontekstu (dane ilościowe). Okazało się, że w trakcie obróbki tekstu występuje proces podziału słów i sprowadzenie ich do tzw. rdzenia. w procesie tym często dochodzi do rozdzielenia słów, w tym i rozdzielenia wartości liczbowych od kolejnych słów czy symboli. Prowadzi to do sytuacji, w której istotne dla budownictwa wartości parametrów ulegają zagubieniu czy tracą zupełnie kontekst i tym samym wartość dla problemu.

Kolejny przypadek analizy miningowej został zaprezentowany na bazie danych uzyskanych z przedsiębiorstw deweloperskich. Istotnym elementem warunkującym późniejszy efekt finansowy dla przedsiębiorstwa jest staranny wybór przyszłej lokalizacji inwestycji mieszkaniowej. w tym przypadku wykorzystano dane dotyczące wcześniej realizowanych inwestycji, gdzie czynnikami wejściowymi były określone odległości, natomiast poprzez realizację zakładanego planu sprzedażowego wskazywano na atrakcyjność lokalizacji. do analizy zastosowano metodyki data mining. Metody te są bardzo bogate jeśli uwzględnić możliwości modelowania zjawiska - od prostych statystyk po złożone modele inteligentne. Wybór dostępnych modeli podyktowany jest z reguły charakterem problemu, a także dostępną próbką danych. w analizowanym przypadku nie dysponowano liczebną próbką, aby zastosować bardziej zaawansowane metody. Wykorzystano analizę istotności cech wejściowych i ich wpływu na zmienną wyjściową „atrakcyjność” oraz dalej zbudowano przykładowe drzewo klasyfikacyjne. Wnioski płynące z analizy pokazują interesującą zależność, że to wcale nie cena jest czynnikiem decydującym. Bardzo istotną wagę przykładają się do czynnika związanego z oddziaływaniem akustycznym – hałasem, odległością od źródeł hałasu (ruchliwe arterie komunikacyjne, lotnisko). w aspekcie aktualnej sytuacji w Poznaniu, gdzie z rozwojem lotniska cywilnego (Ławica), a wcześniej wojskowego (Krzesiny) wprowadzono obszary ograniczonego użytkowania, wnioski te wykazują się aktualnością. Czynnikiem oddziaływania akustycznego był i jest często podnoszony w mediach w aspekcie roszczeń odszkodowawczych, co powoduje wzmożoną „czujność” potencjalnych klientów. w zakresie metodyki data mining wskazano na jej dostępność i łatwość, a także istotną efektywność w zakresie pozyskiwania wiedzy o zjawisku.

Trzecie zagadnienie związane z zarządzaniem technicznymi obiektami magazynowymi dotyczyło pozyskiwania wiedzy o zdarzeniach incydentalnych w obiekcie. Zdarzeniom tym zwykle towarzyszy adekwatne działanie naprawcze. Sytuacja taka stanowi przykład pozyskiwania wiedzy z obserwacji. Zastosowanie metod miningowych miało na celu

zautomatyzowanie tego procesu. Uwzględniając wnioski z wcześniejszych przypadków, a zwłaszcza utraty części danych i ich kontekstu przy obróbce text mining, opracowano wzór formularza – karty zgłoszenia zdarzenia. Kolejno wykorzystano ogólnodostępne techniki OCR (*Optical Character Recognition*) w celu digitalizacji dokumentów. Tak przygotowane dokumenty w wersji elektronicznej zostały poddane analizie miningowej.

Na podstawie przeanalizowanych przypadków trudne jest jednoznaczne określenie przydatności i użyteczności narzędzi miningowych w analizie dostępnych źródeł w budownictwie. z jednej strony techniki te stosunkowo dobrze i szybko poradziły sobie z dużą ilością dokumentów tekstowych, z drugiej strony istnieje uzasadniona obawa, że dane pozatekstowe ulegają rozmyciu, pozbawienia kontekstu i finalnie usunięciu z analizy. Pewnym środkiem zaradczym jest uprzednie umyślne opracowanie formularzy w taki sposób, aby albo minimalizować udział wartości pozatekstowych lub spowodować rozdział tych wartości od danych tekstowych, tak aby możliwe było przeprowadzenie odrębnych analiz. w odniesieniu do technik data mining można wskazać na przydatność wysoką użyteczność tej techniki, a zwłaszcza w analizie dużej liczby danych i zestawień liczbowych. Zgodnie z ideą data mining nawet „wyeksploatowane” dane dają szansę poznania nowych zależności i wiedzy. Przeanalizowane przykłady są tego dowodem. Reasumując i odpowiadając tezie o przydatności metod miningowych należy się jednak skłonić ku jej potwierdzeniu. Metody te są przydatne i warte stosowania z tym, że należy się liczyć z pewnymi ograniczeniami. Środkiem zaradczym jest wspomniane przygotowywanie pewnych szablonów i formularzy lub też stosowanie podejścia hybrydowego w procesach akwizycji wiedzy, gdzie równoległe z metodami miningowymi stosowane będą inne podejścia akwizycyjne, nawet choćby klasyczne.

ANALIZA STANU WYPADKOWOŚCI W BUDOWNICTWIE W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

B. HOŁA¹, M. SZÓSTAK²

STRESZCZENIE

Dane statystyczne publikowane przez Urząd statystyczny Unii Europejskiej, a także informacje zawarte w licznych publikacjach są podstawą stwierdzenia, że budownictwo w porównaniu do pozostałych sekcji gospodarki narodowej charakteryzuje się wysokim poziomem zagrożeń dla życia i zdrowia człowieka oraz wysoką wypadkowością. w ocenie stanu bezpieczeństwa w poszczególnych państwach świata, sekcjach gospodarki narodowej oraz przedsiębiorstwach, ważną rolę odgrywają statystyki wypadków przy pracy.

Przedmiotem artykułu jest analiza i ocena wypadkowości w wybranych krajach Unii Europejskiej. na podstawie dostępnych danych statystycznych, przeprowadzono analizę wypadkowości w poszczególnych sekcjach gospodarki Unii Europejskiej. Celem tej analizy było określenie pozycji budownictwa w rankingu wszystkich sekcji. Następnie opracowano ranking państw pod względem wypadkowości w budownictwie. Dla wybranych reprezentatywnych państw przeprowadzono analizę zmian wartości wskaźników charakteryzujących wypadkowość w budownictwie oraz sformułowano wnioski wynikające z przeprowadzonych badań

Badania podzielono na trzy etapy, a mianowicie:

- Etap pierwszy polegał na umiejscowieniu budownictwa pod względem wypadkowości wśród wszystkich sekcji gospodarki całej Wspólnoty. Gospodarka Unii Europejskiej i państw członkowskich podzielona jest na 19 sekcji. Badania przeprowadzono dla danych statystycznych uzyskanych dla 2012 roku.

¹ Ph.D. D.Sc. Eng. Prof. WUT, Wrocław University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Pl. Grunwaldzki 11, 50-377 Wrocław, e-mail: bozena.hola@pwr.edu.pl

² M.Sc. Eng., Wrocław University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Pl. Grunwaldzki 11, 50-377 Wrocław, e-mail: mariusz.szostak@pwr.edu.pl

- Etap drugi polegał na uszeregowaniu 27 państw członkowskich Unii Europejskiej pod względem wypadkowości w budownictwie. Badania przeprowadzono dla danych statystycznych pozyskanych dla 2012 roku.
- Etap trzeci polegał na zbudowaniu modeli tendencji wypadkowej w budownictwie dla państw reprezentatywnych wybranych ze zbioru EU27. Przedział czasu objęty badaniem obejmował lata od 2008 do 2012 roku. ze zbioru państw członkowskich wybrano państwa, które przystąpiły do UE w 2004 r. Wypadkowość w wybranych państwach przedstawiono na tle wypadkowości w EU27.

Przedstawione w artykule wyniki badań i analiz pozwalają na sformułowanie następujących wniosków dotyczących zjawiska wypadkowości w budownictwie krajów stowarzyszonych w Unii Europejskiej:

- Dane statystyczne dotyczące wypadków przy pracy są podstawą stwierdzenia, że budownictwo jest jedną z bardziej wypadkogennych sekcji gospodarki w Unii Europejskiej. Liczba wypadków przy pracy skutkujących więcej niż trzema dniami absencji w pracy, wynosząca 418 693 osób poszkodowanych w 2012 roku, stawia budownictwo na drugim miejscu wśród najbardziej wypadkogennych sekcji.
- Liczba osób poszkodowanych w wypadkach przy pracy w budownictwie nie jest wielkością miarodajną do oceny wypadkowości. w ocenie sytuacji wypadkowej przydatne są wskaźniki częstości wypadków przedstawiające liczbę osób poszkodowanych na każde 100 tys. osób zatrudnionych. i tak, wskaźnik częstości wypadków, które spowodowały więcej niż 3 dni nieobecności w pracy usytuował budownictwo na pierwszym miejscu, natomiast wskaźnik częstości wypadków śmiertelnych usytuował budownictwo na drugim miejscu wśród wszystkich sekcji gospodarki EU27.
- Analizując wypadkowość w poszczególnych krajach Unii Europejskiej oraz miejsce Polski w tym rankingu można stwierdzić, że:
 - pod względem liczby osób poszkodowanych w wypadkach przy pracy skutkujących więcej niż trzema dniami absencji w pracy, które zdarzyły się w 2012 roku w całej gospodarce, Polska plasuje się na 10 miejscu wśród wszystkich państw EU27.
 - pod względem liczby osób poszkodowanych w wypadkach przy pracy skutkujących więcej niż trzema dniami absencji w pracy które zdarzyły się

w 2012 roku w budownictwie, Polska plasuje się na 11 miejscu wśród wszystkich państw EU27.

- największą liczbę osób poszkodowanych w takich wypadkach odnotowano w Niemczech, a najmniejszą na Łotwie.
- Pod względem wskaźnika częstości wypadków przy pracy powodujących więcej niż 3 dni nieobecności w pracy, które zdarzyły się w 2012 roku w budownictwie, Polska plasuje się na korzystnym 22 miejscu, natomiast pod względem wskaźnika częstości wypadków śmiertelnych w roku 2012 w budownictwie, Polska plasuje się na mniej korzystnym 12 miejscu w rankingu państw EU27.
- Analizując zmiany wartości wskaźników częstości wypadków w przedziale czasu obejmującego lata od 2008 roku do 2012 roku należy stwierdzić, że wskaźnik częstości wypadków skutkujących więcej niż trzema dniami absencji w pracy dla Polski, Estonii, Republiki Czeskiej i Litwy wykazuje tendencję spadkową. Wartości tego wskaźnika w całym badanym przedziale czasu są niższe od wartości uzyskanej dla wszystkich krajów EU27. Wskaźnik częstości wypadków śmiertelnych dla Polski, Republiki Czeskiej i Estonii wykazuje również korzystną tendencję malejącą natomiast wskaźnik ten dla Litwy wykazuje niekorzystną tendencję rosnącą. Należy jednak zauważyć, że badany przedział czasu jest zbyt krótki, aby można było zauważyć trwałą tendencję w rozwoju badanych zjawisk.

WYBÓR WARIANTU TECHNOLOGICZNEGO REALIZACJI PROCESÓW BUDOWLANYCH Z ZASTOSOWANIEM ROZMYTEJ RELACJI PREFERENCJI

N. IBADOV¹, J. ROSŁON²

STRESZCZENIE

Na etapie projektowania architektoniczno-budowlanego zakłada się rodzaj technologii wykonania obiektu budowlanego. Opracowane rozwiązania projektowe w zasadzie przedstawiają w jakiej technologii dany obiekt zostanie realizowany. Informacje te w dużej mierze zawarte są w opisie technicznym obiektu budowlanego. Tym czasem wiadomo, że ekonomiczną efektywność oraz jakościowe i ilościowe wskaźniki projektowanych i realizowanych obiektów, określa się przy założeniu właściwej technologii prowadzenia robót (procesów) budowlanych. w praktyce budowlanej w dużej mierze technologię wybiera się w oparciu o doświadczenie, intuicję lub też w oparciu o „modę” budowania, jeśli oczywiście zamawiający z góry nie narzuci rodzaju technologii.

W celu uzyskania racjonalnych i akceptowalnych wskaźników techniczno-ekonomicznych należy jeszcze na etapie projektowania dokonać wyboru właściwej technologii wykonania robót budowlanych spośród istniejących, dostępnych w danym ryku alternatywnych rodzajów technologii. Wymaga to doboru odpowiednich kryteriów oceny, określające cechy charakterystyczne danej technologii [5]. a następnie przeprowadzenia analizy (oceny) porównawczej alternatywnych rozwiązań technologicznych i wybrania najbardziej optymalnego wariantu wykonania robót.

W praktyce najczęściej ogranicza się do oceny czasowej i kosztowej. w tym zakresie optymalne rozwiązanie technologiczne to to, które charakteryzuje się najkorzystniejszym wskaźnikiem kosztu i/lub czasu realizacji. Tymczasem procesy technologiczne mają zazwyczaj strukturę o różnej złożoności. Złożoność ta wymaga powierzenia ich wykonanie

¹ PhD., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: n.ibadov@il.pw.edu.pl

² MSc., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: j.roslon@il.pw.edu.pl

specjalistycznym brygadam roboczym, wyposażonym w odpowiedni sprzęt. Stopień złożoności technologicznej może powodować dodatkowe czynniki zakłócające w zakresie synchronizacji robót poszczególnych specjalności, utrudniać płynnej organizacji robót itd. Fakt ten może powodować, wydłużenie planowanych czasów realizacji poszczególnych robót i zwiększenie kosztów produkcji.

W związku z czym, zdaniem autorów zasadne jest uwzględnienie oprócz czasowo kosztowych charakterystyk rozważanych technologii jeszcze dodatkowych kryteriów, maksymalnie uwzględniające priorytety danej sytuacji decyzyjnej. Może to być ogólnie sformułowane kryterium złożoności technologicznej w zakresie którym w zależności od sytuacji decyzyjnej należy uwzględniać aspekty czysto techniczne jak i rynkowe, a mianowicie: stopień trudności wykonania robót w danej technologii, dostępność materiałów zastosowanych w danej technologii, dostępność wykwalifikowanych specjalistów w zakresie wybranej technologii, dostępność potrzebnych maszyn i urządzeń w danej technologii, stopień trudności organizacji robót w danej technologii itd. Uwzględnienie w analizie (ocenie) porównawczej wiele kryteriów utrudnia podejmowanie decyzji obiektywnie optymalnych [2], [8]. w celu ułatwiania podejmowania decyzji, autorzy proponują zastosować relację rozmytą. Zwłaszcza, że lingwistycznie określenie używane do porównań „lepsze” oraz kryteria jakościowe (w naszym przypadku kryterium „złożoność technologiczna”) są z natury pojęciami rozmytymi [1], [3], [6]. Artykuł zawiera opis podstawowych właściwości oraz działań zbiorach rozmytych, bazujący na uznanych publikacjach [7], [9], [10].

Założmy, że na zbiorze alternatyw (technologii wykonania robót budowlanych), ustalone są rozmyte relacje preferencji z odpowiednimi funkcjami przynależności oraz wagi odpowiednich relacji, wynikające z ważności kryteriów oceny. w celu rozwiązania problemu, należy wybrać najlepszą alternatywę ze zbioru.

Rozwiązania takiego zadania dokonujemy według poniższego postępowania [2], [4], [6]:

1. Tworzymy macierze poszczególnych relacji R_1, R_2, R_3 (dla każdego kryterium) z odpowiednimi funkcjami przynależności.
2. Tworzymy rozmytą relację P_1 będącą przecięciem poszczególnych relacji R_1, R_2, R_3 .
3. Określamy podzbiór niezdominowanych alternatyw x_i w zbiorze $\{X, P_1\}$.
4. Tworzymy macierz rozmytej relacji P_2 z uwzględnieniem wag kryteriów.
5. Określamy podzbiór niezdominowanych alternatyw x_i w zbiorze $\{X, P_2\}$.
6. Znajdujemy przecięcie funkcji przynależności.

7. Dokonujemy wyboru najlepszej alternatywy (najbardziej racjonalnej według przyjętej zasady oceny i ważności kryteriów).

Artykuł zawiera szczegółowy opis algorytmu, wraz z zapisem matematycznym oraz przykładem obliczeniowym.

W opisanym przykładzie firma budowlana potrzebuje wybrać technologie realizacji podstawowych robót budowlanych. Stosuje przy tym następujące kryteria:

- K_1 - kryterium kosztu wykonania w technologii x_i w przeliczeniu na jednostkową ilość roboty;
- K_2 - czas trwania (pracochłonność) wykonania robót w technologii x_i jednostkowej ilości robót;
- K_3 - złożoność technologiczna realizacji robót w wybranej technologii x_i .

Wszystkie kryteria są przedstawione odpowiednim zbiorem rozmytym (na przykład: złożoność technologiczna = {niska, średnia, wysoka}) i opisane odpowiednią funkcją przynależności. Zastosowanie zaproponowanego algorytmu pozwala na w mniejszym lub większym stopniu uwzględnienie niepewności istniejącej na etapie projektowania co do zakresu ewentualnych zagrożeń w procesie realizacji danej roboty. z kolei niepewność ta nie ma stochastycznego charakteru. Dlatego też zastosowanie elementów teorii zbiorów rozmytych jest dobrym sposobem rozwiązania tego problemu. Kolejnym istotnym elementem jest to, że na etapie projektowania z uwagi na dużą niepewność, decydent może nie mieć ściśle określonych preferencji. w takiej sytuacji, zastosowanie rozmytej relacji preferencji do wyboru wariantów jest lepszym sposobem pozwalającym sformalizować i opisać sytuację decyzyjną.

Proponowana w artykule metoda pozwala na wybór najbardziej racjonalnego wariantu wykonania robót (procesów) budowlanych przy ustalonych rodzajach i wagach kryteriów oceny. Metoda ta jednocześnie pozwala stworzyć preferencje na podstawie stopnia niezdominowalności wariantów, co ilustruje jak silnie kolejne warianty różnią się od siebie. ma to duże znaczenie w przypadku konieczności wyboru następnego wariantu.

BIBLIOGRAFIA:

1. N. Ibadov, "Fuzzy estimation of activities duration in construction projects", Archives of Civil Engineering. Vol. LXI, ISSUE 2/2015, pp. 23-34.
2. N. Ibadov, "Contractor selection for construction project, with the use of fuzzy preference relation", XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil

- Engineering, Published by Elsevier Ltd. Procedia Engineering 111 (2015) pp. 317 – 323.
3. N. Ibadov, J. Kulejewski, “Wybór dostawcy w realizacji przedsięwzięcia budowlanego przy nieprecyzyjnie określonych kryteriach oceny”, Logistyka (ISSN 1231-5478), nr 3/2014, str. 2384-2388.
 4. N. Ibadov, “Wielokryterialny wybór wariantów wykonania przedsięwzięć budowlanych na podstawie rozmytej relacji preferencji”. Logistyka 6/2014, Pełny tekst na CD3 str. 4564-4569.
 5. N. Ibadov, “Wybór wariantu przedsięwzięcia budowlanego przy rozmytym modelowaniu ryzyka technologiczno-organizacyjnego”. “Theoretical Foundations of Civil Engineering” Polish - Ukrainian Transactions, vol.21, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2013, str. 405-412.
 6. N. Ibadov, “Wybór dostawcy w przedsięwzięciach budowlanych na podstawie rozmytej relacji preferencji”, Logistyka 3/2015, Pełny tekst na CD1 str. 1823-1829.
 7. J. Kasprzyk, “Zbiory rozmyte w analizie systemowej”, PWN, Warszawa 1986.
 8. M. Książek, P. Nowak, S. Kivrak, J. Rosłon, L. Ustinovichius, “Computer-aided decision-making in construction project development“, Journal of Civil Engineering and Management, 2015, vol. 21 (2), pages: 248-259, ISSN 1392-3730.
 9. S.A. Orlovsky, “Decision making under fuzzy initial information”, Moscow “ Nauka”. Home Edition of Physical and Mathematical literature, Moscow 1981. (in Russian).
 10. L.A. Zadeh, “Fuzzy Sets”, Information and Control, 1965, vol. 8. pp. 338-353.

ODPADOWE PYŁY MINERALNE JAKO SKŁADNIKI KOMPOZYTÓW POLIMEROWO-CEMENTOWYCH

B. JAWORSKA¹, J. J. SOKOŁOWSKA², P. ŁUKOWSKI³, J. JAWORSKI⁴

STRESZCZENIE

Przedmiotem badań było określenie wpływu zawartości odpadowych pyłów mineralnych na wybrane właściwości mechaniczne kompozytów polimerowo-cementowych. Szukanie nowych sposobów na zagospodarowanie odpadów mineralnych stanowi element strategii zrównoważonego rozwoju w budownictwie. Wprowadzenie odpadów przemysłowych do materiałów budowlanych pozwala zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych wydzielających się podczas produkcji cementu czy betonu. Jako przedmiot badań przyjęto polimerowo-cementowe zaprawy, zawierające kopolimer styrenowo-akrylowy, modyfikowane odpadowym pyłem perlitowym (uboczny produkt procesu ekspansji perlitu), oraz produktem ubocznym spalania węgla brunatnego, popiołem lotnym wapiennym. Zawartość odpadowych pyłów mineralnych zmieniała się w przedziale 5-25% masy cementu. Badano wytrzymałość na zginanie i ściskanie zapraw po 28 i 90 dniach dojrzewania próbek w warunkach mieszanych, wodno-powietrznych. Zastosowano taki sposób przechowywania próbek, aby zapewnić odpowiednie warunki dla hydratacji cementu (warunki mokre), przy jednoczesnych odpowiednich warunkach do uformowania ciągłej błony polimerowej (warunki suche). Zbadano również powierzchnię właściwą i uziarnienie wybranych dodatków mineralnych. Wyniki badań granulometrycznych dla popiołu lotnego wapiennego oraz odpadowego pyłu perlitowego porównano z wynikami dla metakaolinitu, jednego z najefektywniejszych dodatków mineralnych do betonu. Analiza granulometryczna wykazała, że największymi rozmiarami ziaren charakteryzował się popiół lotny wapienny, który jako jedyny posiadał ziarna przekraczające 67 μm . Odpadowy pył perlitowy charakteryzowały ziarna o średnim rozmiarze zbliżonym do rozmiaru ziaren metakaolinitu,

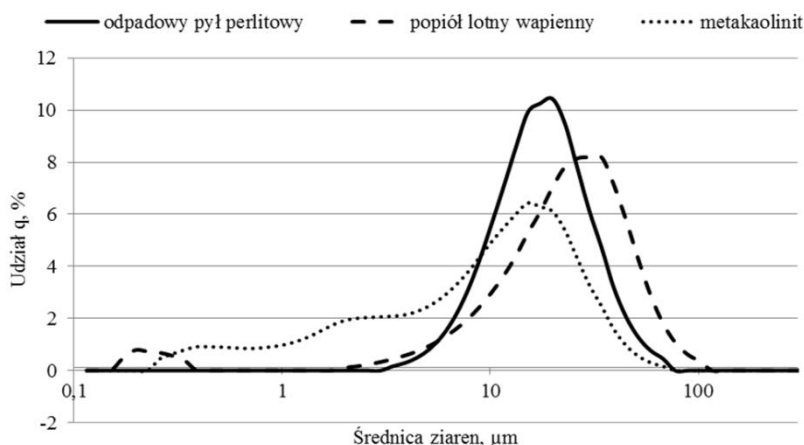
¹ MSc., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: b.jaworska@il.pw.edu.pl

² DSc., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: j.sokolowska@il.pw.edu.pl

³ Prof., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: p.lukowski@il.pw.edu.pl

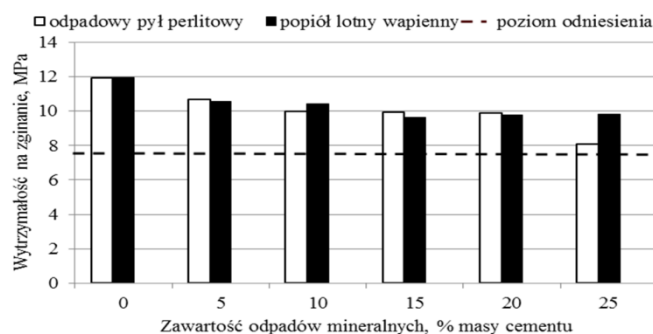
⁴ MSc., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: j.jaworski2@il.pw.edu.pl

ale ich powierzchnia właściwa była prawie 5 razy mniejsza. Wszystkie badane dodatki mineralne posiadały ziarna o średnicy z przedziału $4\ \mu\text{m} \div 45\ \mu\text{m}$ (Rys. 1), przez co spełniają rolę mikrowypełniacza pustych przestrzeni między ziarnami cementu, jednak zwiększona porowatość odpadowego pyłu perlitowego, czy występowanie ziaren popiołu lotnego wapiennego o rozmiarach większych od $45\ \mu\text{m}$, wpływają na pogorszenie urabialności mieszanek polimerowo-cementowych.

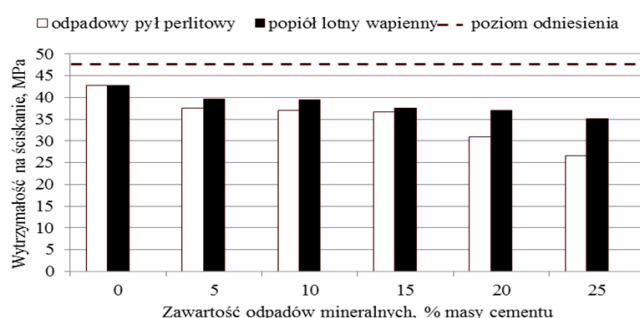


Rys. 1. Krzywe granulometryczne badanych dodatków mineralnych

Wartości wytrzymałości na zginanie kompozytów polimerowo-cementowych modyfikowanych odpadami mineralnymi zarówno po 28 dniach dojrzewania, jak i po 90 dniach, przyjmowały wyższe wartości od zaprawy normowej, niemniej zaobserwowano obniżenie wytrzymałości kompozytów już po dodaniu 5% odpadów. Dalsze zwiększanie zawartości odpadowych pyłów mineralnych nie wpłynęło znacząco na wytrzymałość na zginanie kompozytów polimerowo-cementowych. Wyjątek stanowi 25% (względem masy cementu) zawartość odpadowego pyłu perlitowego, która spowodowała obniżenie wytrzymałości na zginanie zawierających ten odpad kompozytów, osiągając tym samym wartości zbliżone do wytrzymałości na zginanie zaprawy normowej (Rys. 2). w przypadku wytrzymałości na ściskanie, wszystkie modyfikowane odpadami kompozyty polimerowo-cementowe przyjmowały niższe wartości wytrzymałości w porównaniu do zaprawy normowej. Większy wpływ na wytrzymałość na ściskanie zaobserwowano dla kompozytów modyfikowanych odpadowym pyłem perlitowym (Rys. 3).



Rys. 2. Wytrzymałość na zginanie kompozytów polimerowo-cementowych, zawierających 20% polimeru, modyfikowanych mineralnymi pyłami odpadowymi po 28 dniach dojrzewania (porównane z zaprawą normową niemodyfikowaną odpadami mineralnymi – poziom odniesienia).



Rys. 3. Wytrzymałość na ściskanie kompozytów polimerowo-cementowych, zawierających 20% polimeru, modyfikowanych mineralnymi pyłami odpadowymi po 28 dniach dojrzewania (porównane z zaprawą normową niemodyfikowaną odpadami mineralnymi – poziom odniesienia).

W najgorszym przypadku, zastąpienie 25% cementu odpadowym pyłem perlitowym spowodowało 33% spadek wytrzymałości na zginanie i 41% spadek wytrzymałości na ściskanie kompozytów badanych po 28 dniach. Mniejsze pogorszenie odnotowano w przypadku kompozytów zawierających popiół lotny wapienny (odpowiednio 17% i 20%), co może być spowodowane lepszą morfologią popiołów lotnych, w porównaniu do odpadowego pyłu perlitowego. Zaprojektowane kompozyty, zawierające do 25% odpadów mineralnych, charakteryzowały się niższymi wartościami wytrzymałości na ściskanie, ale za to większymi (lub zbliżonymi - 25% odpadowego pyłu perlitowego) wartościami wytrzymałości na zginanie, w porównaniu do zaprawy normowej. Analiza statystyczna przeprowadzonych badań pozwoliła na określenie optymalnej ilości odpadowego pyłu perlitowego, oraz przedziału zawartości dla popiołu lotnego wapiennego. na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że możliwe jest racjonalne zastosowanie odpadowego pyłu perlitowego i popiołu lotnego wapiennego, jako składników budowlanych kompozytów polimerowo-cementowych.

ANALIZA NIEWIELKICH DZIAŁEK BUDOWLANYCH NA OBSZARACH O DUŻEJ GĘSTOŚCI ZABUDOWY

K. KACZOREK¹

STRESZCZENIE

Autor, w swojej pracy naukowo-badawczej, stara się opracować procedurę, która usprawniałaby zarządzanie stosunkowo niewielkim placem budowy. Jest to zagadnienie o tyle skomplikowane, że w związku z małą działką, kierujący budową dysponuje niewielką powierzchnią składowania lub czasami w ogóle takowej nie posiada do swojej dyspozycji. w tym artykule autor analizuje czynniki powodujące powstawanie wspomnianych wyżej placów budowy w dużych ośrodkach miejskich na terenie Polski. w oparciu o pozyskane dane statystyczne oraz historyczne autor formułuje wnioski, które potwierdzają nasilanie się zjawiska, jakim jest praca na stosunkowo niewielkich placach budowy. Dzięki potwierdzeniu faktu zwiększania liczby niewielkich działek budowlanych położonych w stosunkowo gęstej zabudowie, autor otrzymuje informację zwrotną potwierdzającą celowość jego pracy nad procedurą usprawniającą zarządzanie niewielkim placem budowy.

Niewielkie place budowy, a co za tym idzie, małe lub znikome powierzchnie składowania będą wynikały w związku z dwiema równoległe zaistniałymi okolicznościami, a mianowicie niewielkimi rozmiarami samej działki budowlanej oraz braku możliwości składowania materiałów na działkach sąsiednich. w Polsce aktualnie powstaje coraz więcej tego typu obszarów pod budowy, co ma związek z poniższymi faktami:

- eksploatowanych jest wiele obiektów, których okres eksploatacji się zakończył lub za chwilę dobiegnie końca. co więcej, ich zły stan techniczny jest realnym zagrożeniem dla użytkowników. Rozbierane lub wyburzane obiekty, z reguły, znajdują się w gęstej zabudowie, co znacznie ogranicza możliwości składowania na działkach przyległych – pozostaje jedynie działka, na której wykonana została rozbiórka;

¹ PhD., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: k.kaczorek@il.pw.edu.pl

- ceny działek w atrakcyjnych lokalizacjach (zazwyczaj położonych blisko centrum) w dużych miastach osiągają bardzo wysoki poziom. z tego powodu często uzasadnione ekonomicznie jest rozebranie istniejącej konstrukcji i w jej miejscu postawienie nowej. w tym przypadku również często będzie występował problem ze składowaniem materiałów na sąsiednich działkach.

Jednym z głównych powodów odzyskiwania gruntów budowlanych po rozebranych obiektach jest stale rosnąca cena działek. w celu potwierdzenia tych trendów w ostatnich latach, autor porównał średnie ceny działek w pięciu głównych polskich ośrodkach miejskich: Warszawie, Krakowie, Wrocławiu, Gdańsku oraz Poznaniu. Analiza wykazała, że działki w atrakcyjnych miejscach w dużych miastach stają się coraz trudniej dostępne, co generuje potrzebę brania pod uwagę możliwość rozbiórki starych obiektów i w ich miejscu wznoszenia nowych konstrukcji. Całość na, z reguły, niewielkiej działce, otoczonej przez zagospodarowane i eksploatowane działki sąsiadujące.

Aktualnie w Polsce coraz większa liczba użytkowanych obiektów osiąga stan techniczny kwalifikujący je do wyburzenia lub rozbiórki. [1] są to, z reguły, obiekty z okresu wczesno powojennego, które nie zawsze były wznoszone z nastawianiem na uzyskanie budynku o możliwie wysokich parametrach technicznych przekładających się na jego trwałość. Jeśli obiekty nie zostaną w porę wzmocnione, rozebrane lub wyburzone, mogą być powodem zaistnienia katastrofy budowlanej. Skalę zjawiska ukazuje Raport Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego opublikowany 17go marca 2014go roku, dotyczący katastrof budowlanych w 2013tym roku. w oparciu o tenże raport, autor wyciągnął następujące wnioski:

- zdecydowana większość (82,17%) katastrof budowlanych dotyczyła eksploatowanych obiektów. Katastrofy wynikały ze złego stanu technicznego obiektu a ten, z reguły, spowodowany był niewłaściwą lub długotrwałą eksploatacją.

- nieco ponad połowa (50,58%) katastrof budowlanych dotyczyła obiektów o czasie eksploatacji ponad 50 lat. Oznacza to, że obiekty masowo budowane w latach pięćdziesiątych oraz sześćdziesiątych poprzedniego stulecia osiągnęły stan, które często kwalifikuje je do poważnego wzmocnienia lub rozbiórki. Jeśli następuje ta druga opcja, to zwolniona zostaje działka budowlana, najczęściej, położona w otoczeniu gęstej zabudowy.

Druga okoliczność, która prowadzi do pracy na małej działce budowlanej o niewielkim składowisku, to celowe rozebranie istniejącego obiektu w celu uzyskania obszaru pod nową inwestycję. Inwestor, po dokonaniu stosownych analiz, jest w stanie oszacować, że w celu pozyskania działki w atrakcyjnej lokalizacji bardziej uzasadnione będzie nabycie działki z obiektem i poniesienie kosztów jego rozbiórki, niż zakup samej działki w gorszej

lokalizacji. Również często dochodzi do sytuacji, że nabycie działki już zabudowanej jest jedynym sposobem na pozyskanie danego gruntu. co więcej, aktualnemu właścicielowi istniejącego obiektu często opłaca się sprzedać obiekt z działką i otrzymane w ten sposób środki ponownie zainwestować. Dobra lokalizacja ma przełożenie na łatwiejsze pozyskanie najemców, chociażby powierzchni biurowych o czym pisze dr Krzysztof Celka w swoim artykule „Preferencje najemców na rynku nieruchomości biurowych”. Następnie autor przedstawia trzy studia przypadków ukazujące przytoczoną sytuację.

Po przeanalizowaniu przedstawionych w pracy danych należy stwierdzić, że:

- W Polsce coraz więcej obiektów osiąga swój koniec eksploatacji. Przekłada się to na konieczność rozbiórki obiektów często położonych w gęstej zabudowie.
- Właściciele obiektów w atrakcyjnych lokalizacjach coraz częściej decydują się na sprzedaż tychże obiektów, nawet w dobrym stanie technicznym, w celu zgromadzenia kapitału.
- Ceny działek budowlanych w dużych miastach stale rosną lub utrzymują się na już osiągniętym wysokim poziomie.
- Inwestorzy są skłonni kupować istniejące obiekty w atrakcyjnej lokalizacji jedynie po to, aby dokonać ich rozbiórki i wznieść nowy budynek.
- Pod hasłem „atrakcyjna lokalizacja”, z reguły, kryje się obszar położony w centrum miasta. Najczęściej wiąże się to z niewielką działką oraz otaczającą gęstą zabudową.

Wszystkie powyższe stwierdzenia jednoznacznie wskazują na konieczność większego zainteresowania problemem racjonalnego zarządzania niewielkim placem budowy. Autor rozwinie ten temat w swojej przyszłej pracy naukowo-badawczej.

BIBLIOGRAFIA:

1. Nabi Ibadov, Hubert Jerzy Anysz „Ustalenie stopnia zużycia technicznych obiektów budowlanych w zarządzaniu nieruchomościami”, TTS Technika Transportu Szynowego, ISSN 1232-3829 nr 10, 2013.

WPLYW REGRANULATU POLISTYRENU WYSOKOUDAROWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE AUTOKLAWIZOWANEGO BETONU KOMÓRKOWEGO

S. KAPAŁA¹, R. DACHOWSKI²

STRESZCZENIE

Autoklawizowany beton komórkowy (ABK) jest jednym z najbardziej powszechnych materiałów budowlanych stosowanych w Polsce. Według danych z 2012 r. udział ABK na polskim rynku wynosi ok. 40% wszystkich materiałów wykorzystywanych do wznoszenia ścian. Materiał ten charakteryzuje się dość wysoką wytrzymałością na ściskanie (1,5 - 7 MPa) przy małej gęstości objętościowej (300-1000 kg/m³) oraz wysoką izolacyjnością cieplną wpływającą na oszczędność energii podczas eksploatacji obiektu wykonanego z ABK. Materiał otrzymany z rozbiórki może być ponownie zastosowany lub przetworzony. Autoklawizowany beton komórkowy jest produktem powstałym z naturalnie występujących materiałów. Otrzymywany jest on z połączenia spoiw hydraulicznych i powietrznych (cement i/lub wapno), drobnoziarnistych materiałów na bazie krzemionki, wody oraz środków porotwórczych i ewentualnie dodatków poprawiających właściwości reologiczne masy. Współczesny proces wytwarzania ABK jest bezodpadowy, bezpieczny dla organizmów żywych i środowiska. W porównaniu do wytwarzania innych materiałów budowlanych charakteryzuje się małym zużyciem surowców oraz energii. Powyższe cechy autoklawizowanego betonu komórkowego powodują, iż materiał ten wpisuje się w konwencję zrównoważonego rozwoju.

Pomimo niewątpliwych zalet aktualnie prowadzone są badania mające na celu znalezienie nowych udoskonaleń autoklawizowanego betonu komórkowego. Poszukuje się rozwiązań poprawiających zarówno funkcję konstrukcyjną, jak i właściwości fizyko-mechaniczne ABK. Ulepszanie tych parametrów możliwe jest m.in. w wyniku modyfikacji składu

¹ Mgr inż., Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury, Al. 1000-lecia PP 7, 25-314 Kielce, email: skapala@tu.kielce.pl

² Dr hab. inż., Prof. PŚk, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury, Al. 1000-lecia PP 7, 25-314 Kielce, email: tobrd@tu.kielce.pl

autoklawizowanego betonu komórkowego. Poprzez zastosowanie dodatków możliwe jest zwiększenie gęstości objętościowej ABK, które zazwyczaj powiązane jest z podwyższeniem wytrzymałości na ściskanie. Drugim kierunkiem badań jest ograniczenie absorpcji wody przy zastosowaniu wybranego dodatku.

Wstępne wyniki pokazują widoczną, choć niewielką poprawę głównych właściwości betonu komórkowego. Wyznacza to tym samym kierunek dalszych badań oraz daje sygnał do podjęcia optymalnych środków zmierzających do kolejnych badań i modyfikacji składu autoklawizowanego betonu komórkowego.

BIBLIOGRAFIA:

1. Cox J., Promowanie rozwiązań ACC w zakresie wyzwań związanych ze zrównoważonym budownictwem w Europie, 5 Międzynarodowa Konferencja dotycząca Autoklawizowanego Betonu Komórkowego "Zapewnienie zrównoważonego rozwoju" Bydgoszcz 2011, s 22-23.
2. Pielichowski J., Puszyński A., Chemia polimerów, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne TEZA, Kraków 2004.
3. PN-EN 771-4:2012 Wymagania dotyczące elementów murowych - Część 4: Elementy murowe z autoklawizowanego betonu komórkowego.
4. PN-EN 772-11:2011 Metody badań elementów murowych - Część 11: Określenie absorpcji wody elementów murowych z betonu kruszywowego, kamienia sztucznego i kamienia naturalnego spowodowanej podciąganiem kapilarnym oraz początkowej absorpcji wody elementów murowych ceramicznych.
5. Zapotoczna-Sytek G., Balkovic S., Autoklawizowany beton komórkowy. Technologia, właściwości, zastosowanie, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.

MIARA PRAWDOPODOBNA I ROZMYTA ROBÓT NIEPRZEWIDZIANYCH W BUDOWNICTWIE

J. KONIOR¹

STRESZCZENIE

Szacując prawdopodobieństwo wystąpienia w przedsięwzięciu budowlanym zamiennych lub dodatkowych robót budowlanych stosuje się - oprócz kryteriów niemierzalnych (jakościowych) - kryteria mierzalne (ilościowe) wyrażone w analizie przepływu środków finansowych w czasie realizacji przedsięwzięcia budowlanego. w kontraktach inżynierskich powykonawczych zdarzenie losowe określone jako nieprzewidziana robota budowlana ma charakter losowy i występuje z określonym prawdopodobieństwem: w kontraktach ryczałtowych natomiast takie zdarzenie losowe ma charakter rozmyty i jego występowanie jest określone liniowo funkcją przynależności do zbioru zdarzeń rozmytych tożsamych z nieprzewidzianymi. Dążenie do ilościowego ujęcia kryteriów z natury uchodzących za jakościowe i chęć wyznaczenia panujących między nimi relacji, doprowadziło do spojrzenia na zagadnienie w kategoriach zbiorów rozmytych jako pochodną ujęcia probabilistycznego. Ich właściwości dają możliwość opisania nieprzewidzianych - zamiennych i dodatkowych - robót budowlanych w jednoznacznym aspekcie ilościowym.

Pojawianie się na etapie realizacji obiektu budowlanego robót nieprzewidzianych w fazie przygotowania inwestycji, zwanych w budownictwie robotami zamiennymi lub dodatkowymi, jest powszechnie występującym elementem procesu inwestycyjnego.

Natura występowania tych niepożądanych, nieprzewidzianych zdarzeń bierze swój początek już w trakcie prowadzonej procedury przetargowej i kształtowania formy umowy na wykonanie robót budowlanych pomiędzy zamawiającym a wykonawcą i to bez względu na to czy przedsięwzięcie jest finansowane ze środków prywatnych, czy też jest zamówieniem publicznym. Znane, powszechnie stosowane wzory kontraktów inżynierskich jak FIDIC, VOB, NEC, JCT przewidują wiele systemów finansowania i rozliczania robót budowlanych będących przedmiotem umowy. z punktu widzenia możliwości wystąpienia robót nieprzewidzianych, zróżnicowane formy umów można podzielić na dwie grupy a i B:

¹ PhD., Eng., Wrocław University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Construction Methods and Management, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Poland, e-mail: jaroslaw.konior@pwr.edu.pl

kontrakty oparte na kosztach zwracalnych („reimbursable”, „target fee”), które od początku w swojej istocie zakładają wystąpienie robót dodatkowych i zamiennych, będących przedmiotem rozliczeń powykonawczych pomiędzy zamawiającym a wykonawcą; tu zdarzenie losowe opisane jako nieprzewidziana robota budowlana ma charakter losowy i występuje z określonym, wyznaczalnym prawdopodobieństwem;

kontrakty ryczałtowe („lump-sum”, „fixed fee”), według których konieczność wykonania robót zamiennych i dodatkowych może pojawić się jedynie na etapie realizacji inwestycji; tu zdarzenie losowe opisane jako nieprzewidziana robota budowlana ma charakter rozmyty i jej występowanie jest określone liniowo funkcją przynależności do zbioru zdarzeń rozmytych tożsamy z nieprzewidzianymi.

Rozpoznanie przyczyn powodujących pojawianie się konieczności wykonania robót nieprzewidzianych w fazie projektowania inwestycji jest zasadniczym wskazaniem do usprawnienia znanych modeli racjonalnego zarządzania przedsięwzięciem budowlanym i minimalizacji ryzyka wystąpienia robót zamiennych i dodatkowych.

Niezależnie od charakteru przewidywalności opisywanego zjawiska, przyczyny wystąpienia budowlanych robót dodatkowych i zamiennych (nieprzewidzianych) nazwano błędami. Błędy te – zamierzone lub niezamierzone – w zależności od źródła ich występowania i odpowiedzialności uczestników procesu inwestycyjnego można sklasyfikować w następujące grupy:

Z_{1j} – błędy inwestora

Z_{2j} – błędy projektanta

Z_{3j} – błędy wykonawcy

Z_{4j} – błędy administracji budowlanej

Przyjęto założenie, że grupę błędów przyczynowych $Z_{1-4,j}$ i grupę robót nieprzewidzianych, które te błędy powodują U_j można oznaczyć jako dwa zbiory rozmyte z i U pozostające ze sobą w relacji rozmytej i dające się opisać równaniami rozmytymi $R \subseteq Z \times U$ i macierzą relacji rozmytych $R = Z \times U$.

19 podobnych przedsięwzięć budowlanych – nowo wznoszonych, przemysłowych zakładów o powierzchni około 10.000 m² każdy, z budżetem inwestycyjnym około 40 mln złotych – wyodrębniono jako próbę badawczą do wyznaczenia siły rozmytych powiązań błędów przyczynowych i robót dodatkowych, które te błędy wywołały w analizowanych zadaniach inwestycyjnych.

Wyznaczono typowe, najczęściej występujące nieprzewidziane, dodatkowe (uzupełniające lub zamienne) aktywności w budowlanym procesie inwestycyjnym, opisane jako zdarzenia rozmyte:

U_1 – zmiana programu funkcjonalnego

U_2 – wystąpienie o pozwolenia budowlane zamienne

U_3 – aktualizacja uzgodnień z organami administracji budowlanej

U_4 – prace projektowe zamienne i uzupełniające

U_5 – dodatkowe roboty ziemne i placu budowy

U_6 – dodatkowe roboty konstrukcyjne

U_7 – dodatkowe roboty instalacyjne

U_8 – dodatkowe roboty wykończeniowe

U_9 – dodatkowe roboty terenów przyległych

U_{10} – opóźnienia w odbiorach i rozpoczęciu użytkowania obiektu budowlanego

Wszystkie wyznaczone relacje rozmyte $R \subseteq Z \times U$, korespondujące z określonymi błędami przyczynowymi Z_{ij} w 4 grupach i 10 typowymi dodatkowymi działaniami w zadaniach inwestycyjnych zostały wyliczone i przedstawione w macierzy relacji rozmytych $R = Z \times U$. w ten sposób stało się możliwe obliczenie zakresu, domeny i wysokości tak określonych relacji rozmytych jako wartości liczbowych, mierzalnych. z analizy wyprowadzono trzy główne wnioski:

około $\frac{3}{4}$ z 250 relacji Z_{ij} i U_j jest parami powiązana ze sobą, a połowa z nich wskazuje na silne rozmyte związki relacyjne z wartością R ponad 0.5;

tylko jedna kategoria błędów przyczynowych Z_{11} (wadliwie skonstruowany biznes plan inwestycji i niedoszacowany budżet zadania inwestycyjnego) wykazuje całkowity i silny ($R > 0.5$) wpływ na wszystkie nieprzewidziane działania inwestycyjne U_{1-10} w 19 analizowanych przedsięwzięciach budowlanych;

wysokość badanych relacji rozmytych $h(R)$ dochodzi do wartości normalnych (pełnych jak w zdarzeniach deterministycznych), równych 1 aż w 25 przypadkach (10% relacji $R \subseteq Z \times U$).

OCENA RYZYKA INWESTYCYJNEGO W ZŁOŻONYCH PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANYCH

J. KONIOR¹

STRESZCZENIE

Ryzyko przedsięwzięcia budowlanego jest definiowane jako nieplanowane zdarzenie, które – jeśli wystąpi – ma negatywny wpływ na cel zadania inwestycyjnego. Na podstawie tej definicji przedstawiono narzędzia do kwantyfikacji ryzyka, oparte na założeniach matematycznych i kryteriach probabilistycznych.

Funkcja - która umożliwia kategoryzowanie wszelkich ryzyk w jedną z pięciu kategorii - jest kombinacją prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka i jego wpływu na: ludzi i ich bezpieczeństwo, budżet i nakłady inwestycji, planowanie i harmonogramowanie przedsięwzięcia oraz jakość realizacji robót budowlanych.

W artykule przedstawiono próbę liczbowego wyrażenia relacji pomiędzy wielkością ryzyka a prawdopodobieństwem ich wystąpienia. Zaprezentowano metodę powiązania wpływu wagi ryzyka z prawdopodobieństwem jego wystąpienia jako zdarzenia losowego oraz wyznaczenia kierunku i siły tego związku w przedsięwzięciach budowlanych.

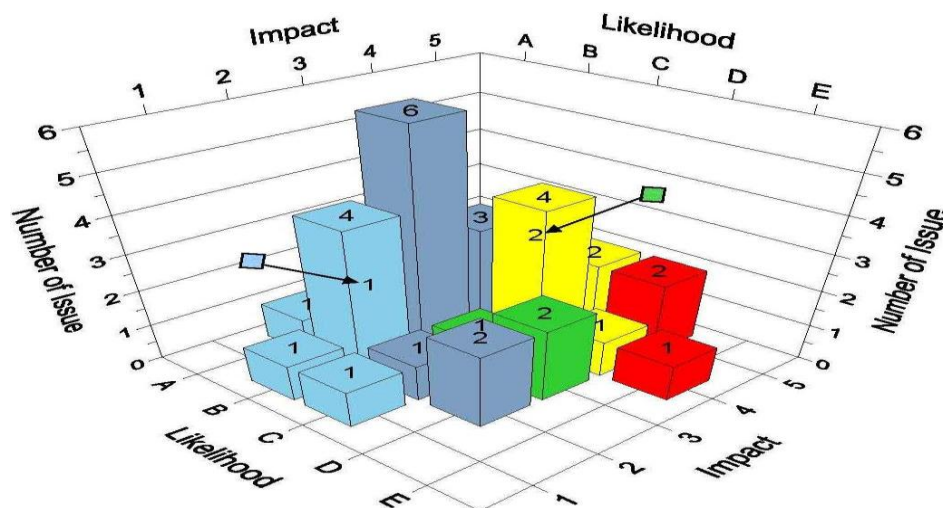
Metoda została zastosowana do identyfikacji i szacowania wysokiego poziomu ryzyka inwestycyjnego i polega na:

- identyfikacji potencjalnego ryzyka;
- kategoryzacji oczekiwanego wpływu ryzyka na przedsięwzięcie budowlane;
- kategoryzacji prawdopodobieństwa występowania ryzyka w zadaniu inwestycyjnym;
- powiązaniu wpływu różnych ryzyk i prawdopodobieństw ich wystąpienia w celu zbudowania macierzy ryzyk inwestycyjnych;
- przyjęciu strategii redukcji wpływu ryzyka na najważniejsze obszary zarządzania przedsięwzięciem budowlanym;
- ustaleniu działań wynikających ze strategii redukcji wpływu ryzyka;

¹ PhD., Eng., Wrocław University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Construction Methods and Management, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Poland, e-mail: jaroslaw.konior@pwr.edu.pl

- ponownej kategoryzacji wpływu ryzyka i ich prawdopodobieństw po wdrożonych działaniach zapobiegawczych, co prowadzi do określenia pozostałej części ryzyka budowlanego.

Trzy główne parametry tej metody zostały zobrazowane na rysunku 3.



Rys. 3. Ilość przypadków wystąpienia ryzyka budowlanego (numer of issue) w funkcji jego wpływu (impact) i prawdopodobieństwa wystąpienia (likelihood)

Punktowy, dwuszeregowy współczynnik korelacji cech różnego rodzaju $r(l)$:

$$r(l) = \frac{\bar{l}_1 - \bar{l}_0}{d(L)} \sqrt{\frac{i_1 i_0}{i(i-1)}}$$

stwarza możliwość skojarzenia wpływu ryzyka inwestycyjnego z prawdopodobieństwem jego występowania, jak również określenia kierunku i siły tego związku.

19 podobnych przedsięwzięć budowlanych – nowo wznoszonych, przemysłowych zakładów o powierzchni około 10.000 m² każdy, z budżetem inwestycyjnym około 40 mln złotych – wyodrębniono jako próbę badawczą do określenia parametrów asocjacji wpływu ryzyka inwestycyjnego z prawdopodobieństwem jego występowania w każdej zrealizowanej inwestycji w latach 2010 - 2014. Punktowy, dwuszeregowy współczynnik korelacji „wpływ ryzyka – prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka” dla wybranych 8 z 18 zidentyfikowanych ryzyk inwestycyjnych wyznaczono i przedstawiono w tablicy 5.

Tab. 5. Punktowy, dwuszeregowy współczynnik korelacji wpływu ryzyka i prawdopodobieństwa jego wystąpienia

Nr	Obszar ryzyka, które może wystąpić	r(l) dla wpływu ryzyk wg kategorii				
		b. niskie	niskie	średnie	wysokie	krytyczne
1.	Zakres przedsięwzięcia budowlanego	0.18	0.21	0.29	0.32	0.34
5.	Harmonogram inwestycji	0.26	0.29	0.39	0.58	0.71
6.	Budżet inwestycji	0.29	0.35	0.46	0.68	0.88
9.	Jakość realizacji zadania	0.16	0.20	0.26	0.31	0.35
11.	Projektowanie techniczne	0.28	0.31	0.42	0.52	0.73
12.	Aspekty BHP	0.32	0.40	0.51	0.69	0.95
13.	Warunki środowiskowe	0.15	0.19	0.22	0.31	0.33
16.	Działania operacyjne w realizacji	0.20	0.23	0.32	0.39	0.46

Wyniki badania tego związku punktowym, dwuszeregowym współczynnikiem korelacji cech różnego rodzaju $r(l)$ prowadzą do następujących wniosków:

- kierunek związku jest prawostronny (dodatni) dla wszystkich 8 badanych ryzyk budowlanych, ale siła korelacji pomiędzy występującym wpływem ryzyka, a prawdopodobieństwem jego wystąpienia wykazuje znaczną rozpiętość (od 0,18 do 0,95);
- zaobserwowano jednoznaczny trend zmiany współczynnika korelacji $r(l)$ dla wszystkich 8 badanych obszarów ryzyk – im większy wpływ ryzyka inwestycyjnego tym większe prawdopodobieństwo jego wystąpienia;
- trend współczynnika $r(l)$ jest szczególnie wyraźny i znaczący kiedy przekracza wartości 0.5, co ma miejsce w przypadku łatwiej mierzalnych i kwantyfikowalnych obszarów ryzyk w przedsięwzięciu budowlanych: harmonogram inwestycji, budżet zadania, projektowanie techniczne i względy BHP
- Zaprezentowana w artykule metoda korelacji wpływu wielkości ryzyka w budowlanym procesie inwestycyjnym z prawdopodobieństwem jego wystąpienia pozwala w prosty sposób wyznaczyć kierunek i siłę tego związku.

Pomimo faktu, że metody badania zjawisk przyrodniczych punktowym, dwuszeregowym współczynnikiem korelacji cech różnego rodzaju są szeroko opisane w dostępnej literaturze to ich aplikacja w modelowaniu przedsięwzięć budowlanych jest utrudniona z uwagi na niedoskonałość ich opisu parametrami mierzalnymi. Ponadto dane liczbowe zrealizowanych zadań inwestycyjnych są szczególnie chronione przez inwestorów

korporacyjnych, firmy menedżerskie i departamenty kontroli ryzyka banków kredytowych. Trzeba również pamiętać, że nie ma pewności co do wystąpienia niektórych obszarów ryzyk budowlanych, a zatem ich natura leży bliżej rozmytości niż probabilistyki, z lepiej rozwiniętym aparatem matematycznym do modelowania procesów inwestycyjnych. Jednakże, podejście i wnioski zaprezentowane w artykule powinny skłaniać do prowadzenia dalszych badań, nawet w niedoskonałych próbach badawczych. Identyfikacja ryzyka budowlanego w przedsięwzięciach budowlanych, wyznaczenie siły jego wpływu i możliwości wystąpienia oraz jego monitorowanie i eliminowanie działaniami zapobiegawczymi są nie do przecenienia w prawidłowym zarządzaniu procesem inwestycyjnym w budownictwie.

ANALIZA STANU WIEDZY O WSPÓŁZALEŻNOŚCI DESTRUKCJI MROZOWEJ I SPOWODOWANEJ KARBONATYZACJĄ BETONU

J. KORYCKA-KOWALSKA¹, P. WOYCIECHOWSKI²

STRESZCZENIE

Jednym z podstawowych problemów eksploatacyjnych konstrukcji żelbetowych jest ich destrukcja spowodowana warunkami środowiskowymi i klimatycznymi. W warunkach klimatu umiarkowanego beton poddawany jest, między innymi, oddziaływaniu wody zmieniającej swój stan skupienia w czasie wielokrotnie występujących zmian temperatury z ujemnej na dodatnią oraz działaniu CO₂ z powietrza. Oba te czynniki powodują powstanie procesów korozji, a co za tym idzie powodują obniżenie trwałości konstrukcji żelbetowych. Zasady projektowania uwzględniające konieczność zachowania odpowiednio długiego czasu użytkowania w warunkach wpływu czynników destrukcyjnych określono w normach *PN-EN 1990:2004* "Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji" oraz *PN-EN 1992-1-1:2004* "Eurokod: projektowanie konstrukcji z betonu- Część 1". W zależności od rodzaju oddziaływania środowiska na konstrukcję żelbetową ustalono klasy ekspozycji na działanie poszczególnych czynników powodujących korozję betonu. Dla klas ekspozycji podano zalecane wartości graniczne w zakresie składu oraz właściwości betonu określające maksymalny stosunek wodno-cementowy, minimalną klasę wytrzymałości, minimalną zawartość cementu oraz dla klas mrozoodporności minimalną zawartość powietrza oraz zalecenia dotyczące stosowania cementów w konstrukcjach ze względu na rodzaj agresji wobec betonu.

Zalecenia normowe sformułowane są oddzielnie w odniesieniu do każdego z rodzajów środowisk agresywnych, podczas gdy w typowej, nieosłoniętej powierzchniowo konstrukcji żelbetowej beton jest eksploatowany w złożonych warunkach jednoczesnej ekspozycji na różne oddziaływanie środowiskowe. Efekt negatywny synergii jednoczesnego

¹ MSc. Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: jola-ania@o2.pl

² PhD. DSc., Eng., Prof. PW, Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: p.woyciechowski@il.pw.edu.pl

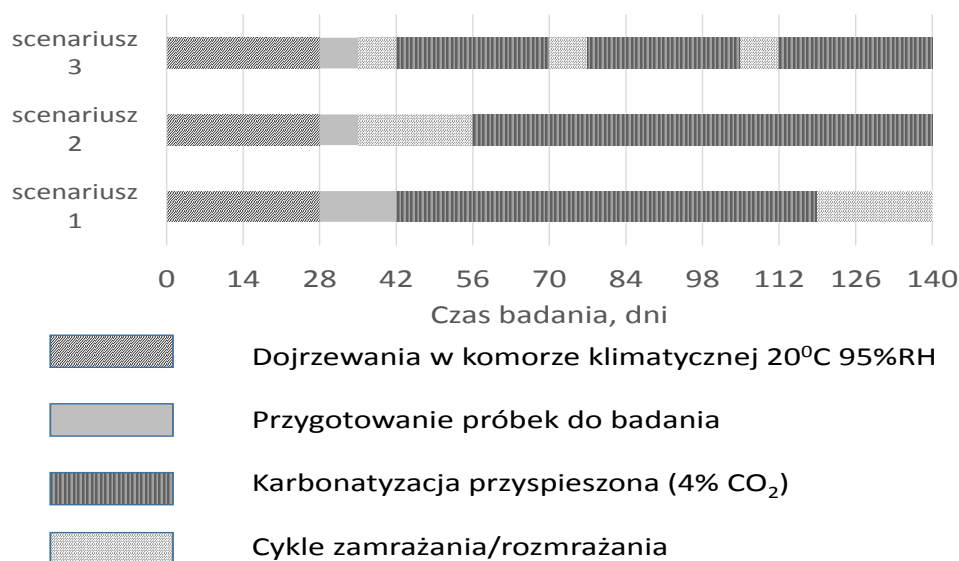
oddziaływania czynników chemicznych jest częściowo uwzględniony w normie *PN-EN 206:2014*, nie obejmuje on jednak zaleceń w odniesieniu do innych grup klas w tym w szczególności do XC i XF.

Synergizm destrukcji mrozowej betonu i karbonatyzacyjnej żelbetu jest od dawna wzmiankowany w literaturze, ale zakres publikowanych badań tego zjawiska nie jest duży. W niniejszym artykule przedstawiono przegląd dostępnej literatury w tym zakresie i sformułowano koncepcję własnego zamierzenia badawczego obejmującego próbę laboratoryjnej oceny synergizmu destrukcji mrozowej i karbonatyzacji. Wszystkie przeanalizowane publikacje pokazały pozytywny wpływ procesu karbonatyzacji betonu z czystego cementu portlandzkiego na odporność mrozową, podczas gdy beton z dodatkiem żużla lepszą odporność wykazuje na próbkach niepoddanych karbonatyzacji.

Niektóre z przeprowadzonych badań odbyły się na bardzo dużej ilości różnorodnych próbek, ale przedstawione efekty badań były bardzo wycinkowe. W wielu przypadkach brakowało potwierdzenia obserwacji poprzez porównanie uzyskanego wyniku z wynikiem dla próbek porównawczych. Wyniki badań przeprowadzonych na próbkach przechowywanych w warunkach naturalnych nie pozwoliły na dokładne przeanalizowanie procesów korozji betonu, ze względu na zbyt krótki czas ich trwania. Powyższe przykłady przeprowadzonych badań pokazują, że zagadnienie synergii postępu destrukcji mrozowej i postępu karbonatyzacji nie jest jednoznacznie rozstrzygnięte w publikowanych wynikach badań.

Tworząc koncepcje własnych badań autorzy niniejszego artykułu, za podstawową trudność badawczą uznają techniczną trudność jednoczesnego przyspieszenia obu rodzajów destrukcji betonu. Warto zwrócić uwagę, że wszelkie sposoby badania odporności na cykliczne zamrażanie i rozmrażanie wymagają warunków, w których bardzo ograniczona jest możliwość karbonatyzacji ze względu na nasycenie porów betonu wodą. W świetle tego stwierdzenia rysują się trzy możliwe warianty badawcze (rys 1.) :

1. próbki poddane działaniu karbonatyzacji a następnie cykлом zamrażania i rozmrażania,
2. próbki poddane cykлом zamrażania i rozmrażania a następnie procesowi karbonatyzacji,
3. próbki poddane na przemian procesowi karbonatyzacji i cykлом zamrażania i rozmrażania.



Rys. 1 Graficzny schemat wariantów badawczych zamierzonego eksperymentu.

Takie ujęcie nie w pełni odpowiada pojęciu synergii zjawisk fizyko-chemicznych, ale jest akceptowalnym kompromisem pomiędzy istotą badanych zjawisk, a ich inżynierskim znaczeniem.

Ponadto uwzględnienie w eksperymencie wyżej wymienionych wariantów umożliwi ocenę synergii w relacji zwrotnej, tzn. wpływu karbonatyzacji na mrozoodporność i odwrotnie wpływu destrukcji mrozowej na proces karbonatyzacji. Plan badań obejmie przeprowadzenie eksperymentów w zakresie takich zmiennych jak w/c, rodzaj cementu, rodzaj i zawartość dodatku, stopień napowietrzenia. Badania pozwolą opisać współzależności dwóch głównych czynników destrukcji konstrukcji żelbetowych.

BIBLIOGRAFIA:

1. A.M. Neville, Właściwości betonu, Polski Cement, Kraków 2012.
2. Piotr Wojciechowski, Model karbonatyzacji betonu, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2013.
3. Zbigniew Rusin, Technologia betonów mrozoodpornych, Polski Cement, Kraków 2002.
4. H. Kuosa, R.M. Ferreira, E Holt, M. Leivo, E. Vesikari, Effect of coupled deterioration by freeze-thaw, carbonation and chlorides on concrete service life, Cement & Concrete Composites 47 (2014), s. 32-40.
5. O. Copuroglu, E. Schlengen, Modeling of frost scaling, Cement & Concrete Composites 38 (2008),

6. J.J. Valenza, G.W. Scherer, Mechanism for salt scaling, *Journal of the American Ceramic Society* 89 (2006), s. 1161-1179.
7. E. Schlangen, J.G.M. van Mier, Experimental and numerical analysis of micromechanisms of failure of cement-based composites, *Cement & Concrete Composites* 14 (1992), s. 105-118
8. E. Schlangen, E.J. Garboczi, Failure simulations of concrete using lattice models: computation aspects, *Engineering Fracture Mechanics* 2/3 (57) (1997), s. 319-332.
9. P. Utgenannt, The influence of ageing of the salt-frost resistance of concrete, doctoral thesis, Lund University, 2004.

ELASTYCZNE PROJEKTOWANIE WIELKOGABARYTOWYCH OBIEKTÓW SPORTOWYCH

M. KOŚMIEJA¹, J. PASŁAWSKI²

STRESZCZENIE

Podjęta w artykule tematyka ma na celu ukazanie zagadnienia, jakim jest elastyczne projektowanie w budownictwie. Podczas projektowania obiektów budowlanych należy uwzględnić współdziałanie ze sobą różnych systemów oraz gotowość do zmian w cyklu życia obiektu. Szybki postęp technologiczny i turbulentnie zmienne otoczenie są czynnikami, które generują znaczne trudności w projektowaniu obiektów budowlanych, a zwłaszcza obiektów przestrzeni publicznej, w tym wielkogabarytowych obiektów sportowych. Istotnym zagadnieniem jest możliwość przygotowania projektu przedsięwzięcia z uwzględnieniem gotowości do zmian w cyklu jego życia. To właśnie elastyczność w projektowaniu daje szansę dostosowania do możliwych zmian. Tradycyjne projektowanie posiada wady, gdyż najczęściej bazuje na jednej deterministycznie określonej wartości, natomiast elastyczne podejście do projektowania pozwala dostosować obiekty do zmieniających się realiów funkcjonowania w ciągu cyklu życia obiektu.

Pierwszy rozdział artykułu został poświęcony wyjaśnieniu definicji elastyczności, który ostatecznie proponuje następujące definicje elastyczności, w zależności od etapów procesu inwestycyjnego: Fazy realizacji: zdolność systemu do działania w sposób umożliwiający przełączanie w sposób odwracalny różnych taktyk odpowiednio do zmieniającego się otoczenia bazujący na podejściu proaktywnym (monitoring procesów w toku i otoczenia) mający na celu ograniczenie zagrożeń i wykorzystanie szans, zakładający maksymalizację wartości zysku (przy stałej cenie umownej oznacza to minimalizację kosztów). Fazy eksploatacji: zdolność systemu do przełączania różnych opcji elastyczności w zależności od zmieniających się warunków zewnętrznych w trakcie eksploatacji zakładający

¹ M.Sc., Eng., Poznań University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Al. Piotrowo 5, 60-965 Poznań, Poland, e-mail: maria.kosmiej@put.poznan.pl

² Prof., PhD., Eng., Poznań University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Al. Piotrowo 5, 60-965 Poznań, Poland, e-mail: jerzy.paslowski@put.poznan.pl

maksymalizację wartości NPV (Net Present Value). Kolejny rozdział został poświęcony rozpoznaniem literaturowym pomiędzy tradycyjnym podejściem a elastycznym projektowaniem oraz omówiono cztery podstawowe różnice między nimi, takie jak: postawa proaktywna, podejście do ryzyka, możliwość wprowadzenia zmian czy analiza projektu. Ponadto w publikacji opisano trzy obiekty sportowe, które zostały zbudowane i zaprojektowane przy pomocy narzędzi elastycznych: stadion baseballowy drużyny Bravers Atlanta w Stanach Zjednoczonych, Stadion Sapporo Dome w Japonii oraz Stadion Olimpijski w Londynie.

Zaprezentowano schematy transformacji dwóch pierwszych z nich. Zagadnienie elastyczności zostało zbadane i omówione na podstawie porównania dwóch stadionów, stadionu Narodowego w Warszawie oraz fikcyjnego stadionu o takich samych gabarytach, jednakże zaprojektowanego przy pomocy tradycyjnych narzędzi projektowych. Oba przykłady zbadano przy pomocy analizy efektywności ekonomicznej metodą hybrydową, stosując jednocześnie metodę wartości bieżącej netto NPV oraz symulację. Koszty użytkowania oraz przychody zostały określone według rzeczywistych, rocznych wyników finansowych Stadionu Narodowego.

Zaprezentowany w artykule przykład wraz z omówioną podstawą teoretyczną zagadnienia elastycznego projektowania pozwala na sformułowanie następujących wniosków: Kluczowym zagadnieniem podczas wprowadzenia elastyczności w projektowaniu jest gotowość do zmian na każdym etapie realizacji projektu, w przeciwieństwie do reaktywnego podejścia stosowanego w tradycyjnym projektowaniu. Podstawową wadą tradycyjnego podejścia w projektowaniu jest bazowanie na średniej wartości określonej w sposób deterministyczny. Może prowadzić to do ograniczenia możliwości dostosowania się do zmiennego otoczenia działania obiektu (zwiększone koszty podczas modernizacji i adaptacji niż przy zastosowaniu elastyczności).

Przedstawiona w artykule analiza ENPV stanowi skuteczną metodę szacowania efektów zastosowania elastyczności w opisywanym przypadku. Poprzez powiększenie płyty boiska tak, by można na niej uprawiać różnego typu sporty, stworzenie na stadionie możliwości odbycia konferencji czy spotkań biznesowych oraz zamontowanie mobilnego dachu, umożliwiającego odbywanie się imprez i spotkań o każdej porze roku elastyczne podejście do projektowania daje większe perspektywy inwestorom, których tradycyjne projektowanie nie posiada.

Narzędzie te podkreśla wartość elastyczności. Natomiast istotne elementy zastosowania elastyczności to:

- analizowana faza cyklu życia (szczególnie korzystne ze względu na wysoki potencjał nieprawności jest wprowadzenie elastyczności w projektowaniu) ,
- rozmiar oddziaływania niepewności (zakres zmian oraz ilość czynników oddziałujących).

ANALIZA KRYTERIÓW DECYZYJNYCH W PROBLEMIE WYBORU SYSTEMU DESKOWAŃ SYSTEMOWYCH

A. KRAWCZYŃSKA-PIECHNA¹

STRESZCZENIE

Wybór deskowania do zastosowania w realizacji monolitycznych robót betonowych jest pierwszym problemem, jaki planista rozwiązuje w zakresie planowania organizacji pracy deskowań na budowie. Wybrany system powinien umożliwiać wykonanie wszystkich elementów konstrukcyjnych obiektu, zapewnić sprawny montaż i demontaż deskowania oraz gwarantować bezpieczeństwo pracowników podczas realizacji robót. Nie bez znaczenia są warunki najmu lub zakupu deskowania i współpracy z dostawcą (lub producentem) w zakresie wsparcia wykonawcy na budowie.

Analizując ilość i różnorodność możliwych do rozpatrzenia w procesie decyzyjnym kryteriów, można stwierdzić, w świetle przeprowadzonych studiów literaturowych, że jednoznaczne wskazanie kryteriów i ich istotności przy dokonywaniu wyboru, bez przeprowadzenia badań – nie może być dokonane. Ważna jest również weryfikacja samego podejścia wykonawców do zagadnienia wyboru deskowania i ocena potrzeby opracowania metodyki takiego wyboru.

W celu ustalenia kryteriów decyzyjnych, jakimi kierują się polscy wykonawcy robót, wybierając system szalunkowy do zastosowania w realizacji monolitycznego obiektu betonowego, jak również określenia ich istotności, opracowano i przeprowadzono badanie ankietowe. Formularz ankiety został rozesłany do podmiotów, zajmujących się wykonawstwem konstrukcji obiektów kubaturowych. w badaniu respondenci zostali poproszeni o udzielenie odpowiedzi na pytania:

- jaka jest forma własności stosowanych przez nich deskowań (własne / dzierżawione / własne i dzierżawione),
- jakie rodzaje deskowań stosują najczęściej, jakie rodzaje deskowań są im znane;

¹ MSc. Civ. Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Mechanics and Petrochemistry, 17 Łukasiewicza St., 09-402 Płock, Poland, e-mail: krawczynskaa@pw.plock.pl

- czy wynajmując deskowanie wybierają lub mają/mieli możliwość wyboru systemu spośród kilku systemów / producentów deskowań;
- na jakie kryteria zwracają uwagę przy wyborze deskowania, lub na które by zwracali uwagę, gdyby była taka możliwość;
- czy uważają że warto opracować system wspomagający wybór deskowania i ewentualnie skorzystaliby z niego.

Kluczowym zagadnieniem ankiety było poznanie preferencji wykonawców przy wyborze systemu szalunkowego. w tym celu sformułowano dziewięć kryteriów decyzyjnych:

- kryterium k1: ergonomiczność systemu szalunkowego;
- kryterium k2: wsparcie wykonawcy ze strony dostawcy bądź producenta deskowania w trakcie realizacji robót;
- kryterium k3: uniwersalność systemu deskowania;
- kryterium k4: jakość wykonania konstrukcji przy użyciu danego systemu deskowania;
- kryterium k5: stopień zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywania robót;
- kryterium k6: trwałość elementów deskowania;
- kryterium k7: znajomość deskowania przez pracowników ;
- kryterium k8: kompatybilność dzierżawionego deskowania z elementami deskowania posiadanymi przez respondenta;
- kryterium k9: korzystne cenowo warunki najmu.

Ankietowani mogli także zaproponować własne kryteria, istotne z ich punktu widzenia w procesie wyboru deskowania. Wymienione kryteria oceniane były przez respondentów w skali od 1 do 5, gdzie: 1 – oznacza, że kryterium oceniono jako „w ogóle nieistotne w procesie wyboru deskowania”, zaś 5 – „bardzo istotne”.

W pracy zawarto analizę wyników badań ankietowych, na podstawie których można jednoznacznie stwierdzić, że wykonawcy robót w znacznej mierze korzystają z dzierżawionych deskowań systemowych. z ocen dokonanych przez respondentów wynika, że dominującym kryterium decyzyjnym w procesie wyboru systemu szalunkowego jest korzystny koszt dzierżawy deskowania. Nie jest to jednak jedyne, oceniane jako „bardzo istotne”, kryterium wyboru szalunku – 50% ankietowanych najwyżej oceniło także jakość wykonania formowanej konstrukcji oraz stopień zapewnienia przez system deskowania bezpieczeństwa prowadzenia robót. z kryteriów technologicznych najwięcej ocen „4” i „5” otrzymało kryterium ergonomiczności szalunku. Znacznie mniej uwagi respondenci przywiązywali do kompatybilności dzierżawionego systemu z posiadanym szalunkiem.

Pozyskane metodą ankietową informacje na temat preferencji wykonawców w procesie wyboru systemu szalunkowego posłużyły do ustalenia hierarchii kryteriów decyzyjnych. Przeanalizowano kilka podstawowych metod normalizacji rang, w tym: metodę równych wag (EW), metody rang odwróconych (RR), znormalizowanej sumy rang (RS), metodę wykładniczą (RE), jak również metodę centroidu (ROC). Dla rozważanego problemu zadecydowano o hierarchizacji kryteriów metodą wykładniczą z parametrem $p=0.26$, co zadowalająco odzwierciedla zróżnicowanie preferencji wykonawców. Zastosowana metoda nie przewartościowuje kryterium cenowego, jak również nie zaniża wagi kryteriów niżej ocenionych przez respondentów.

Ustalone dla kryteriów wagi pozwalają na ich hierarchizację i mogą być wykorzystane w wielu metodach MCDA. Zaproponowane wagi stanowią także punkt wyjścia do interaktywnego planowania robót, w którym planista-decydent rozmywa zakresy wag, dostosowując je do realiów prowadzonej inwestycji.

HARMONOGRAMOWANIE BUDOWLANE WRAZ Z OCENĄ STABILNOŚCI OTRZYMANYCH USZEREGOWAŃ

M. KRZEMIŃSKI¹

STRESZCZENIE

Harmonogramy są jednym z podstawowych narzędziem wykorzystywanym w zarządzaniu projektami budowlanymi. w przypadku projektów, które dotyczą harmonogramowania procesów jednego typu, jednorodnych lub niejednorodnych, istnieje wiele reguł, takich jak MS, FCFS, LPT, SPT, itp., które mogą być stosowane. Można również zastosować różnego rodzaju heurystyki, takie jak modele wąskich gardeł lub lokalnego przeszukiwania oraz wiele innych. Heurystyki te są tworzone każdego dnia [2].

Procesy budowlane są szczególnie podatne na zagrożenia. Niepewność stała się jednym z głównych czynników wpływających na wykonanie projektu i na ostateczny sukces. Ryzyko w działalności budowlanej jest bardzo wysokie. to bardzo ważne, aby pracować z ryzykiem, jednym ze sposobów jest, wybór najbardziej stabilnego harmonogramu [2].

Projekt budowlane charakteryzują się dużą liczbą uczestników. Planowanie projektu w niepewności i ryzyku jest przedmiotem licznych prac badawczych od czasu wprowadzenia modelu PERT.

Istniejące metody, które wyrażają czasy trwania jako zmienne losowe, koncentrują się głównie na szacowaniu prawdopodobieństwa dotrzymania terminu dyrektywnego lub czasu trwania projektu na predefiniowanym poziomie ufności wyniku [1].

W artykule zaprezentowane zostaną metody oceny stabilności harmonogramów wykonanych z zastosowanie potokowych metod produkcji.

Stabilność harmonogramów uzyskanych przy użyciu reguł LPT i SPT

Pierwszym rozpatrywanym zagadnieniem była ocena stabilności dwóch harmonogramów uszeregowaniem z zastosowaniem reguł SPT i LPT. Należy zauważyć że przy zastosowaniu metody SPT w pracach ostatniej brygady pojawiło się najwięcej całkowitych zapasów czasu. Dzięki tym zapasom dwukrotnie wzrosło prawdopodobieństwo dotrzymania terminu

¹ PhD., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: m.krzeminski@il.pw.edu.pl

dyrektywnego w porównaniu do uszeregowania metodą LPT. w uszeregowaniu metodą LPT możliwe było natomiast uzyskiwanie wyników o krótszym łącznym czasie wykonania, było także możliwe uzyskiwanie wyników o czasie dłuższym.

PODSUMOWANIE

Podsumowując należy stwierdzić że w niektórych przypadkach proponowana metodyka daje dobre wyniki a w innych takie które wydają się być dyskusyjne. Zdecydowanie rozwiązania które będą posiadały większe zapasy czasu będą rozwiązaniami lepszymi. Należy tu wyraźnie zaznaczyć że w harmonogramach sporządzanych metodą potokową nie możliwe jest określenie swobodnych zapasów czasów. Przewiduje się dalsze prace w tym kierunku.

BIBLIOGRAFIA:

1. P. Jaśkowski, S. Biruk, „The method for improving stability of construction project schedules through buffer allocation” Technological and Economic Development of Economy, Volume 17(3), pp.429-444, 2011;
2. M. L. Pinedo, “Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems”, Springer, 2012.

WYBÓR GENERALNEGO WYKONAWCY PRZY WYKORZYSTANIU METODY AHP

M. KSIĄŻEK¹, P. CIECHOWICZ²

STRESZCZENIE

Istotnym etapem procesu inwestycyjnego jest wybór solidnego Generalnego Wykonawcy przedmiotu zamówienia, spełniającego wymagania Inwestora. Rzetelnie przeprowadzona procedura przetargowa umożliwia zminimalizowanie ryzyka wyboru nieodpowiedniego wykonawcy oraz uniknięcie wielu, różnego typu problemów, które mogą zaistnieć w trakcie realizacji przedmiotowej inwestycji. Najpopularniejsze w procesie przetargowym kryterium ceny, nie pozwala decydentowi podjąć wiarygodnej decyzji.

Istnieje wiele metod podejmowania decyzji, które można zastosować w budownictwie [2], [3], [5], [8], [9], [10]. w artykule opisano procedurę wyboru Generalnego Wykonawcy [1] przy wykorzystaniu metody AHP. Celem pracy było ustalenie optymalnych kryteriów oceny potencjalnego Generalnego Wykonawcy oraz wybór najlepszego Oferenta przy wykorzystaniu metody AHP [11]. Przedstawiono opis przeprowadzonego procesu przetargowego na potrzeby przedmiotu zamówienia. Jako warianty decyzyjne przyjęto cztery firmy budowlane, które złożyły ofertę. Kluczowym elementem badań było porównywanie parami wszystkich elementów struktury hierarchicznej.

W celu dokonania oceny wariantów oraz otrzymania jak najbardziej wiarygodnych wyników analizy decyzyjnej, przeprowadzono badania ankietowe na grupie respondentów – ekspertów, należących do różnych branż za zakresu budownictwa. Grupę decydentów dobrano w sposób przemyślany tak, aby zapewnić jak największą wiarygodność otrzymanych wyników oceny wariantów. Każdy z oceniających posiadał widzę merytoryczną oraz doświadczenie w zakresie przeprowadzania procesu przetargowego na wybór Generalnego Wykonawcy. Respondentów (ekspertów z zakresu budownictwa) poproszono o przeanalizowanie i porównanie parami wszystkich elementów modelu decyzyjnego przy pomocy dziewięciostopniowej skali porównań Saaty'ego [12]. Każdy decydent udzielił odpowiedzi

¹ PhD., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: mariola.ksiazek@il.pw.edu.pl

² MSc., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland

na pytania zawarte w ankiecie w obecności moderatora, którego zadaniem było sprecyzowanie procedury oceny wariantów decyzyjnych w ramach metody AHP (w przypadku braku jej znajomości) oraz zmotywowanie respondentów do udzielenia rzetelnych odpowiedzi.

Przyjęto następujące główne kryteria decyzyjne:

1. Cena – wartość ryczałtowa zaproponowana przez Oferenta w jego ofercie odnosząca się do całkowitego kosztu realizacji przedmiotowej inwestycji;
2. Czas realizacji – okres wykonania przedmiotu zamówieni;
3. Forma płatności – wysokość zaliczki, forma rozliczenia pozostałej kwoty kontraktu oraz terminy płatności;
4. Płynność finansowa Oferenta – zdolność Oferenta do wywiązywania się (spłacania) w terminie najbardziej wymagalnych (krótkoterminowych) zobowiązań (np. związanych z zapłatą kontrahentom za wyroby i usługi, wypłatą wynagrodzeń, itp.);
5. Doświadczenie - wykaz ukończonych realizacji Oferenta o podobnym do naszej inwestycji charakterze i wielkości. Kopie referencji udzielonych przez poprzednich klientów.

Informacje zawarte w poszczególnych kwestionariuszach ankietowych wypełnionych przez oceniających, poddano wnikliwej analizie, a ich interpretację zapisano w postaci macierzy porównań.

W celu wskazania, który z Oferentów stanowi najlepszy wariant decyzyjny przy wyborze Generalnego Wykonawcę przedmiotowej inwestycji, obliczono iloczyny priorytetów względem przyjętych kryteriów i ich stopni ważności.

Następny etap oceny wariantów decyzyjnych stanowiła weryfikacja otrzymanych wyników – merytoryczna i formalna, która umożliwiła wyeliminowanie wariantów najmniej korzystnych w świetle przyjętych kryteriów oraz wyłonienie wariantów najbardziej odpowiadających preferencjom decydentów. Weryfikacja merytoryczna polegała na sprawdzeniu, czy uzyskane wyniki są rozsądne i zgodne z przewidywaną rzeczywistością. Wyniki niezgodne ze zdrowym rozsądkiem mogą mieć różne przyczyny np.: niepoprawnie określony cel badania, niewłaściwie zdefiniowany model hierarchiczny lub błędnie wprowadzone dane. Natomiast weryfikacja formalna, polegała na sprawdzeniu, czy poddane analizie macierze porównań wariantów parami nie są wewnętrznie sprzeczne. Wewnętrzna sprzeczność jest najczęściej określana pojęciem „niespójności”. Podejmowanie decyzji na podstawie ostatecznych wyników przy wykorzystaniu metody AHP ma sens tylko wtedy, gdy wszystkie porównania wariantów parami zostały przeprowadzone w logiczny sposób [4], [6], [7]. Dlatego też, ocena zgodności otrzymanych wyników stanowi integralny, dokonywany indywidualnie dla każdej

macierzy, etap analizy w ramach metody AHP. do tego celu stosuje się miernik, nazywany współczynnikiem zgodności CR (ang. Consistency Ratio). Zgodnie z założeniami metody AHP, jeżeli współczynnik CR przekracza wartość 10% to otrzymane wyniki oceny rozwiązań należy odrzucić, jako nielogiczne. Niezgodność (współczynnik $CR > 10\%$) może wynikać z wielu przyczyn takich, jak: niekompetencja ekspertów, zbyt duża ilość informacji, niepoprawna struktura hierarchiczna, zmieniające się otoczenie, natura badanego fragmentu rzeczywistości. Jeżeli wartość współczynnika zgodności CI jest mniejsza, bądź równa 0,1 to przyjmuje się, iż zgodność porównań elementów jest zadowalająca [11], [12]. w przeciwnym wypadku – konieczne jest skorygowanie preferencji, ponowne porównanie znaczenia kolejnych par obiektów, utworzenie nowej macierzy porównań A, czyli przeprowadzenie od nowa wyjściowego fragmentu procedury obliczeniowej. Wartość współczynnika CI dla analizowanej macierzy wyniósł 2,92 % (wynik poniżej 10%), co oznacza, iż badana macierz jest spójna i logiczna. po przeprowadzeniu niezbędnych obliczeń dla wszystkich wariantów i kryteriów w ramach metody AHP otrzymano uszeregowanie wariantów. Ważnym elementem badań było przeprowadzenie analizy wrażliwości wyników w zależności od wartości współczynników wagowych dla poszczególnych kryteriów. Przykład analizy dla badanego przypadku, został zaprezentowany w artykule. Artykuł zwieńczony jest analizą wyników oraz wnioskami.

BIBLIOGRAFIA:

1. N. Ibadov: "Contractor selection for construction project, with the use of fuzzy preference relation", XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering, Elsevier Ltd. Procedia Engineering 111 (2015) pp. 317 – 323.
2. N. Ibadov: "Wybór dostawcy w przedsiębiorstwach budowlanych na podstawie rozmytej relacji preferencji", Logistyka 3/2015, Pełny tekst na CD1 str. 1823-1829.
3. M. Krzemiński, M. Książek: Ocena jakości wybranych obiektów budowlanych metodą punktu idealnego, Inżynieria i Budownictwo, nr 12 / 2007;
4. M. Książek: Wielokryterialna ocena rozwiązań projektowych budynków. Rozprawa doktorska. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010;
5. M. Książek: P. Nowak, Expert methods for design solutions assessment. Logistyka 2009, nr 6;
6. M. Książek: Wykorzystanie systemu informatycznego w procesie decyzyjnym. Logistyka 2010, nr 6;

7. M. Książek: Wykorzystanie wybranych metod wielokryterialnych do oceny inwestycji w procesie decyzyjnym. *Logistyka* 2011, nr 3;
8. M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon: “Choice of investment variant for roads safety improvement”, *Logistyka* 2014, nr 2.;
9. M. Książek, P. Nowak, S. Kivrak, J. Rosłon, L. Ustinovichius: “Computer-aided decision-making in construction project development“, *Journal of Civil Engineering and Management*, 2015, vol. 21 (2), pages: 248-259, ISSN 1392-3730;
10. M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon, T. Wieczorek: “Multicriteria Assessment of Selected Solutions for the Building Structural Walls“, XXIII R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (23RSP), *Procedia Engineering*, 2014, vol. 91, pages: 406–411, ISSN: 1877-7058;
11. J. Rosłon: Zastosowanie wybranych metod kwalifikacji podczas doboru wykonawców infrastrukturalnych projektów budowlanych, *TTS Technika Transportu Szynowego*, 10/ 2013;
12. T. L. Saaty: *The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh 1996.

IDENTYFIKACJA ZAKŁÓCEŃ PROCESU INWESTYCYJNEGO PODCZAS REALIZACJI OBIEKTU HANDLOWEGO – CASE STUDY

M. LENDO-SIWICKA¹, M. POŁOŃSKI², K. PAWLUK³

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono w wielkim skrócie proces planowania i realizacji dużego obiektu handlowego oraz wskazano główne czynniki zakłócające planowany przebieg robót, ich skutki oraz zastosowane rozwiązania w celu ich zminimalizowania. Rozpoznanie, przewidzenie ewentualnych skutków oraz uwzględnienie ich w planowanym przebiegu podobnych prac w przyszłości może znacząco podnieść wiarygodność opracowywanych na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego harmonogramów, zarówno rzeczowych, czasowych jak i finansowych.

Obiektem badawczym jest sklep sportowy, który wchodzi w skład wspólnie realizowanych czterech wielkopowierzchniowych budynków handlowych na obszarze prawie 11 ha w podmiejskiej części jednego z miast województwa mazowieckiego. Jest to jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony budynek o maksymalnej wysokości 9,50 m. Obiekt ma kształt prostokąta o wymiarach zewnętrznych 51,04 m na 70,49 m. w budynku mieści się sklep sportowy z halą sprzedaży i powierzchnią ekspozycyjną, zapleczem, strefą rozładunku oraz częścią biurową i socjalną. Powierzchnia zabudowy wynosi 3097,10 m².

Tematyka artykułu obejmuje dwa z czterech etapów procesu inwestycyjnego, mianowicie: przygotowania inwestycji oraz jej realizację, a w oparciu o bardziej rozbudowany podział cztery fazy – fazę analizy, fazę założeń, fazę budowy i fazę przekazania do użytku. Badania skupiały się na porównaniu przyjętych założeń z faktycznym przebiegiem realizacji. Głównymi parametrami służącymi do oceny uzyskanych efektów był planowany i osiągnięty czas i koszt.

¹ DSc., PhD., Eng., Warsaw University of Life Science - SGGW, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Nowoursynowska 159, 02-776Warsaw, Poland, e-mail: marzena_lendo_siwicka@sggw.pl

² Prof., DSc., PhD., Eng., Warsaw University of Life Science - SGGW, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Nowoursynowska 159, 02-776Warsaw, Poland, e-mail: mieczyslaw_polonski@sggw.pl

³ DSc., PhD., Eng., Warsaw University of Life Science - SGGW, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Nowoursynowska 159, 02-776Warsaw, Poland, e-mail: katarzyna_pawluk@sggw.pl

W analizowanym procesie, tak jak podczas realizacji większości inwestycji, powstało wiele harmonogramów, które dynamicznie się zmieniały w związku z podejmowanymi decyzjami. w artykule przytoczone zostały dane z trzech z nich: harmonogramu inwestorskiego koncepcyjnego (HIK), harmonogramu inwestorskiego realizacyjnego (HIR) oraz harmonogramu wykonawczego (HW).

W fazie przygotowania, przez Inwestora przygotowany został ogólny harmonogram uwzględniający tylko podstawowe punkty bazowe (HIK). Cały harmonogram tak dużego przedsięwzięcia zawierał zaledwie 30 zadań, rozpoczynając od kompletowania dokumentacji, a na otwarciu obiektu kończąc. Stanowi on poglądowy obraz całej realizacji i skupia się przede wszystkim na zagadnieniach formalno-prawnych. Harmonogram inwestorski realizacyjny (HIR) bazuje na stworzonym uprzednio harmonogramie inwestorskim koncepcyjnym (HIK) i stanowi jego rozwinięcie. w związku z zaistniałymi podczas realizacji rozbieżności w stosunku do wstępnych założeń został on rozbudowany o kilka dodatkowych punktów i całość skupia 38 zadań. Najważniejsze zdarzenia, które miały wpływ na zmiany pomiędzy harmonogramem inwestorskim koncepcyjnym (HIK) i realizacyjnym (HIR), wynikały z wzrostu planowanych kosztów (z około 7, 37 do 8,64 mln PLN, czyli o około 17%). Zmusiło to Inwestora do przygotowania zmian w projekcie łącznie z planowanymi oszczędnościami zmniejszającymi koszty do wcześniej planowanego poziomu, co spowodowało sekwencję niezbędnych, dodatkowych działań: deficyt budżetowy → redukcja kosztów → zmiana zakresu robót → zmiany w dokumentacji projektowej → zmiana pozwolenia na budowę → konieczność powtórzenia przetargu. Drugą poważną przeszkodą była konieczność wystąpienia o dodatkową zmianę pozwolenia na budowę ze względu na podział całego centrum handlowego na poszczególne budynki, umożliwiającą wykonanie niezależnych odbiorów.

Harmonogram wykonawczy (HW) obrazujący szczegółowo realizację całego Sklepu Sportowego stanowił rozwinięcie harmonogramu inwestorskiego o zakresy robót poszczególnych wykonawców. Był on najbardziej szczegółowy, zawierał 130 zadań, a schemat podziału WBS obejmował prace związane z przygotowaniem terenu inwestycji, budowę hali sprzedaży, wykonanie instalacji, roboty elektryczne, realizację dróg i parkingów. Powstał on na bazie harmonogramu ogólnego uwzględniającego oba zamienne pozwolenia na budowę, przy czym wyłączono z niego zagadnienia formalno-prawne, skupiając się na aspektach technicznych, technologicznych oraz organizacyjnych. w rzeczywistości nie wszystkie prace zostały wykonane zgodnie z tym harmonogramem, jednak nie stanowiło

to dużego problemu, szczególnie, gdy nie dochodziło do kolizji międzybranżowych, których udało się uniknąć. Zasadnicze znaczenie w sprawnym przebiegu robót budowlanych miała koordynacja wszystkich prac z obowiązującym w danym okresie pozwoleniem na budowę i kontrola terminowości ich wykonania. Odbывała się ona na podstawie monitorowania kamieni milowych całej inwestycji, przyjętych wcześniej w harmonogramie inwestorskim. Na bieżąco sporządzane były również protokoły przerobowe, stanowiące potwierdzenie wykonania określonego zakresu robót.

Z przeprowadzonej analizy przebiegu przygotowania i realizacji opisanego obiektu wynika, że proces ten odbiegł od początkowych założeń, zarówno pod względem finansowym, jak i czasowym. Zasadnicze trudności na etapie wykonywania robót budowlanych wynikały jednak nie z czynników technicznych czy technologicznych, a głównie przyjętych założeń na etapie planowania oraz wymogów formalno-prawnych. Podstawową trudność sprawił ograniczony budżet Inwestora oraz brak zabezpieczenia kwoty rezerwowej. Zbyt optymistyczne oszacowanie kosztów na wstępnym etapie planowania oraz brak możliwości zwiększenia nakładów na inwestycję zmusił Inwestora do konieczności ograniczenia zakresu robót, wprowadzenia zmian projektowych i wystąpienia o zmianę pozwolenia na budowę. Generowało to dodatkowe koszty i niezbędne przerwy (wykonanie zmian projektowych, oczekiwanie na decyzje, nowe przetargi). Drugim czynnikiem, który szczególnie wpłynął na wydłużenie czasu realizacji inwestycji, była konieczność wydzielenia odrębnego pozwolenia na budowę analizowanego obiektu. Bez jego uzyskania nie byłoby możliwości przeprowadzenia niezbędnych odbiorów i uzyskania pozwolenia na użytkowanie w wymaganym terminie. Oznacza to, że zasadnicze wydłużenie czasu realizacji inwestycji zostało spowodowane koniecznością przeprowadzenia procedury uzyskania pozwolenia na budowę aż trzykrotnie, a nie jak zakładano jednokrotnie. Za każdym razem postępowanie administracyjne trwało 65 dni, a po wydaniu decyzji należało poczekać 2 tygodnie na jej uprawomocnienie. Dzięki umiejętnemu zarządzaniu projektem procedury administracyjne prowadzone były równolegle z realizacją robót możliwych do wykonania na podstawie wcześniej wydanej decyzji. Pozwoliło to zminimalizować opóźnienie i złożyć zawiadomienie o zakończeniu robót zaledwie miesiąc po uprawomocnieniu drugiej zamiennnej decyzji o pozwoleniu na budowę. Ostatecznie, otwarcie sklepu nastąpiło sześć tygodni później niż pierwotnie planowano, a budżet został utrzymany na zakładanym poziomie.

KLASYFIKACJA CZYNNIKÓW PRZETARGOWYCH – ANALIZA CZYNNIKOWA

A. LEŚNIAK¹

STRESZCZENIE

Wybór przetargu, do którego startuje przedsiębiorstwo jest bardzo ważny w aspekcie budowania jego pozycji na rynku. Umiejętność wyboru odpowiednich zleceń decyduje o ogólnej kondycji i sukcesie firmy, a nawet o jej przetrwaniu na rynku. Podjęcie decyzji o przystąpieniu do przetargu uwarunkowane jest wieloma czynnikami związanymi zarówno z przedsiębiorstwem, jak i przedsięwzięciem, którego dotyczy przetarg. na świecie podjęto dotychczas szereg prób identyfikacji czynników mających wpływ na decyzje o uczestniczeniu w przetargu, a te z kolei przyczyniły się do budowy modeli wspomagających podjęcie tych decyzji. w artykule podjęto próbę wykrycia kluczowych kryteriów determinujących podejmowane decyzje przetargowe, których obserwowalnym efektem są konkretne czynniki zidentyfikowane na podstawie literatury przedmiotu i badań ankietowych. w tym celu zastosowano analizę czynnikową.

Sposoby pozyskiwania wykonawców na rynku budowlanym zależą od rodzaju rynku, rodzaju zamówienia i jego wartości. w przypadku sektora prywatnego to inwestor sam decyduje jaka forma poszukiwania wykonawcy jest dla niego najkorzystniejsza. w przypadku sektora publicznego zamawiający zobowiązany jest do przestrzegania ustawy Prawo Zamówień Publicznych z dnia 29 stycznia 2004 r. z późn.zm. Najczęściej stosowanym trybem udzielania z zamówień publicznych na roboty budowlane jest przetarg nieograniczony. Jest to podstawowy tryb, dopuszczany przez ustawę w każdym przypadku i posiadający istotne zalety: brak przesłanek do stosowania, wysoki stopień konkurencyjności, nieskomplikowana procedura i krótki czas postępowania.

Po uzyskaniu informacji o ogłoszonym przetargu potencjalny wykonawca musi podjąć decyzje o przystąpieniu do przetargu i rozpocząć zazwyczaj pracochłonny proces przygotowania oferty. Dotychczas przeprowadzono szereg badań na całym świecie w celu identyfikacji czynników wpływających na decyzje przetargowe wykonawców robót. Pierwsze

¹ Assistant professor. Ph.D., Eng. Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Institute of Construction and Transportation Engineering and Management, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: alesniak@izwbit.pk.edu.pl

przeprowadzono w 1988 roku w USA [1] a w ostatnich latach w Syrii [5] i Arabii Saudyjskiej [2]. Wyniki badań przeprowadzonych w Polsce przedstawiono w pracy [3]. Prowadzone w różnych krajach badania są zbieżne i podobne czynniki znajdują się w czołówce listy ale również, w każdym kraju pojawiała się grupa takich czynników, która jest charakterystyczna dla tego rynku. w tabeli 1 przedstawiono trzy najistotniejsze czynniki przetargowe wytypowane w wyniku badań prowadzonych w różnych krajach.

Tabela 1. Najistotniejsze czynniki przetargowe

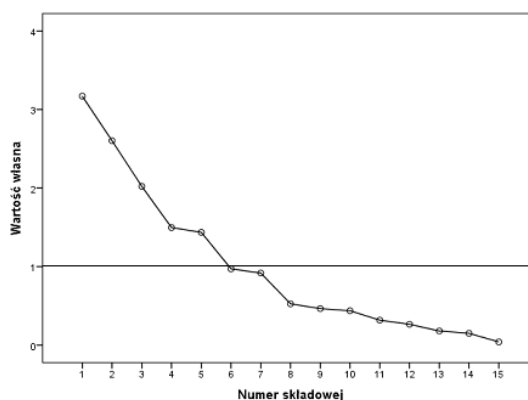
Syria [5] / 2000	Saudi Arabia [2] / 2009	Poland [3] / 2013
Spełnienie wymagań przetargowych	Zasoby finansowe inwestora	Rodzaj robót
Zasoby finansowe inwestora	Przepływy pieniężne przedsięwzięcia	Doświadczenie w realizacji podobnych przedsięwzięć
Relacje i reputacja inwestora	Możliwości wykonawcy	Warunki umowne

Źródło: opracowanie na podstawie [3]

Celem analizy czynnikowej jest przedstawienie wyjściowego zbioru obserwowalnych zmiennych za pomocą mniejszej ilości zmiennych ukrytych, których nie można bezpośrednio obserwować. w tym ujęciu obserwowalne zmienne Y_i można przedstawić za pomocą funkcji liniowej ukrytych, wspólnych czynników F_k oraz zbioru czynników swoistych U_i , charakteryzujących poszczególne zmienne [4]. w modelu czynnikowym przyjmuje się założenie o braku korelacji między czynnikami wspólnymi (F_k) a czynnikami swoistymi (e_i). Algorytm analizy czynnikowej składa się z kilku etapów :Ustalenie czy zmienne spełniają założenia analizy czynnikowej, wybór modelu czynnikowego i oszacowanie ładunków czynnikowych , ustalenie liczby czynników, rotacja czynników, interpretacja wyników analizy czynnikowej.

Bazując na zidentyfikowanych w [3] czynnikach, eksperci dokonali oceny 44 postępowań przetargowych, w których rozważano udział wykonawcy. Każdy przetarg został oceniony za pomocą 15 kryteriów (czynników) wpływających na podjęcie decyzji przetargowej. w wyniku analizy czynnikowej można wyodrębnić 5 kluczowych czynników decydujących o udziale w przetargu (Rys. 1):

- F1 - rozmiar przedsięwzięcia
- F2 - warunki finansowe przedsięwzięcia
- F3 - doświadczenie wykonawcy
- F4 - techniczne uwarunkowania przedsięwzięcia
- F5 - względy organizacyjne.



Rys. 1. Wykres osypiska dla analizy czynnikowej

Wyselekcjonowanie i badania czynników są podstawą budowy modeli wspomagających decyzje przetargowe. Dotychczasowe badania wskazują długą listę (od 16 do 55 czynników), które mają znaczący wpływ na proces podejmowania decyzji. Biorąc pod uwagę, że najczęściej czynniki te stanowią dane wejściowe proponowanych modeli można rozważyć redukcję wymiaru zbioru co w dalszym kroku umożliwiłoby uproszczenie samych modeli.

W pracy dokonano oceny 15 czynników wpływających na decyzje przetargowe dla wybranej grupy przetargów. Czynniki oceniano w skali punktowej od 1-7 (1- brak wpływu czynnika, 7 znaczący wpływ). w celu klasyfikacji i redukcji danych wejściowych (liczby 15 czynników) zaproponowano analizę czynnikową. Wynik przeprowadzonej analizy czynnikowej jest zadowalający.

Dla przyjętego zbioru danych wyodrębniono pięć zasadniczych czynników wpływających na decyzje przetargowe: rozmiar przedsięwzięcia, warunki finansowe przedsięwzięcia, doświadczenie wykonawcy, techniczne uwarunkowania przedsięwzięcia, względy organizacyjne.

BIBLIOGRAFIA:

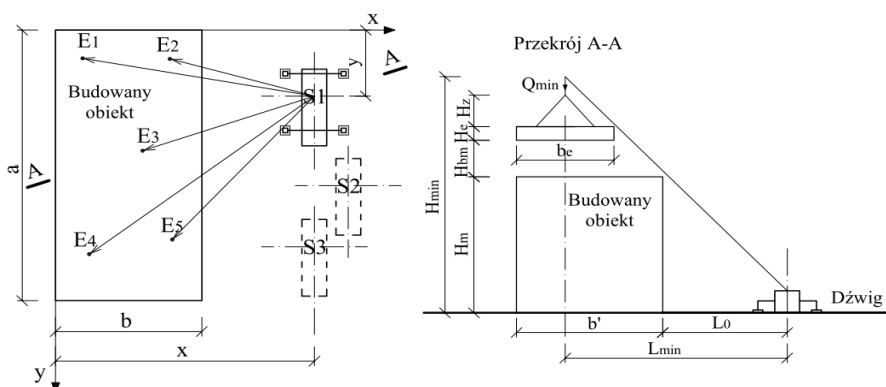
1. Ahmad, I. Minkarah, "Questionnaire survey on bidding in construction", *Journal of Management in Engineering Division*, vol. 4, no. 3, pp. 229-243, 1988.
2. S. Bageis, C. Fortune, "Factors affecting the bid/no bid decision in the Saudi Arabian construction contractors", *Construction Management and Economics*, vol. 27, pp. 53-71, 2009
3. Leśniak, E. Plebankiewicz, "Modeling the Decision-Making Process Concerning Participation in Construction Bidding." *Journal of Management in Engineering*, vol. 31(2), pp. 04014032, 2015.
4. T. Panek, J. Zwierzchowski, *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej, Teoria i zastosowania*, Oficyna Wydawnicza SGH, 2013
5. M. Wanous, A.H. Boussabaine, J. Lewis, "To bid or not to bid: a parametric solution", *Construction Management and Economics*, vol. 18, pp. 457-466, 2000.

OPTIMALIZACJA USYTUOWANIA ŻURAWIA SAMOCHODOWEGO DO WYKONANIA MONTAŻU KONSTRUKCJI

P. MARCINKOWSKI¹, M. BANACH²

STRESZCZENIE

Wybór urządzeń montażowych do realizacji prac montażowych na danym placu budowy powinien być poprzedzony ustaleniem niezbędnych parametrów technicznych, jakimi mają się te urządzenia charakteryzować w najniekorzystniejszych możliwych sytuacjach ich pracy. do parametrów tych należy niezbędny: udźwig – Q_{min} , zasięg – L_{min} i wysokość podnoszenia – H_{min} . Wyznaczamy je rozpatrując kilka sytuacji charakterystycznych w planowanym montażu – sytuacji, które generują najniekorzystniejsze sytuacje montażowe. Zidentyfikowanie tych sytuacji nie jest łatwe, szczególnie dla żurawi samochodowych. Usytuowanie żurawia samochodowego powinno umożliwić wykonanie montażu określonego zbioru prefabrykatów na budowanym obiekcie. Prefabrykaty najczęściej mają różne gabaryty i masy oraz różne miejsca wbudowania.



Rys. 1. Analiza usytuowania dźwigu na wybranych stanowiskach montażowych

¹ DSc., Eng., (associate prof. PW) Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Mechanics and Petrochemistry, ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock, email: marcinkowski@pw.plock.pl

² MSc., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Mechanics and Petrochemistry, ul. Łukasiewicza 17, 09-400 Płock, e-mail: mbanach@pw.plock.pl

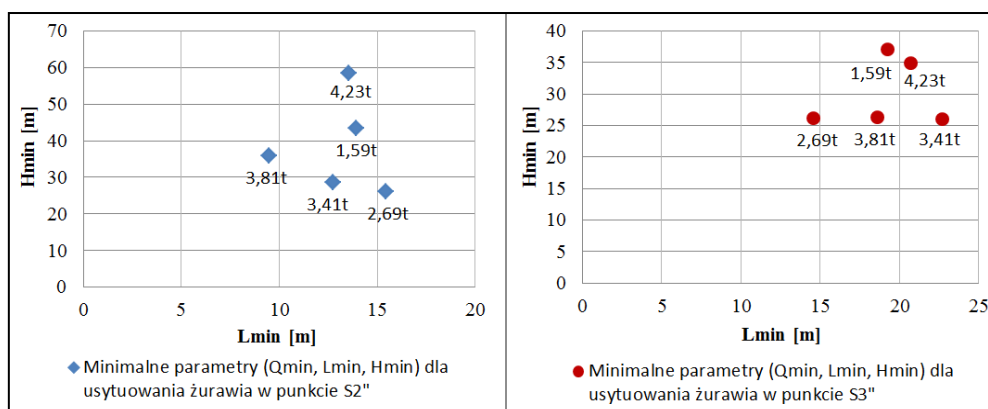
Oczywiście organizator robót montażowych dąży do tego, aby z określonej lokalizacji żurawia wykonać montaż w największym zakresie. Pozwoli to na ograniczenie operacji przestawiania żurawia na kolejne stanowiska montażowe, co skraca czas pracy żurawia, tym samym ogranicza przestój zespołu montującego, oraz co równie ważne upraszcza prace logistyczne związane z bieżącym dostarczaniem na budowę prefabrykatów przeznaczonych do montażu z określonej lokalizacji żurawia. w wielu przypadkach swobodne sytuowanie lokalizacji żurawia ograniczają warunki panujące na placu budowy. Przyjmując tę ostatnią kwestię za najczęściej występującą na budowach, zakładamy, że problem usytuowania żurawia samochodowego będziemy rozwiązywali jako wybór jednego optymalnego usytuowania z ustalonych możliwych lokalizacji żurawia.

W pracy ograniczamy się do ustalenia (wyboru) jednego usytuowania S_{opt} z wielu możliwych, określonych zbiorem $S = \{S_1, S_2, \dots, S_s\}$, dla którego zbiór niezbędnych parametrów określonych dla poszczególnych elementów $E = \{E_1, E_2, \dots, E_e\}$ generuje potrzebę zatrudnienia żurawia o najmniejszym udźwigu nominalnym Q_{dz} . Udźwig nominalny żurawia traktujemy tu jako wielkość charakteryzującą maszynę, nie zaś jako parametr związany z konkretną sytuacją montażową.

Do rozwiązywania przedstawionego problemu opracowano arkusz kalkulacyjny w programie Excel. Jako dane w analizach wykonywanych arkuszem określono charakterystyki prefabrykatów, ich usytuowanie w obiekcie, charakterystykę wymiarową obiektu oraz współrzędne proponowanych stanowisk montażowych. Rozwiązywaną sytuację obrazuje rys.

1. Arkusz zaprojektowano tak, aby efektem końcowym były wymagane charakterystyki $\{Q_{min}, L_{min}, H_{min}\}$ dla każdego montowanego elementu z wybranych lokalizacji żurawia. Przykładowe wyniki w formie wykresów przedstawiono na rys. 2, gdzie pokazano wymagane udźwigi żurawia w funkcji L_{min} i H_{min} dla żurawi usytuowanych w wybranych stanowiskach S_2 i S_3 . Charakterystyki żurawi udostępnianych przez producentów również są opracowane w formule funkcji L_{min} i H_{min} .

Porównanie ich wraz z danymi przedstawionymi na rys. 2 wykonuje się poprzez nałożenie tych rysunków w jednolitej skali. na podstawie tej analizy określono wymagany udźwig nominalny 130T dla pozycji żurawia S_2 , oraz 60T dla pozycji S_3 .



Rys. 2 Graficzne przedstawienie wyników – niezbędnych parametrów żurawia przejezdnego.

Arkusz kalkulacyjny jest stosunkowo elastycznym narzędziem analizy. Poprzez zmiany współrzędnych stanowisk żurawi przejezdnych oraz grup (zbiorów) elementów prefabrykowanych montowanych z tych stanowisk, możemy ustalać lokalizację stanowisk roboczych żurawi do wykonania określonych fragmentów prefabrykowanej konstrukcji obiektu. Dobór maszyn montażowych i lokalizacji ich stanowisk na placu budowy są niezmiernie istotne z punktu widzenia topografii samego placu budowy, na którym ma być zmontowany obiekt prefabrykowany. Nie zawsze ma się do dyspozycji tyle miejsca, ile faktycznie potrzeba, aby móc osiągnąć dzięki pracy żurawia efektywność prac montażowych. Układ przestrzenny, rodzaje form zabudowy oraz rozwiązania konstrukcyjne obiektów kształtują potrzeby w zakresie typów i parametrów roboczych maszyn montażowych. Realizacja robót montażowych wymaga zatem rozwiązania różnych problemów technicznych i organizacyjnych. Problem lokalizacji żurawia samochodowego do wykonania pracy montażowej powinien być rozwiązywany z wyborem wielkości i charakterystyki samej maszyny oraz z analizą charakterystyki montażowej obiektu i prefabrykatów. Nie bez znaczenia są też zagadnienia harmonogramowania prac montażowych [1,2]. Rozwiązanie tych zagadnień we wszystkich aspektach wymaga dalszych celowych studiów, analiz i twórczych opracowań.

BIBLIOGRAFIA:

1. W. Bożejko, Z. Hejducki, M. Uchroński and M. Wodecki, „System wspomagania harmonogramowania przedsięwzięć budowlanych, Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji” (red. R. Knosala). Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją: 263-273, Opole, 2012.
2. W. Bożejko, Z. Hejducki, M. Uchroński and M. Wodecki, „Zintegrowany proces transportu i montażu elementów obiektu mostowego, Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji” (red. R. Knosala). Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją: 273-285, Opole, 2013.

ELASTYCZNE DOSTOSOWANIE OBIEKTÓW HOTELOWYCH DO WYMAGAŃ RYNKOWYCH

R. MILWICZ¹, P. NOWOTARSKI²

STRESZCZENIE

Branża turystyczno-noclegowa charakteryzuje się dużą zmiennością. Na zainteresowanie klientów ma wpływ nie tylko lokalizacja, która nie ulega zmianie, ale także standard, ceny oraz sezonowość usług. W ostatnich latach ośrodki pełniące funkcje jedynie letniskowe dostrzegają możliwość poszerzenia swojej działalności w miesiącach zimowych. Powodem tego stanu rzeczy są m.in. lokalne inwestycje wymagające wykwalifikowanej kadry, która to przyjeżdża z różnych rejonów kraju, Europy czy świata stwarzając popyt na miejsca noclegowe oraz gastronomiczne. Dodatkowo obserwuje się wzrost zainteresowania turystów wynajmem małych domków drewnianych w ostatnich latach na terenie Polski.

Dostosowanie się do zaistniałych potrzeb wymaga adaptacji ośrodka do tzw. chłodnego sezonu. W celu znalezienia najodpowiedniejszego rozwiązania, w jednym z takich ośrodków, została przeprowadzona analiza opłacalności inwestycji termo-modernizacji obiektu.

Autorzy niniejszego opracowania przeprowadzili analizę przypadku przy użyciu elastycznych narzędzi do planowania i zarządzania budową oraz za pomocą metody LCC. Użyto przy tym danych historycznych uzyskanych od właściciela, oraz przewidywanego zainteresowania zarówno krótko- jak długoterminowego wynajmu obiektu w kolejnych latach.

W celu porównania kilku możliwych opcji rozwiązań, zgodnie z metodologią LCC, należy działać według przyjętego algorytmu. Wymienione poniżej kroki stanowią podstawę podejmowania decyzji dotyczących inwestycji.

¹ Msc. Eng., Poznań University of Technology, Division of Construction Technology and Management Institute of Structural Engineering, Piotrowo 5, 61-138 Poznań, Poland, email: roman.milwicz@put.poznan.pl

² Msc. Eng., Poznań University of Technology, Division of Construction Technology and Management Institute of Structural Engineering, Piotrowo 5, 61-138 Poznań, Poland, email: piotr.nowotarski@put.poznan.pl



Rys.1: Główne fazy analizy porównawczej LCC

Na szczególną uwagę zasługuje tutaj pozycja oszacowanie czasu i kosztów dla każdej z opcji. Określenie ram czasowych inwestycji odgrywa kluczową rolę w oszacowaniu kosztów inwestycji a co za tym idzie, także jej opłacalności. Jeszcze niedawno inwestorzy w Polsce zwracali uwagę jedynie na koszty inwestycyjne bagatelizując pozostałe koszty związane z konserwacją czy kosztami energii. Sytuacja ta z roku na rok wygląda coraz lepiej i zwiększa się świadomość inwestorów w analizowanej branży.

Udział kosztów może przybierać różne proporcje w zależności od charakteru inwestycji. Wyznaczenie LCC pomaga znaleźć rozwiązanie najbardziej optymalne dla inwestora. Często obserwowanym faktem jest obniżenie LCC dzięki zwiększeniu kosztów początkowych na np. bardziej zoptymalizowany projekt, czy też materiały o lepszej jakości, skutkują zmniejszeniem wydatków na późniejsze naprawy czy zakup/wytworzenie energii.

ANALIZA PRZYPADKU

Inwestor dostrzegając potrzeby rynku planuje modernizację ośrodka w celu adaptacji części pomieszczeń na świadczenie usług w sezonie grzewczym. Zlokalizowanie dużej inwestycji w pobliżu ośrodka powoduje zwiększone zapotrzebowanie na miejsca noclegowe dla pracowników oraz kadry inżynierskiej zatrudnionej przy inwestycji. Planowany czas robót wynosi 5 lat. Istnieje duże prawdopodobieństwo, iż zakres prac zostanie poszerzony a co za tym idzie, konieczność zapewnienia miejsc noclegowych. Inwestor zlecił opracowanie i przekalkulowanie dwóch opcji. Jako okres intensywnej eksploatacji przyjęto 5 lat. Istotne było także ustalenie minimalnej ilości gości dla której ośrodek nie przynosi strat (BEP). w celu podjęcia przeglądu przeanalizowano możliwość zysku jaki można osiągnąć podejmując termomodernizację.

Aktualnie 3 domy letnie składające się z dwóch mieszkań przeznaczanych do termomodernizacji pełnią swoje funkcje jedynie w sezonie letnim. w toku analizy przeliczono możliwy przychód oraz koszty i znaleziono w ten sposób rozwiązanie najlepiej dopasowane do potrzeb inwestora.

W założeniach termomodernizacja ma obejmować: wymianę stolarki okiennej i ocieplenie ścian budynków oraz i instalację elektrycznych promienników ciepła (opcja A) lub instalację centralnego ogrzewania wraz z piecem na pellet (opcja B). Wady i zalety poszczególnych opcji przedstawiono poniżej.

Opcja A

Elektryczne promienniki ciepła wymagają niskich nakładów finansowych związanych z zakupem i instalacją grzejników. Również czas montażu jest bardzo krótki oraz możliwy do przeprowadzenia w trakcie pobytu gości w ośrodku. Jest to na tyle istotne, iż nie generuje strat za usługi oraz nie stwarza możliwości utraty klienta przez wyszukanie przez niego innego miejsca pobytu. Możliwość zmiany ogrzewania na inne źródła jest również niekłopotliwa, dodatkowo istnieje możliwość powtórnego użycia promienników w innych obiektach. Awaryjność promienników jest bardzo niska, a co istotne ma ona charakter lokalny (awaria jednego promiennika nie ma wpływu na pozostałe źródła ciepła). w celu obniżenia zużycia energii każdy promiennik zostałby wyposażony w czasowy programator. Wykorzystanie takiej metody jest możliwe dzięki, przede wszystkim, małej pojemności cieplnej budynku z drewna, która w tym przypadku okazuje się być zaletą, a także regularności i przewidywalności pobytu użytkowników w pomieszczeniach. Goście przybywają w domach od godziny 19.00 do 6.00. Umożliwia to ustawienie ogrzewania w sypialni na zakres 18.00-6.00 natomiast w łazience 18.00-21.00 oraz 5.00-6.00- w pozostałym czasie ogrzewanie można uruchomić manualnie. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwa jest znaczna redukcja poboru energii przy utrzymaniu niezmiennego komfortu cieplnego użytkowników.

Opcja B

Instalacja centralnego ogrzewania z wykorzystaniem pieca na pellet jest rozwiązaniem bardziej czasochłonnym oraz niesie za sobą większe koszty inwestycyjne. Główną trudnością jest budowa kotłowni. Jednak ta opcja może pociągać za sobą szereg korzyści. Przede wszystkim dzięki zastosowaniu tego rozwiązania inwestor zmniejszy wydatki na energię w sezonie grzewczym. Istotnym aspektem jest fakt, że w przypadku realizacji tej opcji, nastąpi także zastąpienie bojlerów elektrycznych podgrzewających CWU przez ogrzewanie centralnym piecem na pellet, co przyczyni się to do znacznej redukcji kosztów podgrzewania wody w ciągu całego roku- oszczędności wynosić mogą około 70% w porównaniu do ogrzewania elektrycznego. Podobnie jak w opcji a ogrzewanie będzie sterowane czasowo.

Instalacja jest bardziej kosztownej ale umożliwia inwestorowi zastosowanie w przyszłości odnawialnych źródeł energii np. kolektorów słonecznych, które można włączyć do systemu ogrzewania.

Oba rozwiązania charakteryzują się wysoką elastycznością, posiadającą jednak związane są z zupełnie inną technologią jak i kosztami dla inwestora. w artykule przeliczono każdą opcję pod kątem LCC i opłacalności inwestycji na przestrzeni przyszłych 20 lat funkcjonowania ośrodka oraz zaproponowano wybór najkorzystniejszej z nich w danym przypadku.

WNIOSKI

Po przeprowadzaniu analizy przypadku można stwierdzić, że użycie kilku innowacyjnych narzędzi do dogłębnego badania tematu daje szersze pole widzenia i umożliwia zrozumienie problemu . Szczególnie metoda LCC zapewnia niezbędne wskazówki dla inwestora, dotyczące najlepszych rozwiązań przy wykonywaniu termo-modernizacji.

Ukazane w artykule spectrum możliwości uzyskania przychodu w momencie skorzystania z opcji B jest wyraźnie widoczne i mimo że rozwiązanie w początkowej fazie inwestycyjnej jest droższe, w dłuższej perspektywie jest korzystniejsze poprzez zmniejszenie całkowitych kosztów energii podczas użytkowania. Dodatkową zaletą tej opcji jest to, że w przyszłości może być modyfikowana o dodatkowe źródła energii i ciepła np. o kolektory słoneczne, które mogłyby dodatkowo obniżyć zależność inwestora od dostawców energii.

Warto także dodać, że proponowana metoda termo-modernizacji może być z powodzeniem używana przy realizacji podobnych inwestycji i może umożliwiać właścicielom ośrodków letniskowych wzrost przychodów związanych z obsługą ruchu pracowniczoturystycznego również w trakcie sezonu zimowego.

PRZEWODNOŚĆ CIEPLNA KONSTRUKCYJNYCH MURÓW Z ZIEMI UBIJANEJ STABILIZOWANEJ CEMENTEM

P. L. NARLOCH¹, M. SOBOLEWSKI², M. GOŁĘBIEWSKI³

STRESZCZENIE

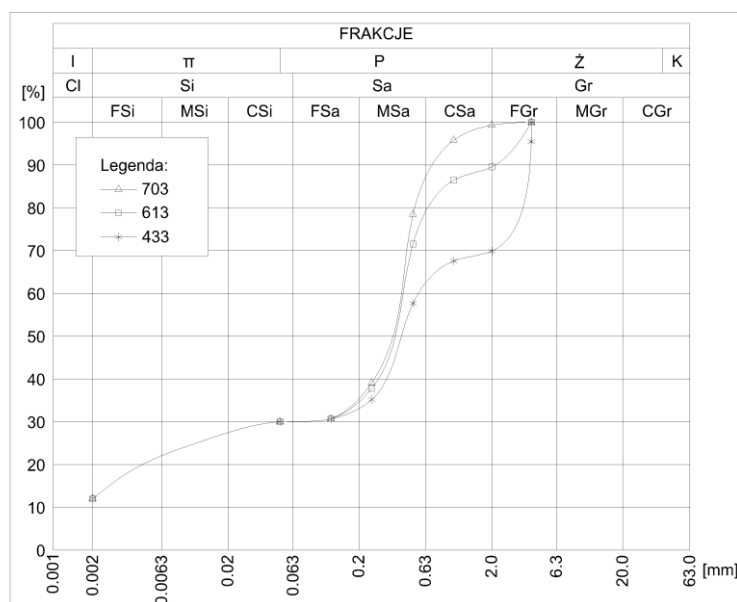
Przedmiotem artykułu jest analiza wyników badań przewodności cieplnej konstrukcyjnych monolitycznych murów wykonanych w technice ziemi ubijanej stabilizowanej cementem. Ziemia ubijana to technika umożliwiająca wnoszenie monolitycznych murów nośnych z wykorzystaniem lokalnie dostępnego gruntu, zalegającego pod warstwą humusu. Wznoszenie murów następuje w wyniku ubijania warstwami wilgotnej mieszanki ziemi układanej w deskowaniu. W klimacie umiarkowanym konieczne jest zastosowanie dodatku stabilizującego, który zapewnia odpowiednią trwałość murów. Najczęściej stosowanym stabilizatorem jest cement portlandzki, którego niewielka ilość gwarantuje odpowiednią w budownictwie mieszkaniowym trwałość elementu. W artykule omówiono izolacyjność cieplną nośnych monolitycznych murów z mieszanek ziemi, o różnym składzie granulometrycznym, z dodatkiem cementu wynoszącym 9% suchej masy mieszanki.

Na wartość współczynnika przewodzenia ciepła materiałów budowlanych na bazie ziemi ma wpływ szereg właściwości materiału, pośród których istotne znaczenie mają jego gęstość objętościowa oraz wilgotność. Intencją autorów było zbadanie i przeanalizowanie wartości współczynnika przewodzenia ciepła monolitycznych murów z ziemi ubijanej stabilizowanej cementem o różnym uziarnieniu (Rys. 1), przy możliwie zbliżonej gęstości objętościowej.

¹ MSc. Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: p.narloch@il.pw.edu.pl

² Laboratorium Centrum Wodne, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, SGGW w Warszawie.

³ Warsaw University of Technology, Faculty of Architecture



Rys. 1. Krzywe uziarnienia poszczególnych mieszanek ziemi poddanych analizie.

Próbki wysuszone do stałej masy zostały poddane badaniu przewodności cieplnej w oparciu o zalecenia normy PN-EN 12664:2002 [3]. Według niej, w przypadku gdy próbki charakteryzują się oporem cieplnym mniejszym niż $0,3 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ lub gdy próbki nie spełniają wymagań normowych w zakresie ich płaskości, należy zastosować cienkie arkusze odpowiednio ściśliwego materiału pomiędzy powierzchnie próbki i płyty aparatu pomiarowego, w celu zapewnienia między nimi dobrego kontaktu cieplnego. Z uwagi na nierówności, chropowatą powierzchnię próbek oraz przewidywaną małą wartość oporu cieplnego próbek zdecydowano się na zastosowanie arkuszy kontaktowych z zalecanej przez normę płyty silikonowej spienionej. Stanowisko pomiarowe (Rys. 2) składało się z aparatu płytowego z czujnikami gęstości strumienia ciepła FOX 600 oraz 2 par termopar typu KX z rejestratorem, które umieszczono pomiędzy próbkę a arkusze kontaktowe. Mierzono wartości temperatury na górnej i dolnej płaszczyźnie próbek, gęstość strumienia ciepła przepływającego przez próbki oraz grubość próbek.



Rys. 2. Badanie przewodności cieplnej aparatem płytowym FOX 600 próbki ziemi ubijanej

Uzyskane średnie wartości współczynnika przewodzenia ciepła λ oraz gęstości objętościowej badanych serii próbek zestawiono w Tabeli 1. Pomimo zbliżonej gęstości objętościowej wszystkich badanych próbek wynoszącej około $2180 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, uzyskano zróżnicowane wyniki współczynnika przewodzenia ciepła wynoszące od 0,734 do 0,815 $[\text{W}/(\text{mK})]$. Nie zaobserwowano zależności między wzrostem zawartości frakcji zwirowej w mieszance ziemi a wartością współczynnika przewodzenia ciepła.

Tabela 1. Wyniki pomiarów współczynnika przewodzenia ciepła

symbol mieszanki	gęstość objętościowa ρ $[\text{kg/m}^3]$	przewodność cieplna λ $[\text{W}/(\text{mK})]$
703 9% CEM I	2186,5	0,764
613 9% CEM I	2178,8	0,815
433 9% CEM I	2187,3	0,734

Uzyskane wyniki wskazują, że na wartość przewodności cieplnej murów z ziemi ubijanej, poza gęstością objętościową i wilgotnością materiału, istotny wpływ będą miały również inne właściwości. W niniejszym artykule wykazano, że jedną z nich jest uziarnienie materiału, zaś różnice między wynikami pomiarów przeprowadzonych przez autorów artykułu a wartościami podanymi w literaturze [1] i [2] wskazują na to, że istotne znaczenie może mieć również m.in. skład mineralny mieszanki ziemnej. Dalsze badania zmierzające

do ustalenia zakresu rekomendowanego uziarnienia mieszanki ziemi ze względu na wartość przewodności cieplnej są obecnie przedmiotem analizy prowadzonej przez autorów.

BIBLIOGRAFIA:

1. Hall M., Allinson D., “Assessing the effects of soil grading on the moisture content-dependent thermal conductivity of stabilised rammed earth materials”, *Applied Thermal Engineering*, 29, 2009, s. 740–747
2. Hall M. R., Lindsay R., Krayenhoff M., “Modern earth buildings: Materials, engineering, constructions and applications”, *Woodhead Publishing Series in Energy*, 2012.
3. PN-EN 12664:2002 „Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych - Określanie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia cieplnego - Suche i wilgotne wyroby o średnim i małym oporze cieplnym”.

WYBRANE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE W BUDOWNICTWIE DLA OSÓB STARSZYCH W POLSCE

A. NICAŁ¹

STRESZCZENIE

Obserwowane w Polsce w po roku 1989 tendencje w obszarze zmiany w zakresie ruchu naturalnego doprowadziły do istotnych zmian w strukturze demograficznej kraju. Analogicznie, jak w przypadku krajów Europy Zachodniej korzystnym zmianom uległa długość życia społeczeństwa, wynikająca głównie z poprawy warunków bytowych i socjalnych. Niestety wyraźne pogorszenie zauważono w zakresie dzietności oraz zachowań związanych z tworzeniem i trwałością związków małżeńskich. Dodatkowo na niekorzystny trend ludnościowy w naszym kraju wpływają rosnące migracje zagraniczne.

Procesy ludnościowe, które definiuje się jako drugie przejście demograficzne charakteryzują się tworzeniem rodzin w późnym wieku, relatywnie późnym okresem macierzyństwa, spadkiem liczby małżeństw oraz wzrostem liczby związków nieformalnych. Obecność tych procesów obserwowana jest w Europie od połowy lat 60-tych i bieżących latach posiada charakter globalny. Wprowadzone w 2003 roku przez D. van de Kaa pojęcie „Nowa demografia Europy” oznacza nie tylko zmiany towarzyszące procesom przejścia do nowoczesnej reprodukcji, lecz utrwalenie się tego procesu znacznie poniżej prostej zastępowalności pokoleń [1].

Niska płodność (współczynnik dzietności równy 1,5 i mniej) wraz z systematycznym wydłużaniem długości życia oraz wzrostem znaczenia migracji prowadzi do zmniejszenia przyrostu naturalnego, a w konsekwencji do nieodwracalnych zmian struktury populacji [2]. W wyniku tego nastąpiło zachwianie relacji pomiędzy generacjami – osobami w wieku produkcyjnym oraz osobami starszymi. Prognozy te zostały dostrzeżone już w latach 80-tych i 90-tych XX. wieku, a sposobem na ich minimalizowanie były propozycje wydłużenia wieku

¹ PhD., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: a.nical@il.pw.edu.pl

przejścia ludności w okres pobierania świadczeń emerytalnych oraz pobudzenie aktywności zawodowej osób w wieku +50 i +60 lat.

Badania naukowe prowadzone na świecie dowodzą, że udział osób w wieku 65+ wzrośnie z 7% w pierwszej dekadzie XXI. wieku, do 16% w 2050 roku [3]. Pomimo faktu, że na tle Unii Europejskiej Polska jest nadal stosunkowo młodym krajem, z medianą wieku wynoszącą w 2012 roku – 38,7 lat, z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że tendencje starzenia się społeczeństwa są nieodwracalne.

Zgodnie z najnowszą prognozą Eurostatu (EuroPop 2013), po 2024 roku udział osób w wieku +65, w ogólnej strukturze Polski przekroczy 20%, osiągając wartość 33% w roku 2060 [2]. Konsekwencją tych zjawisk będzie zwiększenie obciążeń podatkowych osób czynnych zawodowo oraz prawdopodobne zmniejszenie wydajności ekonomicznej systemów emerytalnych. Dalszym skutkiem będzie zauważalne zubożenie osób w okresie emerytalnym oraz zmniejszenie liczby osób młodych oraz w wieku średnim, mogących podjąć opiekę nad osobami starszymi. Dodatkowo niepewna sytuacja gospodarcza, a także polityczna na obszarze Europy środkowo-wschodniej podaje pod wątpliwość możliwość otwarcia granic na wschodzie Polski i wzrost migracji zarobkowej, mogący przyczynić się do poprawy sytuacji.

Mając na uwadze powyższe stwierdzenia należy podjąć próbę rozwiązania problemu starzejącego się społeczeństwa poprzez rozwój i wdrażanie koncepcji ułatwiających prowadzenie przez osoby starsze codziennych czynności życiowych, w szczególności zwiększających ich autonomię, mobilność i samodzielność.

Niniejszy artykuł porusza zagadnienie procesu starzenia się społeczeństwa i wpływu tego zjawiska na projektowanie i wykonywanie obiektów budowlanych w Polsce oraz adaptację obecnie istniejących budynków dla potrzeb osób niepełnosprawnych i starszych.

W artykule przedstawiono bieżące trendy dotyczące rozwoju ludności w Polsce oraz prawdopodobne perspektywy na kolejne 45 lat. Autor przedstawił obecny stan prawny w zakresie przepisów i regulacji odnoszących się do aspektów dostosowywania budynków i ich części na potrzeby osób niepełnosprawnych. Dodatkowo opisane zostały wymiary i zakresy ruchu dla osób niepełnosprawnych oraz podstawowe wymagania funkcjonalne i użytkowe dla łazienek. W kolejnym rozdziale zaprezentowano koncepcję Ambient Assisted Living wraz z przykładami urządzeń sanitarnych do zastosowania w budynkach mieszkalnych.

BIBLIOGRAFIA:

1. Kotowska I.E., Józwiak J., „Nowa demografia Europy”. Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych, Zeszyt 28/2012.
2. Główny Urząd Statystyczny, “Prognoza ludności na lata 2014-2050”. Studia i Analizy Statystyczne. Warszawa, 2014.
3. Cohen, J.E., “Human Population: The Next Half Century”. Science, Vol. 302(5648), pp. 1172-1175, 2003.

WIELOKRYTERIALNA ANALIZA WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ OCIEPLENIA BUDYNKÓW

P. NOWAK¹, M. SKŁODOWSKI²

STRESZCZENIE

Celem niniejszego referatu jest zaprezentowanie i analiza problemu decyzyjnego, przed jakim stoi przyszły właściciel domu - wybór optymalnego rozwiązania dla izolacji termicznej budynku w odniesieniu do wybranych kryteriów, zarówno kosztowych, jak i tych uwzględniających przyszłe korzyści. Problem wyboru najlepszych rozwiązań w budownictwie podejmowany jest szeroko w literaturze naukowej [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]. w swojej pracy, autorzy zdecydowali się na rozwiązanie postawionego problemu za pomocą metod Entropii i AHP.

Należy podkreślić fakt, że wybór przed którym zostaje postawiony potencjalny inwestor, planujący wybudowanie nowego budynku ma długofalowe skutki i bardzo istotny wpływ na późniejsze koszty utrzymania obiektu. Dzięki zastosowaniu odpowiedniej izolacji dachu, ścian i stropów możliwe jest zmniejszenie przyszłych kosztów ogrzewania w granicach 20 - 40% przy orientacyjnym czasie zwrotu około 10 lat. Jeszcze kilkanaście lat temu, budując dom jednorodzinny mało kto brał pod uwagę jego ocieplanie, a jeszcze mniej zastanawiano się nad przemyślanym wyborem i efektywnym jego wykonaniem. Ostatnie kilkanaście lat przyniosło wiele obostrzeń w tej kwestii, także prawnych (w postaci ustaw, rozporządzeń i dyrektyw unijnych). Wprowadzono normy, których spełnienie wymaga osobnych analiz (np.: w postaci certyfikatu energetycznego). w chwili obecnej, rynek materiałów budowlanych oferuje coraz to nowsze i „lepsze” materiały izolacyjne, umożliwiając wybór najbardziej właściwego systemu ocieplenia budynków, adekwatnie do charakterystyki i specyfiki danego obiektu budowlanego.

W celu przeprowadzenia oceny wielokryterialnej wybranych rozwiązań materiałowych dla izolacji termicznej budynku, jako tak zwany „obiekt wzorcowy” wykorzystano projekt domu

¹ PhD., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: p.nowak@il.pw.edu.pl

² MSc., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland

jednorodzinne. Dla parametrów tego domu wyliczony został koszt realizacji termoizolacji, który jest jednym z kryteriów wyboru.

Podstawowym kryterium w przypadku wszystkich metod wspomagających podejmowanie decyzji jest poprawne sformułowanie problemu decyzyjnego [4], [7], [8].

Dla postawionego w artykule problemu, autorzy zdefiniowali m.in.:

- decydenta,
- warunki ograniczające decyzję,
- zbiór decyzji dopuszczalnych,
- kryteria oceny i ich stopnie ważności;

W artykule założono porównanie czterech rozwiązań materiałowych dla przeprowadzanych robót budowlanych: wełna mineralna (W1), poliuretan (W2), styropian (W3), płyta fenolowo-rezolowa (W4).

Kryteria decyzyjne zostały dobrane w ten sposób aby jedno z kryteriów nie zależało od innego w sposób bezpośredni (wysoka ocena jednego z nich powoduje wzrost oceny drugiego). Ponadto kryteria zostały zdefiniowane i opisane możliwie najdokładniej tak aby ocena, przez osoby trzecie była w miarę możliwości jednoznaczna. Takiego problemu nie ma w przypadku kryteriów mierzalnych (ocena wariantu zwraca nam konkretną wartość liczbową), takich jak np. koszt, czas wykonania itp. Problem taki pojawia się gdy mamy do czynienia z kryteriami trudno mierzalnymi (takimi jak estetyka, uciążliwość, czy wpływ na środowisko) [1]. Autorzy zwrócili szczególną uwagę na jasny i czytelny opis kryteriów.

Autorzy wybrali następujące kryteria: termoizolacyjność materiału (K1), koszt wykonania izolacji niezbędnej do osiągnięcia wymaganych wartości współczynnika przewodzenia ciepła U (K2), trwałość (K3), własności mechaniczne izolacji (K4), wpływ na środowisko naturalne (K5), ognioodporność materiału (K6).

Do wyłonienia najlepszych wariantów, autorzy wykorzystali metody Entropii i AHP. Metody te zostały opisane, a artykuł zawiera przykładowe obliczenia i zwieńczony jest wnioskami.

BIBLIOGRAFIA:

1. N. Ibadov: “Wielokryterialny wybór wariantów wykonania przedsięwzięć budowlanych na podstawie rozmytej relacji preferencji”. Logistyka 6/2014, Pełny tekst na CD3 str. 4564-4569;
2. N. Ibadov: “Wielokryterialna ocena procesów budowlanych z uwzględnieniem rozmytego modelowania niepewności aspektów technologicznych”. Autobusy (ISSN

- 1509-5878): technika, eksploatacja, systemy transportowe 2013, nr 3. Tom 14, Str. 1183-1191;
3. M. Krzemiński, M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon, T. Wieczorek: “Wielokryterialna ocena wybranych rozwiązań konstrukcyjnych ścian w aspekcie odporności ogniowej“, Logistyka, 2014, vol. 5, pages: 862-871, ISSN 1231-5478;
 4. M. Książek, P. Nowak: Expert methods for design solutions assessment. Logistyka 2009, nr 6;
 5. M. Książek, P. Nowak, S. Kivrak, J. Rosłon, L. Ustinovichius: “Computer-aided decision-making in construction project development“, Journal of Civil Engineering and Management, 2015, vol. 21 (2), pages: 248-259, ISSN 1392-3730;
 6. M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon: “Ocena wielokryterialna wybranych rozwiązań konstrukcyjnych stropów“, Logistyka, 2014, vol. 6, ISSN 1231-5478;
 7. M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon, T. Wieczorek: “Multicriteria Assessment of Selected Solutions for the Building Structural Walls“, XXIII R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (23RSP), Procedia Engineering, 2014, vol. 91, pages: 406–411, ISSN: 1877-7058;
 8. L. Ustinovichius, E. Zavadskas, D. Migilinskas, A. Malewska, P. Nowak, A. Minasowicz: Verbal analysis of risk elements in construction contracts, Cooperative Design, Visualization, and Engineering, 295-302, 2006.

MODERNIZACJA PROGRAMÓW NAUCZANIA ZWIĄZANYCH Z ZARZĄDZANIEM PROCESAMI BUDOWLANYMI

J. PASŁAWSKI¹, R. MILWICZ², P. NOWOTARSKI³

STRESZCZENIE

Obecnie na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej realizowane są dwa międzynarodowe projekty związane z modernizacją programów nauczania menedżerów budowlanych mające na celu stworzenie nowych możliwości kształcenia. Projekty ukierunkowane są na wprowadzenie silnych relacji pomiędzy studentem, partnerami z przemysłu a uczelnią oraz wprowadzanie nowych programów nauczania mając na uwadze opinie szerokich gremiów (uczelnie, partnerzy z przemysłu, organizacje branżowe, absolwenci, studenci, itp.). Wiąże się do także z wprowadzeniem nowych przedmiotów w programie studiów związanych z wykorzystaniem wiedzy teoretycznej w praktyce, oraz z przygotowaniem innowacyjnych materiałów dla potrzeb studiów MBA. Opisane projekty realizowane są w Instytucie Konstrukcji Budowlanych (Zakład Technologii i Organizacji Budownictwa) Politechniki Poznańskiej przy współpracy z uczelniami i ośrodkami zrzeszającymi inżynierów w kraju i za granicą.

Artykuł ma na celu krótką prezentację dwóch projektów, które w chwili obecnej są realizowane i znajdują się na półmetku, ich spodziewane efekty oraz perspektywy dalszych działań możliwych do realizacji wspólnie z partnerami z innych uczelni oraz przemysłu. Jednocześnie mamy na uwadze możliwości współpracy zarówno z ośrodkami akademickimi, izbami zrzeszającymi inżynierów i menedżerów, jak i rozpowszechnienie tej idei wśród inżynierów, którzy odczuwają potrzebę poszerzenia swoich kompetencji.

¹ Prof., DSc., Eng., Poznań University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, ul. Piotrowo 5, 61-138 Poznań, Poland, e-mail: jerzy.paslawski@put.poznan.pl

² MSc., Eng., Poznań University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, ul. Piotrowo 5, 61-138 Poznań, Poland, e-mail: roman.milwicz@put.poznan.pl

³ MSc., Eng., Poznań University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, ul. Piotrowo 5, 61-138 Poznań, Poland, e-mail: piotr.nowotarski@put.poznan.pl

PROJEKT MBAIC - LEONARDO DA VINCI 2013-1-PL1-LEO05-37822

Celem projektu jest przygotowanie i następnie uruchomienie studiów podyplomowych MBA in Construction Management dla inżynierów i menedżerów budownictwa w całej Europie. Zadania realizowane w projekcie to, oprócz przygotowania programów dostosowanych do uczestników przez kontakt z osobami, które ukończyły podobne kursy, także przeprowadzenie badań oczekiwań przyszłych uczestników tego typu studiów. Dzięki pozyskanym środkom możliwe stało się wykreowanie sieci uczelni i innych organizacji związanych bezpośrednio z budownictwem zainteresowanych stworzeniem wspólnego programu studiów (podyplomowych lub MBA) z możliwością uzyskania podwójnego dyplomu (double-diploma). Ponadto dzięki ścisłej współpracy w przedsiębiorstwach, w Polsce i w innych krajach Unii Europejskiej, okazało się możliwe określenie wymagań i umiejętności przyszłych kandydatów (i pracowników) zatrudnionych na wielu stanowiskach (laboratorium, plac budowy, biuro projektów, kosztorysowanie, modernizacja istniejących obiektów budowlanych, produkcja materiałów budowlanych, itp.). w ramach projektu przewidziano kształcenie modułowe umożliwiające wybór przez kandydatów zagadnień najbardziej interesujących oraz ograniczenie czasu wyłączenia z aktywności zawodowej. Istotnym elementem projektu jest współpraca międzynarodowa pomiędzy partnerami. Opracowana została także nowa metodologia nauczania oparta o nauczanie mieszane (blended learning) – częściowo bezpośrednio w kontakcie ze studentami, a częściowo zdalnie za pomocą Internetu i systemu typu Moodle. Jest to szczególnie ważne dla uczestników już pracujących w przedsiębiorstwach, dla których dedykowany jest przede wszystkim ten program. Możliwość uczestniczenia w części zajęć przy wykorzystaniu opcji aktywnego połączenia on-line dzięki technologiom mobilnym staje się zdecydowanym atutem opisywanych studiów, ze względu na ograniczenia czasowe i kosztowe związane z dojazdem na spotkania na uczelni.

STUDIA MASTER W CONSTRUCTION TECHNOLOGY MANAGEMENT (CTM) - INŻYNIER PRZYSZŁOŚCI POKL.04.03.00-00-259/12

Program jest częścią większej projektu, który ma na celu poprawę potencjału dydaktycznego Politechniki Poznańskiej. Część realizowana na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska dotyczy stworzenia nowej opcji studiów Master in Construction Technology Management, która w całości prowadzona jest w języku angielskim. Kierunek jest alternatywą do prowadzonych już na wydziale studiów magisterskich specjalności Structural Engineering, nastawionych na kształcenie przyszłych magistrów inżynierów o specjalności

konstrukcyjnej, która powstała w ramach realizacji projektu Era Inżyniera. w ramach realizacji projektu, powstał program studiów dostosowany do nowych założeń. Przy opracowaniu programu studiów główny nacisk został położony na współpracę z przemysłem budowlanym i rozwiązywanie aktualnych problemów występujących w przedsiębiorstwach budowlanych.

Prace realizowane przez studentów wspólnie z przedstawicielami przedsiębiorstw są zdecydowanie bardziej interesujące dla studenta i zachęcają do poszukiwania innowacyjnych rozwiązań, które mogą być z powodzeniem wykorzystywane i implementowane przez zainteresowane przedsiębiorstwa partnerskie.

Dodatkowo wprowadzono nowe metody nauczania na Politechnice Poznańskiej w postaci przedmiotów realizowanych w całości przy pomocy wideokonferencji i odpowiedniego oprogramowania, np.: WEBEX. Pierwszy raz w historii Poznańskiej uczelni, udało się w całości zrealizować przedmiot Flexibility in Engineering Design prowadzony przez profesora Richarda de Neufville'a z Massachusetts Institute of Technology, bez potrzeby fizycznego przebywania profesora na terenie uczelni w czasie prowadzenia zajęć. Studenci podczas wirtualnych spotkań mieli możliwość na bieżąco zadawania pytań oraz otrzymali bezpośredni dostęp do materiałów udostępnionych przez profesora na platformie Moodle. Wprowadzenie tego typu wykładów sprawiło nie tylko wzrost zainteresowania wśród studentów nową formą prowadzenia zajęć, ale także umożliwiło zorganizowanie wykładów ze światowej klasy specjalistą w dziedzinie elastyczności na Politechnice Poznańskiej.

PODSUMOWANIE

Podsumowując stwierdzić można niewątpliwie, że realizacja projektów zrealizowanych przy wsparciu finansowym z funduszy UE stwarza nowe perspektywy realizacji programów nauczania na specjalności TOB. Realizacja opisanych dwóch projektów umożliwiła osiągnięcie następujących korzyści:

1. Stworzenie alternatywnej opcji studiów Master ukierunkowanych na osiągnięcie nowych kompetencji przez przyszłych menedżerów budownictwa (języki obce, przedsiębiorczość, innowacyjność, analiza case study, itp.)
2. Możliwości wprowadzenia nowych metod dydaktycznych (aktywność podczas wykładów-seminariów, praca zespołowa) oraz rozwiązań technicznych (transmisja on-line wykładów z innego uniwersytetu).
3. Możliwości rozwoju kadry (doskonalenie umiejętności, kontakty z partnerami, nowi pracownicy)

4. Nawiązanie kontaktów międzyuczelnianych oraz z organizacjami branżowymi krajowymi i zagranicznymi.
5. Wytęczenie dalszych kierunków współpracy dydaktyczno-naukowej w sytuacji pozyskania nowych partnerów.
6. Podniesienie prestiżu specjalności z korzyścią dla studentów, partnerów z przemysłu, jak i pracowników PP.
7. Możliwość skonsolidowania zespołu wokół projektów realizowanych z wykorzystaniem idei pracy zespołowej.

Projekty realizowane na Politechnice Poznańskiej w ramach funduszy z Unii Europejskiej przyczyniają się do zwiększenia możliwości, jakie uczelnia może zaproponować obecnym i przyszłym studentom. Dodatkowo projekty te są skierowane na zacieśnienie współpracy z przemysłem, co powoduje, że absolwent uczelni jest w stanie łatwiej znaleźć pracę, i niejednokrotnie płynnie przechodzi z poziomu stażysty na stanowisko pracownika danej firmy. Przyszła oferta uczelni w zakresie dydaktyki specjalistycznej będzie także poszerzona o wspólne studia podyplomowe MBA z zakresu budownictwa, które umożliwią systematyczne podnoszenie kwalifikacji przez naszych absolwentów.

SZACOWANIE CZASÓW REALIZACJI ZADAŃ Z WYKORZYSTANIEM METODY PERT NA PRZYKŁADZIE KONKRETNEJ REALIZACJI

E. PLEBANKIEWICZ¹, M. JUSZCZYK², J. MALARA³

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono kilka metod szacowania czasu pracy: metoda delficka, COCOMO II, Use Case Points, PERT, Katalogi Nakładów Rzeczowych i matematyczne funkcje rozkładu prawdopodobieństwa. We wstępie teoretycznym po krótko omówiono podstawy każdej z nich. Metoda delficka jest metodą heurystyczną, opartą na doświadczeniach ekspertów. Przewidywana prognoza prawdopodobieństwa realizacji zadania określona zostaje na podstawie serii ankiet. COCOMO II jest modelem służącym do oszacowania nakładu pracy. Wyniki zostały opracowane na podstawie analizy ponad 60 projektów. Metoda Use Case Points pochodzi z metody punktów funkcyjnych. Przy wykorzystywaniu tej metody bierze się pod uwagę czynniki środowiskowe, czynniki złożoności technicznej projektów, osoby realizujące projekt w zestawieniu z rzeczywistymi pomiarami. Wśród metod sieciowych opisanym przypadkiem jest PERT (Program Evaluation and Review Technique). Należy ona do grupy deterministycznych, opartych na znalezieniu ścieżki krytycznej (podobnie jak wCPM), a następnie ustaleniu parametrów rozkładu prawdopodobieństwa: optymistycznego czasu zakończenia zadania (a), najbardziej prawdopodobnego czasu zakończenia zadania (m) i pesymistycznego czasu zakończenia zadania (b). z uwagi na jej charakter można z łatwością stosować metody statystyczne do oceny ryzyka dotrzymania terminu realizacji zadań. Ostatnią omówioną metodą szacowania czasów realizacji są Katalogi Nakładów Rzeczowych. Jest to podejście najczęściej wykorzystywane przez polskich kosztorysantów, gdzie nakłady zestawione są w sposób tabelaryczny i przypisane do konkretnej roboty budowlanej.

¹ Prof., DSc., PhD., Eng., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Ul. Warszawska 4, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: eplebank@izwbit.pk.edu.pl

² PhD., Eng., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Ul. Warszawska 24, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: mjuszczuk@izwbit.pk.edu.pl

³ MSc., Eng., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Ul. Warszawska 24, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: jmalara@izwbit.pk.edu.pl

Obliczenia przedstawione w artykule zostały wykonane z wykorzystaniem trzech metod, na podstawie wyników badań obserwacji pracowników wykonujących okładziny klatek schodowych z lastryko. Badania realizowano w Warszawie, przy budowie osiedla mieszkaniowego składającego się z dziesięciu bardzo podobnych klatek schodowych. Wszystkie roboty były wykonywane przez tę samą brygadę (ci sami pracownicy). w trakcie prowadzenia badań zostało wyszczególnionych osiem czynności: prace przygotowawcze, układanie stopni, wyrównanie spoczników i korytarzy, układanie spoczników i korytarzy, montaż cokołów przy schodach, montaż cokołów na spocznikach i korytarzach, fugowanie i silikonowanie. Kolejność wykonania powyższych prac została przedstawiona na grafie. Dla każdej z czynności na każdej z klatek schodowych został ustalony nakład pracy. Pierwsze przedstawione obliczenia prezentują zastosowanie matematycznych funkcji rozkładu normalnego i trójkątnego do szacowania czasów realizacji. na podstawie obliczeń określone zostało prawdopodobieństwo realizacji trzech czynności (układania stopni, wyrównania spoczników i korytarzy, układania lastryka na spocznikach i korytarzach). Nie stwierdzono dużych różnic pomiędzy wynikami z zastosowaniem rozkładu trójkątnego, a normalnego. Najbardziej szczegółowo przeprowadzone zostały obliczenia z wykorzystaniem metody PERT. Pierwszym etapem obliczeń była standaryzacja wyników. Etap ten był konieczny z uwagi na różnice obmiarowe pomiędzy klatkami schodowymi. na podstawie proporcji wszystkie wartości pomiarowe zostały odpowiedni zmniejszone lub powiększone, co pozwoliło na dalsze porównywanie wartości i ich obiektywną analizę. Następnie obliczono wartości charakterystyczne dla metody (czasy a, m, b). Kolejnym krokiem było ustalenie czasów realizacji poszczególnych czynności składowych, jak również i całego zadania z prawdopodobieństwem sukcesu na poziomie 85%. Dla tych danych ustalono czas realizacji przykładowej klatki schodowej w 502,39 roboczo-godziny. Przykład wykorzystany do obliczeń metoda PERT został również oszacowany z wykorzystaniem KNR. na podstawie Katalogów opracowanych do prac posadzkarskich zostało znalezionych siedem odpowiednich czynności (prace przygotowawcze były rozbite w każdej z nich). na podstawie odszukanych nakładów pracy dokonano obliczeń uwzględniając wystandaryzowaną do metody PERT klatkę schodową. Uzyskany w ten sposób czas – 669,05 roboczo-godziny był dużo większy w stosunku do metody PERT. Należy zaznaczyć, że w KNR wykorzystywane są czasy średnie ($P=50\%$).

W podsumowaniu zaznaczono przewagę metody PERT nad innymi ze względu na zawarte w niej elementy probabilistyki jak i możliwość wykorzystania rzeczywistych czasów realizacji wynikających z przeprowadzonych badań. Zadeklarowana również została

kontynuacja badań nad czasem pracy robotników budowlanych, która zakończy się zbudowaniem stosownego modelu matematycznego uwzględniającego czynniki wpływające na czas pracy i wydajność robotników budowlanych.

HARMONOGRAMOWANIE ROBÓT BUDOWLANYCH Z OKREŚLENIEM ROZMYTYCH NORM I LICZBY PRACOWNIKÓW

E. PLEBANKIEWICZ¹, P. KARCIŃSKA²

STRESZCZENIE

Przystępując do budowy harmonogramu planowanych robót budowlanych, wszystkie niezbędne prace dzielimy zazwyczaj na kilka etapów. Podstawą budowy harmonogramu jest po wyznaczeniu rodzaju i zakresu uwzględnionych w nim zadań, określenie czasu ich realizacji. w przypadku harmonogramu dotyczącego realizacji obiektu budowlanego czas realizacji można określić znając normę czasu pracy dla danej roboty, jej ilość oraz liczbę robotników realizujących zadanie. Wszystkie składniki, niezbędne do oszacowania czasu realizacji są trudne do jednoznacznego określenia na etapie przygotowania inwestycji i budowy harmonogramu. Kwestie doboru brygad oraz szacowanie czasu realizacji zadań są elementami, które na etapie opracowywania planu realizacji budowy mogą generować wątpliwości. z tych powodów zostały przyjęte jako elementy newralgiczne w procesie tworzenia harmonogramu postępu robót.

W artykule zaprezentowano metody budowania harmonogramów na podstawie rozmytych wartości norm czasu pracy i liczebności pracowników. Zaproponowana procedura pozwala określić rzeczywisty termin realizacji przedsięwzięcia z uwzględnieniem zmiennych czynników wpływających na czas realizacji poszczególnych robót budowlanych.

Praca została podzielona na trzy główne rozdziały:

Pierwszy z nich dotyczy wykorzystania zbiorów rozmytych w budowie i modyfikacji harmonogramów budowlanych. Wiele z czynników wpływających na budowę harmonogramu ma charakter trudnokwantyfikowalny i nieprecyzyjny. do rozwiązywania tego typu zadań bardzo dobrze nadaje się logika rozmyta. w wielu pracach podjęto próbę wykorzystania teorii

¹ Prof., Eng., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Warszawska 24, 30-155 Cracow, Poland, e-mail: eplebank@izwbit.pk.edu.pl

² MSc., Eng., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Warszawska 24, 30-155 Cracow, Poland, e-mail: pkarcinska@izwbit.pk.edu.pl

zbiorów rozmytych do budowy harmonogramów budowlanych, co przedstawiono w zwięzłym przeglądzie literatury.

Kolejna część pracy dotyczy elementów zbiorów rozmytych wykorzystanych w budowie harmonogramu. w zaproponowanym przez autorów schemacie wykorzystano pojęcie liczby rozmytej o różnych funkcjach przynależności. Przytoczono również definicję liczby rozmytej oraz podstawowe formuły działań na liczbach rozmytych, które zostały użyte w opracowaniu modelu.

W rozdziale trzecim przedstawiono założenia budowy harmonogramu z wykorzystaniem zbiorów rozmytych. Norma niezbędna do ustalenia czasu realizacji, została określona jako liczba rozmyta o wykresie trapezowym. do określenia ilości robót przyjęto trójkątną funkcję przynależności, zakładając, że wartość funkcji równa 1 to ilość robót wynikająca z przedmiaru robót. Liczbę robotników – w rzeczywistości uzależnioną od wielu czynników, potraktowano jako liczbę rozmytą o wykresie trapezowym. Kalkulację czasu realizacji robót przeprowadzono w oparciu o przytoczone wcześniej formuły matematyczne.

W czwartym rozdziale pracy zaprezentowano przykład działania modelu. Założono, że przedsięwzięcie budowlane odwzorowuje jednopunktowa sieć powiązań z jedną czynnością początkową, oznaczającą rozpoczęcie budowy i z jedną czynnością końcową, oznaczającą zakończenie budowy. Dla wszystkich czynności (robót budowlanych), uwzględnionych w modelu sieciowym przyjęto założenia co do ilości robót, normy czasu pracy oraz ilości pracowników, przypisanych do realizacji zadania.

Przedstawiona metoda rozwiązywania rozpatrywanego w artykule polega na dwuetapowym sporządzaniu harmonogramu budowy. w etapie pierwszym sporządza się harmonogram rozmyty, a w etapie drugim na podstawie harmonogramu rozmytego sporządza się harmonogram zwykły – nierozmyty. na podstawie poczynionych założeń przeprowadzono kalkulację najwcześniejszych i najpóźniejszych rozmytych terminów realizacji przedsięwzięcia oraz zapasów czasu całkowitego. Następnie po zastosowaniu przyjętego operatora wyostrzenia, który wartościom rozmytych zmiennych przyporządkowuje liczbę rzeczywistą, uzyskano wyniki obliczeń po wyostrzeniu. Wyniki te posłużyły do budowy harmonogramu zwykłego – nierozmytego, ale uzyskanego na podstawie harmonogramu rozmytego. Wszystkie wyniki zostały ujęte w tabelach, a uzyskane na ich podstawie harmonogramy rozmyte dla terminów najwcześniejszych i najpóźniejszych oraz ich wersję po wyostrzeniu również zaprezentowano w artykule.

Dla porównania i pokazania zasadności wykorzystania teorii zbiorów rozmytych w harmonogramowaniu sporządzono również harmonogram tradycyjny, opierając jego

budowę na działaniach prowadzonych od początku do końca na liczbach rzeczywistych, deterministycznych. Dla tego samego jednopunktowego modelu sieciowego, chcąc uzyskać zwykły harmonogram realizacji budowy, przyjęto:

- jako normę czasu – średnią normę (obliczoną jako średnią arytmetyczną podanych czterech norm),
- jako liczbę pracowników – stałą deterministyczną (sporządzono dwa warianty dla sześć- i siedmioosobowej brygady),
- jako ilość robót – ilość wynikającą bezpośrednio z przedmiaru.

Prowadząc obliczenia na liczbach rzeczywistych, można zauważyć, że zarówno norma, jak i ilość robót wynikają i dają się bezpośrednio zaaplikować czy to z posiadanej bazy norm czy z przedmiaru. w takiej sytuacji jedyną wartością, która pozwala na manewrowanie czasem realizacji zadań jest wartość określająca liczbę robotników. Jest to liczba, która poniekąd wpływa z poczynionych przez planistę założeń. Porównując uzyskane wyniki dla harmonogramów deterministycznych, widać, że zmieniając stałą liczbę pracowników tylko o 1, czas realizacji całego przedsięwzięcia ulega zmianie o kilka dni. w odniesieniu do wyostrzonego harmonogramu, uzyskanego na podstawie wyników działań prowadzonych na liczbach rozmytych, czas realizacji jest jeszcze dłuższy.

Założenia przyjęte na etapie planowania realizacji nie mogą być przypadkowe. Jak najwierniejsze odwzorowanie rzeczywistości daje większe szanse na terminowe zakończenie robót. Wykorzystanie zbiorów rozmytych w harmonogramowaniu daje duże możliwości w kwestii uwzględniania czynników wpływających na kształtowanie się wartości czasu realizacji poszczególnych robót. w artykule pokazano założenia i zalety modelu oraz przykład jego działania, jednak temat wymaga dalszego rozwoju i próby przełożenia na bardziej skomplikowane przedsięwzięcie budowlane.

MODELOWANIE KOSZTÓW CYKLU ŻYCIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH Z UWZGLĘDNIENIEM RYZYKA

E. PLEBANKIEWICZ¹, K. ZIMA², D. WIECZOREK³

STRESZCZENIE

W artykule scharakteryzowano tematykę związaną z cyklem życia obiektów budowlanych. Szczególną uwagę zwrócono na zagadnienia ryzyka związanego z kosztami w cyklu życia. W artykule przedstawiono metodę oceny obiektu budowlanego w cyklu życia, biorącą pod uwagę aspekt jego zrównoważonego rozwoju. Zaprezentowany został model oceny kosztów cyklu życia obiektu budowlanego, który oparty jest na teorii zbiorów rozmytych, co pozwala na uwzględnienie w obliczeniach czynników ryzyka związanych np. ze zrównoważonym rozwojem, prowadzeniem inwestycji czy poszczególnymi rodzajami kosztów. Koszty ponoszone w kolejnych fazach cyklu życia budynku rozpatrywano i modelowano oddzielnie za pomocą funkcji przynależności. Efektem analizy jest globalna ocena kosztów w ujęciu całego cyklu życia budynku.

W budownictwie podstawowymi fazami realizacji przedsięwzięcia budowlanego są kolejno fazy: programowania, realizacji, eksploatacji oraz wycofania. W przypadku przedsięwzięć budowlanych związanych ze wznoszeniem obiektów mieszkalnych wielorodzinnych, usługowych lub łączących obie funkcje, czynniki ryzyka można zidentyfikować w kolejnych fazach cyklu życia obiektu budowlanego.

Szczegółowy podział czynników ryzyka na kategorie ryzyka i występowanie w fazach cyklu życia przedstawiono częściowo w Tabeli 1.

¹ Prof., DSc., PhD., Eng., Cracow University of Technology, Institute of Construction and Transportation Engineering & Management, 24 Warszawska Street, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: eplebank@izwbit.pk.edu.pl

² PhD., Eng., Cracow University of Technology, Institute of Construction and Transportation Engineering & Management, 24 Warszawska Street, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: kzima@izwbit.pk.edu.pl

³ MSc., Eng., Cracow University of Technology, Institute of Construction and Transportation Engineering & Management, 24 Warszawska Street, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: dwieczorek@izwbit.pk.edu.pl

Tabela 1. Podział czynników ryzyka ze względu na fazy cyklu życia dla obiektów kubaturowych mieszkalnych i usługowych; źródło: opracowanie własne na podstawie [10], [14], [20] i [22]

KATEGORIA RYZYKA	CZYNNIKI RYZYKA	FAZY CYKLU ŻYCIA			
		P	R	E	W
TECHNOLOGICZNE	błędy w projektach	X			
	błędnie rozpoznane warunki gruntowe	X			
		...	...	...	...
BUDOWLANE, KONSTRUKCYJNE	niekorzystne warunki pogodowe		X		X
	zmiany w przewidywanym zakresie prac		X		
	opóźnienia w realizacji robót budowlanych		X		X
	zastosowanie materiałów budowlanych deficytowych		X		
		...	...	...	...
FINANSOWE	brak (lub opóźnienia) zapłaty za wykonane prace	X	X		X
	wzrost cen materiałów budowlanych		X		
		...	...	...	...
POLITYCZNE	zmiany w systemie podatkowym	X	X	X	X
	spowolnienie rozwoju gospodarczego	X	X	X	X
		...	...	...	...
EKOLOGICZNE	błędne założenia projektowe	X			
	brak systemu legislacyjnego w kwestiach środowiskowych	X			
		...	...	...	...
PRAWNE	trudności w uzyskaniu pozwoleń	X			
	niezgodność z prawem	X	X		X
		...	...	...	...
P - f. programowania, R - f. realizacji, E - f. eksploatacji, w - f. wycofania					

W artykule, na rysunku 3 przedstawiono autorski algorytm postępowania przy wyznaczaniu kosztów cyklu życia obiektu budowlanego, który uwzględnia wpływ zaistniałych czynników ryzyka na wartość kosztów. Algorytm ten służy do oceny scenariuszy cyklu życia i umożliwia porównanie i wybór najlepszej strategii zarządzania obiektem budowlanym w jego cyklu życia.

W przykładzie porównano koszty cyklu życia budynku wielorodzinnego, uwzględniając główne grupy kosztów (tj. realizacji, eksploatacji, wycofania i zysk z odsprzedaży). Wybrano dwa warianty realizacji budynku.

W pierwszym wariancie budynek realizowany jest w technologii tradycyjnej. Założono więc, że ponoszone koszty można w dużym stopniu przewidzieć. Stąd przyjęto do obliczeń wartości ostre dla kosztów i wyznaczono LCC deterministyczną metodą określania efektywności inwestycji na podstawie zdyskontowanych przepływów pieniężnych z uwzględnieniem kwestii środowiskowych LCNPV – Life Cycle Net Present Value.

W przypadku drugiego wariantu zastosowano w realizacji system HVAC (akronim od angielskiego wyrażenia Heating, Ventilation, Air Conditioning), który odpowiada za regulację ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji w budynku. Koszty związane z systemem HVAC są trudne do przewidzenia, ze względu na występujące tu ryzyka. Charakterystycznymi czynnikami ryzyka w analizowanym przypadku mogą być np. zastosowanie rzadkich, specjalistycznych systemów łączących ogrzewanie, wentylację i klimatyzację w fazie realizacji obiektu budowlanego czy ograniczona dostępność specjalistycznych firm serwisujących systemy HVAC. te uwarunkowania powodują, że wartości kosztów są określone w postaci rozmytej o trapezowym kształcie funkcji przynależności. Dane wyjściowe przyjęte do obliczeń przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Dane wyjściowe do obliczeń; źródło: opracowanie własne

	Wariant 1 Budynek wielorodzinny, 5-kondygnacyjny w tradycyjnej technologii	Wariant 2 Budynek wielorodzinny, 5-kondygnacyjny z zastosowaniem systemu HVAC			
		L	M1	M2	U
Koszty realizacji [PLN]	13 445 333	18 000 000	19 000 000	20 000 000	21 000 000
Koszty eksploatacji [PLN]	210 374 na rok	92 512	95 200	99 000	100 230 na rok
Koszty wycofania [PLN]	750 190 po 30 latach użytkowania				
Zysk z odsprzedaży [PLN]		2 500 000	2 000 000	1 000 000	500 000
Stopa dyskonta [%]	6	3	4	6	8
Cykl życia [lata]	30	30	35	40	50

Dla wariantu pierwszego LCNPV wynosi 25 368 553 PLN, natomiast wartość R_1 (zwrot kapitału, który przedstawia wartość LCNPV w postaci ekwiwalentnej wartości kosztów rocznych EAC) wynosi 1 842 998 PLN.

Wartość obecną czynnika przyszłych przepływów pieniężnych (w kolejnych latach) PWF_1 dla zysku z odsprzedaży obliczono wykorzystując metodę wierzchołka oraz wzór (7.2) w przedziale wartości dla stopy dyskonta $r = [3.3\%; 7.4\%]$ i czasu $T_1 = [31,5; 47]$.

Otrzymano wynik:

$$PW\bar{E}_1 = [0,0349; 0,3596]$$

Następnie została obliczona wartość obecna netto NPW w oparciu o tę samą metodę ze wzoru (7.4):

$$NPW_1(\alpha = 0,30) = [18\,296\,743; 20\,664\,090]$$

Wartość współczynnika zwrotu kapitału CRF obliczono wykorzystując również metodę wierzchołka ze wzoru (7.3):

$$CRF(\alpha = 0,30) = [0,0422; 0,0827]$$

Ekwiwalentną wartość kosztów rocznych EAC obliczono wykorzystując metodę wierzchołka ze wzoru (7.5):

$$EAC = [865\,441; 1\,808\,781]$$

Obliczona wartość R dla drugiego przypadku wyniosła $R_2 = 1\,365\,421$ PLN i jest ona mniejsza niż wartość $R_1 = 1\,842\,998$ PLN. Rozwiązaniem korzystniejszym dla analizowanego przypadku, z uwagi na LCC jest wariant 2.

HARMONOGRAMOWANIE PRACY ZASOBÓW W PRZEDSIĘWZIĘCIU WIELOOBIEKTOWYM Z ZASTOSOWANIEM KRYTERIUM KOSZT/CZAS

M. PODOLSKI¹

STRESZCZENIE

Ze względu na możliwości planowania przedsięwzięcia budowlane można podzielić na dwa podstawowe rodzaje: przedsięwzięcia typu „kompleks operacji” oraz takie, które mogą być zorganizowane zgodnie z zasadami metody pracy równomiernej, czyli w systemie pracy potokowej [3]. w systemach pracy potokowej najczęściej rozważanym kryterium optymalizacji harmonogramów przedsięwzięć realizowanych w tym systemie jest czas trwania całego przedsięwzięcia [1, 5, 6].

W referacie przedstawiony jest model systemu pracy potokowej, w którym są uwzględnione koszty realizacji robót w przedsięwzięciu, co będzie prowadzić do rozwiązywania zagadnienia optymalizacji dyskretnej z zależnością czas/koszt.

Dla rozpatrywanego w referacie modelu zakłada się przyjęcie sytuacji deterministycznej. Zakłada się, że każdy rodzaj robót można wykonać na maksymalnie trzy sposoby przyjmując dla każdego sposobu czas trwania i koszt realizacji roboty. Zagadnienie wyboru zasobów sprowadza się do wyboru sposobu wykonania robót w przedsięwzięciu. w modelu przedsięwzięcia można wyróżnić problem optymalizacyjny, w którym można zawarte są dwie, oddzielne zmienne decyzyjne. Pierwsza z nich to kolejność realizacji obiektów (działek roboczych), która jest reprezentowana przez permutację o długości równej liczbie obiektów. Druga z nich to macierz numerów sposobów realizacji robót (od 1 do 3) o wymiarach równych liczbie robót i liczbie obiektów w przedsięwzięciu. Problem optymalizacyjny w modelu jest zadaniem optymalizacji jednokryterialnej, które będzie polegało na minimalizacji kosztu całego przedsięwzięcia przy założonym ograniczeniu dotyczącym terminu jego realizacji. Rozpatrywany model systemu pracy potokowej jest NP-trudnym zagadnieniem optymalizacyjnym i wykorzystuje założenia permutacyjnego

¹ PhD., Eng., Wrocław University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Poland, e-mail: michal.podolski@pwr.edu.pl

problemu przepływowego z kryterium czasu wykonywania wszystkich zadań (problem $FP \mid \mid C_{max}$), który jest rozważany w teorii szeregowania zadań.

W związku z istnieniem dwóch różnych zmiennych decyzyjnych dla rozwiązania zadania optymalizacyjnego w przedstawionym modelu proponuje się opracowany przez autora referatu algorytm, który wykorzystuje metaheurystykę symulowanego wyżarzania [2, 4]. Algorytm ten ma na celu przeszukanie przestrzeni rozwiązań zawartych w $n!$ możliwych harmonogramów, rozwiązując dla znalezionej permutacji zadanie minimalizacji kosztu całego przedsięwzięcia.

W referacie podano przykład obliczeniowy optymalizacji harmonogramu przedsięwzięcia budowlanego polegającego na realizacji grupy budynków mieszkalnych. Przedstawiony model przedsięwzięcia wieloobiektowego może znaleźć zastosowanie podczas ustalania optymalnego harmonogramu pracy podwykonawców firm budowlanych przy zastosowaniu potokowego systemu pracy.

BIBLIOGRAFIA:

1. W. Bożejko, Z. Hejducki, M. Uchroński, M. Wodecki, "Solving resource-constrained construction scheduling problems with overlaps by metaheuristic", *Journal of Civil Engineering and Management* 20(5), 649–659, 2014.
2. H. Ishibuchi, S. Misaki, H. Tanaka, "Modified simulated annealing algorithms for the flow shop sequencing problem", *European Journal of Operational Research*, 81, 388–398, 1995.
3. K.M. Jaworski, „Metodologia projektowania realizacji budowy”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
4. S. Kirkpatrick, C.D. Gelatt, M.P. Vecchi, "Optimization by simulated annealing", *Science*, 220, 671–680, 1983.
5. J. Mrozowicz, „Metody organizacji procesów budowlanych uwzględniające sprzężenia czasowe”, Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, Wrocław 1997.
6. M. Podolski, „Analiza nowych zastosowań teorii szeregowania zadań w organizacji robót budowlanych”, praca doktorska, Raporty Inst. Bud. PWroc. 2008, Ser. PRE nr 5/08, http://www.dbc.wroc.pl/Content/2515/Podolski_Analiza_PhD.pdf.

STEROWANIE RELACJAMI PARTNERSKIMI W PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANYCH Z WYKORZYSTANIEM WNIOSKOWANIA ROZMYTEGO

E. RADZISZEWSKA-ZIELINA¹, B. SZEWCZYK²

STRESZCZENIE

W artykule zaprezentowano projekt systemu sterowania relacjami partnerskimi w przedsięwzięciach budowlanych. Wskazywał on będzie do poprawy obszary współpracy zarządzającego przedsięwzięciem z wykonawcami (podwykonawcami), projektantem, dostawcami i inwestorem, w których rozwijanie relacji partnerskich przynosi największe korzyści w odniesieniu do czasu, kosztu, jakości i bezpieczeństwa realizacji przedsięwzięć budowlanych. w ramach współpracy zarządzającego przedsięwzięciem z wykonawcami (podwykonawcami), projektantem, dostawcami i inwestorem wyróżniono następujące parametry opisujące relacje partnerskie. w ramach współpracy zarządzającego przedsięwzięciem z wykonawcami/podwykonawcami są to: udział w organizacji budowy, dzielenie się zasobami niematerialnymi, materialnymi i ludzkimi, skuteczna komunikacja, przestrzeganie ustalonych standardów i reguł zachowania, dotrzymywanie ustalonych terminów wypłat wynagrodzeń i ich wysokości, częstość występowania sporów i szybkość ich rozwiązywania, elastyczne podejście do zmian. Parametry relacji partnerskich w ramach współpracy zarządzającego przedsięwzięciem z projektantem to: szybkość odpowiedzi na propozycje zmian projektowych, szybkość reagowania na problemy projektowe, dostosowanie rozwiązań projektowych (robót dodatkowych i zamiennych) do możliwości wykonawcy. Parametry relacji partnerskich w ramach współpracy zarządzającego przedsięwzięciem z dostawcami to: zapewnienie jakości materiałów i sprzętu, terminowość dostaw, bieżące wsparcie techniczne. Parametry relacji partnerskich w ramach współpracy zarządzającego przedsięwzięciem z inwestorem to: wypracowanie udogodnień

¹ Ph.D., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, ul. Warszawska 24, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: eradzisz@izwbit.pk.edu.pl

² M.Sc., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, ul. Warszawska 24, 31-155 Cracow, Poland, e-mail: bszewczyk@izwbit.pk.edu.pl

w zagospodarowaniu placu budowy, dotrzymywanie ustalonych terminów wypłat wynagrodzeń i ich wysokości, dyspozycyjność nadzoru inwestorskiego przy odbiorach, częstość występowania sporów i szybkość ich rozwiązywania. do opracowania projektu systemu sterowania relacjami partnerskimi wykorzystano model rozmyty, oparty na wnioskowaniu Mamdaniego. Zmiennymi wejściowymi systemu będą: bieżące oceny poszczególnych parametrów relacji partnerskich, wagi wpływu tych parametrów na czas, koszt, jakość i bezpieczeństwo realizacji przedsięwzięć budowlanych oraz ważność czasu, kosztu, jakości i bezpieczeństwa realizacji przedsięwzięcia dla zarządzającego nim. w działaniu systemu sterowania wyróżnić można trzy zasadnicze procesy realizowane dla każdej kombinacji parametru relacji partnerskich i analizowanego kryterium oceny przedsięwzięcia budowlanego (czas, koszt, jakość, bezpieczeństwo). Pierwszym z nich jest proces fuzyfikacji (rozmywania), w którym następuje określenie stopnia przynależności zmiennych wejściowych do zbiorów rozmytych. w artykule przyjęto trójkątne funkcje przynależności zbiorów rozmytych. Następnie w procesie inferencji (wnioskowania) wykorzystuje się bazę reguł i mechanizm wnioskujący w celu obliczenia wynikowej funkcji przynależności zmiennej wyjściowej. Zastosowano operatory AND w postaci funkcji minimum oraz OR w postaci funkcji maksimum. Obliczenia zamyka proces defuzyfikacji (wyostrzania), w wyniku którego otrzymywana jest ostra wartość zmiennej wyjściowej, na podstawie której określana jest konkluzja, stanowiąca zalecenia do sterowania w odniesieniu do konkretnego parametru relacji partnerskich. w artykule do defuzyfikacji zaproponowano metodę środka ciężkości. Konkluzja może przyjmować wskazania: zachowaj, popraw lub popraw natychmiast. Dla każdego z parametrów relacji partnerskich otrzymane zostaną zatem 4, po jednej w odniesieniu do czasu, kosztu, jakości i bezpieczeństwa realizacji przedsięwzięcia. Ostatecznie wybierana będzie najbardziej radykalna z 4 konkluzji, gdzie konkluzją najmniej radykalną jest konkluzja zachowaj, a najbardziej radykalną konkluzja popraw natychmiast. Ponadto zostanie wskazany parametr, który należy poprawić w pierwszej kolejności. w artykule zamieszczono przykład obliczeniowy ilustrujący działanie systemu.

ANALIZA WIELOKRYTERIALNA WYBORU TECHNOLOGII WYKONANIA PIONOWEJ IZOLACJI PRZECIWWODNEJ ŚCIAN FUNDAMENTOWYCH W ISTNIEJĄCYM BUDYNKU

J. ROSŁON¹, M. SEROKA²

STRESZCZENIE

Celem artykułu jest przeprowadzenie analizy wielokryterialnej wybranych wariantów technologii wykonania pionowej izolacji przeciwwodnej ścian fundamentowych w istniejącym budynku zabytkowym. Spośród wielu metod podejmowania decyzji wykorzystywanych w budownictwie do doboru technologii wykonania robót [1], [2], [3], [5], [6], [7], autorzy zdecydowali się metody entropii i AHP.

W opinii autorów, kwestia nieprawidłowo funkcjonujących izolacji przeciwwodnych ścian fundamentowych w istniejących budynkach na terenie Polski stanowi obecnie dość powtarzający się problem. do takiego stanu rzeczy przyczyniło się niestety wiele różnego typu czynników. Znaczna część istniejących budynków została wybudowana w okresie, kiedy dostępność materiałów i technologii była stosunkowo uboga, a około 60% infrastruktury budowlanej w kraju, wciąż stanowią budynki wzniesione jeszcze przed II wojną światową. Niestety, do końca lat 20-tych XX wieku izolacje przeciwwodne nie zawsze wykonywane były w sposób staranny, często nawet - izolacji przeciwwodnych ścian fundamentowych nie wykonywano w ogóle. Wiedza na ten temat również była niepełna. Sytuacja zmieniała się dopiero w latach 30-tych XX wieku, kiedy to opisano mechanizm kapilarnego ruchu wody w przegrodach murowanych. od tego czasu zaczęto powszechnie stosować prawidłowe rozwiązania izolacji przeciwwodnej obiektów.

W trakcie działań wojennych prowadzonych w latach 1939-1945 w wielu budynkach na terenie całego kraju doszło do znacznych uszkodzeń izolacji przeciwwodnych, a także drenaży opaskowych. w wyniku uszkodzeń drenaży, poziom wód gruntowych w wielu

¹ MSc., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: j.roslon@il.pw.edu.pl

² MSc., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland

miastach nadrzecznych (m.in. takich, jak: Wrocław, Szczecin, Warszawa, Gdańsk) podniósł się, znacznie zwiększając wysokość podciągania kapilarnego w murach piwnicznych. Natomiast w latach 1945-1980 stosunkowo małe nakłady finansowe na renowację starej zabudowy oraz brak znajomości właściwych technik uzupełniania izolacji przeciwwodnej w istniejących obiektach, również nie polepszyły ich stanu. Dopiero w latach 90-tych XX wieku, jakość materiałów izolacyjnych uległa znacznej poprawie. Zaczęto stosować nowoczesne, znacznie lepsze technologicznie materiały oraz systemy izolacji budowlanych o wyższych parametrach wytrzymałościowych.

W chwili obecnej, wielu zarządców starych budynków, a szczególnie tych zabytkowych, boryka się z problemem nieprawidłowo wykonanej izolacji przeciwwodnej ścian fundamentowych. w opinii autorów niniejszej pracy, kwestia właściwego wyboru najlepszego rozwiązania, także w odniesieniu do izolacji przeciwwodnej stanowi niezwykle istotne zagadnienie.

W artykule opisano podstawowe skutki i zagrożenia dla obiektu, wynikające z nieprawidłowo wykonanej izolacji przeciwwodnej ścian fundamentowych, co wymusza konieczność utrzymywania dobrego stanu hydroizolacji. Zaprezentowano, poddane ocenie wielokryterialnej w świetle przyjętych kryteriów, wybrane technologie pionowej izolacji przeciwwodnej ścian fundamentowych w istniejącym budynku.

Analiza wielokryterialna nie została przedstawiona dla konkretnego, istniejącego budynku. Celem pracy było wykonanie analizy dla budynku modelowego, a więc takiego, który zdaniem autorów będzie budynkiem najbardziej reprezentatywnym z grupy budynków których dotyczy problem. Celem pracy było więc wykonanie analizy uniwersalnej dla pewnej grupy budynków tak, aby w przyszłości było możliwe niejednokrotnie zastosowanie wniosków analizy w praktyce, dla różnych budynków, lecz tylko takich, których parametry są zbliżone do modelowego budynku opisanego w artykule.

Do oceny wybrano następujące warianty: izolacja przeciwwodna z papy termozgrzewalnej, izolacja w technologii Bentogrout, iniekcja krystaliczna, izolacja w technologii Grace - Bituthene® 4000/4000S oraz izolacja przeciwwodna w systemie Ceresit.

Na potrzeby tej analizy zdecydowano się na wybranie pięciu kryteriów, pod względem którym ocenione zostaną poszczególne warianty rozwiązań. Przy wyborze kryteriów kierowano się najistotniejszymi elementami, które mogą mieć znaczenie przy wyborze odpowiedniego rozwiązania. Starano się dobrać rzetelnie kryteria i ich znaczenie, tak aby odzwierciedlały one jak najbardziej rzeczywiste warunki. Autorzy wybrali następujące

kryteria: koszt wykonania prac, czas wykonania prac, stopień popularności poszczególnych rozwiązań, trwałość poszczególnych rozwiązań, uciążliwość prac.

W artykule opisano dwa algorytmy obliczeniowe:

- Metoda entropii, której zastosowanie zostało wykorzystane pierwszy raz przez Claude Shannona, a następnie udoskonalone później kolejno przez B. McMillana i L. Breimana [4];
- Metoda AHP - metoda hierarchicznej analizy problemów decyzyjnych (AHP - Analytic Hierarchy Process), której twórcą był Thomas L. Saaty - profesor amerykańskiego Uniwersytetu w Pittsburghu. AHP szybko stała się znana na całym świecie i jest wykorzystywana na szeroką skalę w dziedzinach takich jak zarządzanie, politologia, wytwarzanie, budownictwo czy transport [3], [5], [6], [7], [8].

Przy wykorzystaniu powyższych metod przeprowadzono analizę wielokryterialną rozpatrywanych rozwiązań. w wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano uszeregowanie preferencyjnych wariantów izolacji przeciwwodnej ścian fundamentowych. Pracę kończą stosowne wnioski i podsumowanie.

BIBLIOGRAFIA:

1. N. Ibadov: "Wielokryterialny wybór wariantów wykonania przedsięwzięć budowlanych na podstawie rozmytej relacji preferencji". Logistyka 6/2014, Pełny tekst na CD3 str. 4564-4569;
2. N. Ibadov: "Wielokryterialna ocena procesów budowlanych z uwzględnieniem rozmytego modelowania niepewności aspektów technologicznych". Autobusy (ISSN 1509-5878): technika, eksploatacja, systemy transportowe 2013, nr 3. Tom 14, Str. 1183-1191;
3. M. Krzemiński, M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon, T. Wieczorek: "Wielokryterialna ocena wybranych rozwiązań konstrukcyjnych ścian w aspekcie odporności ogniowej", Logistyka, 2014, vol. 5, pages: 862-871, ISSN 1231-5478;
4. M. Książek, P. Nowak, S. Kivrak, J. Rosłon, L. Ustinovichius: "Computer-aided decision-making in construction project development", Journal of Civil Engineering and Management, 2015, vol. 21 (2), pages: 248-259, ISSN 1392-3730;
5. M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon: "Choice of investment variant for roads safety improvement", Logistyka 2014, nr 2.;
6. M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon: "Ocena wielokryterialna wybranych rozwiązań konstrukcyjnych stropów", Logistyka, 2014, vol. 6, ISSN 1231-5478;

7. M. Książek, P. Nowak, J. Rosłon, T. Wiecek: "Multicriteria Assessment of Selected Solutions for the Building Structural Walls", XXIII R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (23RSP), Procedia Engineering, 2014, vol. 91, pages: 406–411, ISSN: 1877-7058;
8. Saaty T. L.: "How to make a decision: The analytic hierarchy process", European Journal of Operational Research, 1990.

PRZYCZYNY ORAZ SKUTKI ZDARZEŃ NIEPOŻĄDANYCH NA BUDOWACH SYSTEMÓW WODOCIĄGOWYCH I KANALIZACYJNYCH

I. RYBKA¹, E. BONDAR-NOWAKOWSKA², M. POŁOŃSKI³

STRESZCZENIE

W latach 2010-2014 na dwunastu budowach wodociągowych i kanalizacyjnych, realizowanych na terenie województw dolnośląskiego i opolskiego, przeprowadzono badania które miały na celu identyfikację zdarzeń niepożądanych. w przypadku większości rozpatrywanych inwestycji zarówno termin zakończenia inwestycji jak i budżet określony w kontrakcie były przekroczone. Przeprowadzone badania stanowiły podstawę do oceny wpływu zidentyfikowanych zdarzeń na czas trwania i koszt inwestycji.

Badania polegały na bezpośredniej obserwacji stanowisk roboczych oraz obejmowały przegląd dokumentacji budowy. Obserwacje terenowe wykonano metodą migawkową w okresie jednego roku. w czasie ich prowadzenia, na rozpatrywanych budowach, wykonywane były głównie wykopy oraz montaż rurociągów.

Obserwacje stanowisk pracy wykazały, że na poszczególnych budowach, przerwy w pracy występowały ze zróżnicowaną częstością. Stanowiły one od 6 do 75% obserwacji. Główną przyczyną stwierdzonych przerw było naruszanie dyscypliny pracy przez pracowników produkcyjnych - 34% oraz niekorzystne warunki pogodowe - 25%.

Analiza polegająca na porównaniu ilości przerw, zaobserwowanych na rozpatrywanych budowach z terminami zakończenia tych inwestycji wykazała na brak zależności w tym zakresie. Obiekty, na których stwierdzono stosunkowo dużą liczbę przerw, ukończone zostały w zaplanowanym terminie. Natomiast w przypadku obiektów, gdzie liczba przerw była mniejsza niż przeciętna, przekroczenie czasu i kosztów ich realizacji było znaczne. w celu wyjaśnienia tego stanu przeprowadzony został szczegółowy przegląd zapisów dokonanych

¹ PhD., Eng., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Faculty of Environmental Engineering and Geodesy, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław, Poland, e-mail: i.rybka@biuroinwestorskie.pl

² Associate professor, DSc., PhD., Eng., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Faculty of Environmental Engineering and Geodesy, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław, Poland, e-mail: elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl

³ Associate professor, DSc., PhD., Eng., Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Civil and Environmental Engineering, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa, Poland.

w dziennikach budowy, protokołach konieczności oraz w raportach wykonawcy. Przegląd ten dotyczył dokumentów powstałych w pełnym cyklu budowy, czterech inwestycji.

Zidentyfikowane na podstawie dokumentów przyczyny strat czasu oraz dodatkowych kosztów zostały zakwalifikowane do ośmiu grup. Podstawę tego podziału stanowiły źródła powstania strat. Ocena wpływu poszczególnych grup na przedłużenie terminu zakończenia oraz na dodatkowe koszty realizacji wykazała, że w przypadku rozpatrywanych inwestycji najsilniejsze oddziaływanie wykazały błędy występujące w dokumentacjach projektowych. Polegały one głównie na niewłaściwym obliczeniu ilości robót do wykonania - 40% oraz przyjęciu do projektowania innych warunków niż występujące w rzeczywistości - 31%. Przeprowadzona analiza wskazała również na problem niewłaściwego przygotowania procesu inwestycyjnego - 12%.

Błędy i zaniedbania na etapie przygotowywania dokumentacji projektowych występują często. w związku z tym, w pracy podjęto próbę wyznaczenia tolerowanej granicy strat generowanych przez te czynniki. Granica ta powinna wyznaczać wielkość rezerwy finansowej, którą powinien dysponować inwestor.

Wyniki przeprowadzonej analizy wskazują, że w przypadku rozpatrywanych inwestycji rezerwa ta mogłaby kształtować się na poziomie 1% wartości kwoty kontraktowej gdyby nie problem błędów występujących w przedmiarach robót. Czynnikiem ten był dominującym zarówno pod względem częstości występowania jak i wpływu na ostateczny koszt robót. Zgodnie z przyjętymi w pracy kryteriami problem błędnego szacowania ilości robót do wykonania należy uznać, jako istotny w projektowaniu oraz wykonawstwie robót wodociągowych i kanalizacyjnych. Oznacza to, że działaniom na rzecz jego wyeliminowania lub minimalizacji należy poświęcić jak najwięcej uwagi.

Przedstawione w pracy wyniki umożliwiają określenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niepożądanych, typowych dla przedsięwzięć wodociągowych i kanalizacyjnych oraz ich wpływu na przebieg realizacji inwestycji. Wiedza na temat wielkości tych czynników pozwala na opracowanie macierzy oceny ryzyka. Narzędzie to stanowi podstawę do opracowania planu postępowania oraz do wskazania działań, których celem jest minimalizacja zagrożeń czasowych i finansowych dla tego rodzaju przedsięwzięć.

IDENTYFIKACJA CZYNNIKÓW RYZYKA REALIZACJI I EKSPLOATACJI DRÓG W ŚWIETLE PRAC GEODEZYJNYCH

D. SKORUPKA¹, M. KOWACKA²

STRESZCZENIE

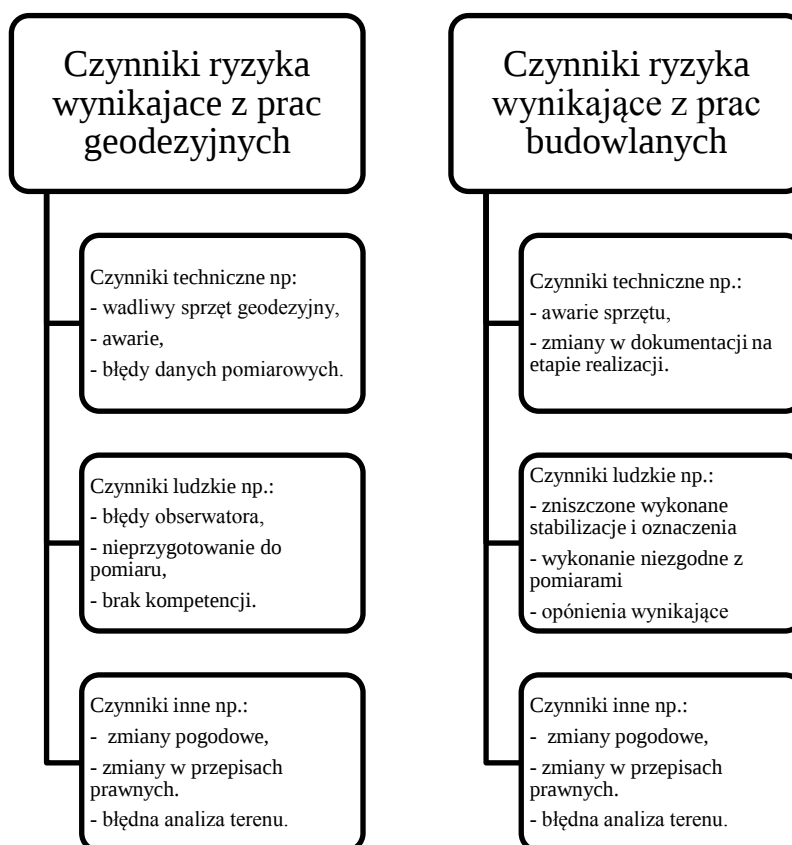
Praca miała na celu zidentyfikowanie potencjalnych czynników ryzyka towarzyszącym realizacji oraz synchronizacji prac geodezyjnych i budowlanych podczas budowy i eksploatacji dróg. Temat zrealizowano na podstawie studium literatury oraz doświadczenia. Jest to wstęp do prowadzonych przez zespół autorski badań nad możliwie precyzyjnym indeksem czynników z jakimi można mieć do czynienia podczas realizacji tego typu obiektów. Poruszony problem jest istotny ze względów finansowych, czasowych, ale co ważne przy budowie dróg, również społecznym, gdyż przedłużające się utrudnienia w ruchu wpływają niekorzystnie na otoczenie.

Przystępując do tematu wyszczególniono prace geodezyjne realizowane podczas budowy dróg, takie jak np. wstępna analiza projektu, założenie geodezyjnej osnowy poziomej i pionowej czy opracowanie projektu drogowego. Prace geodezyjne są wykonywane nie tylko podczas realizacji budowy dróg, ale również podczas ich rozbiórki lub przebudowy. Ich scharakteryzowanie dało początek dalszym analizą, które doprowadziły do sporządzenia podziału czynników ryzyka.

Czynniki ryzyka podzielono na te, które wynikają z prac geodezyjnych oraz te wynikające z prac budowlanych. Obie te grupy wzajemnie się przenikają i mają bezpośredni wpływ, ponieważ zmiana terminu realizacji prac budowlanych powoduje zmianę daty rozpoczęcia prac geodezyjnych i odwrotnie. Zaproponowany przez autorów podział czynników ryzyka przedstawiony na rysunku 1 dalej dzieli się na czynniki techniczne, ludzkie oraz inne, gdzie można zakwalifikować zmiany pogodowe lub prawne.

¹ PhD., Eng., the Military Academy of Land Forces, Faculty of Management, ul. Czajkowskiego 109, 51-150 Wrocław, Poland, e-mail: d.skorupka@wso.wroc.pl

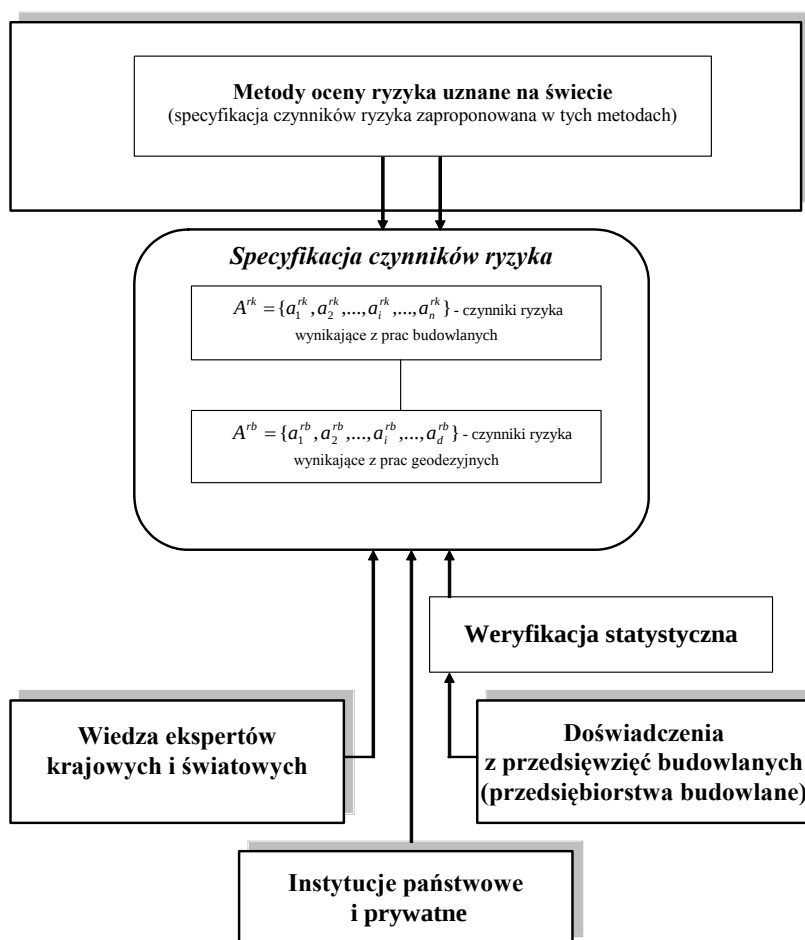
² M.A., Eng., the Military Academy of Land Forces, Faculty of Management, ul. Czajkowskiego 109, 51-150 Wrocław, Poland, e-mail: m.kowacka@wso.wroc.pl



Rys. 1. Podział czynników ryzyka

Źródło: opracowanie własne

Punktem kluczowym do sporządzenia tej pracy było przedstawienie modelu ideograficznego identyfikacji czynników ryzyka (rysunek 2). Przedstawiono na nim zasadnicze elementy, które wykorzystywane są do specyfikacji czynników ryzyka występujących w danym przedsięwzięciu budowlanym.



Rys. 2. Model ideograficzny identyfikacji czynników ryzyka

Źródło: opracowanie własne

Identyfikacja czynników ryzyka to dopiero wstęp do poprawnej analizy ryzyka, ale od tego jak ją przeprowadzimy zależy efekt końcowy prac, które aktualnie realizowane są przez autorów.

Poprawna współpraca pomiędzy realizatorami prac geodezyjnych i budowlanych jest bardzo ważna i przynosi obopólne korzyści. Czasochłonność, poniesione koszty jak również zasadność tych prac w procesie realizacji dróg w istotny sposób zwiększają wagę prowadzonych badań. Efekty końcowe prac mogą mieć kluczowe znaczenie w poprawie realizowanych przedsięwzięć.

WPLYW PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO NA FAZĘ PRZED-INWESTYCYJNĄ PROCESU INWESTYCYJNEGO W BUDOWNICTWIE MIESZKANIOWYM

J. SOBIERAJ¹

STRESZCZENIE

Brak racjonalnej polityki przestrzennej w Polsce jest przedmiotem powszechnej i uzasadnionej krytyki. Dotyczy to wszystkich poziomów zarządzania przestrzenią. Jak pokazują raporty środowisk naukowych, przedsiębiorców i organizacji zawodowych, poparte dodatkowo postulatami organizacji samorządowych i społecznych, nieracjonalny system zarządzania przestrzenią powoduje wymierne i rosnące straty społeczne oraz gospodarcze[7]. Jest to szczególnie widoczne z perspektywy praktyka zarządzania procesami inwestycyjnymi. W dokumencie zatytułowanym: „Tezy do naprawy prawodawstwa przestrzennego” przygotowanym przez Unię Metropolii Polskich czytamy: „Chaos przestrzenny ma negatywne skutki ekonomiczne i ekologiczne. (...) Powoduje nieracjonalny wzrost kosztów budowy i utrzymania infrastruktury technicznej i społecznej (...)”[7]

W rezolucji IV Kongresu Miast Polskich (2012) czytamy następujące postulaty: ”Prawo winno umożliwić prowadzenie racjonalnej polityki przestrzennej, wprowadzając równocześnie bariery ustawowe i procedury nadzorcze, które ograniczają działania szkodliwe społecznie i gospodarczo. (...) Zreformowane prawo winno ułatwiać inwestowanie, upraszczając procedury i eliminując bariery administracyjne (...)”[8]

W swoim referacie przybliżyłem system planowania przestrzennego obowiązujący w Polsce wraz z obowiązującymi aktami prawnymi oraz wyszczególniłem zadania władz samorządowych i krajowych w zakresie planowania przestrzennego w podziale na poziom decyzyjny: gminy, powiatu, województwa i kraju. na każdym z poziomów decyzyjnych są do opracowania różne dokumenty: od miejscowych planów zagospodarowania, aż po koncepcje przestrzennego zagospodarowania kraju.

¹ MSc., Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, President of Korporacja Radex S.A., e-mail: jsobieraj@korporacjaradex.pl

Opisałem również procedurę sporządzania i uchwalania miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego na poziomie gminy, które są zbliżone na wszystkich poziomach decyzyjnych. Procedury te są regulowane Ustawą o Planowaniu i Zagospodarowaniu Przestrzennym – głównie art. 17. Sporządzenie i uchwalenie miejscowego planu miejscowego jest bardzo czasochłonne i nawet pomimo uproszczenia procedur dalej w aglomeracji warszawskiej zajmuje 3-4 lata.

Akty prawne regulujące w Polsce planowanie przestrzenne mają charakter pasywny – określają jedynie ramy prawne co na danym obszarze może powstać, nie podają jednak w jaki sposób ma to być zrealizowane. Istnieje więc potrzeba opracowywania przez inwestorów czy interesariuszy zintegrowanych planów planowania przestrzennego, które będą odpowiadały nie tylko na pytanie co ma być wybudowane, ale też w kompleksowy i elastyczny sposób będą określały w różnych horyzontach czasowych strategię realizacji obiektów wraz z infrastrukturą na danym obszarze. w referacie podano pełną charakterystykę zintegrowanego planu rozwoju przestrzennego. Niniejszy referat przybliży również przykład w jaki sposób taka strategia planowania przestrzennego została zrealizowana na osiedlu „Fort Bema” na warszawskim Bemowie.

Na tym warszawskim osiedlu innowacyjne i elastyczne podejście do zarządzania procesem inwestycyjnym (w tym w szczególności do procedur uchwalania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego) spowodowało również obniżenie kosztów budowy infrastruktury do niespotykanego na rynku warszawskim poziomu 49 zł w odniesieniu do 1 m² powierzchni użytkowej wybudowanych mieszkań i osiągnięcie niskiego wskaźnika, na poziomie poniżej 2 proc. - kosztów prac projektowych w odniesieniu do kosztów robót budowlano-montażowych. Dla porównania średnie koszty wybudowania infrastruktury technicznej w tej dzielnicy miasta wynosiły 176 zł. Uzyskano więc bardzo wysoką wartość dodaną dla wszystkich deweloperów i inicjatorów przedsięwzięcia. Uzyskanie takich efektów było możliwe tylko i wyłącznie przy ścisłej współpracy z architektami, urbanistami, deweloperami i władzami gminy i miasta, spółkami miejskim oraz konserwatorem zabytków. Dlatego właśnie do koordynowania tak dużych przedsięwzięć już na początku potrzebne jest opracowanie strategii, a w niej zintegrowanego planu rozwoju przestrzennego. Dzięki zaproszeniu wszystkich interesariuszy projektu już na etapie planowania uniknięto licznych sporów i poniesienia niepotrzebnych kosztów, które mogły by być wywołane zmienianiem kluczowych kwestii projektu już na etapie jego realizacji. Taka strategia prowadzenia przedsięwzięć inwestycyjnych spowodowała, że plan zagospodarowania przestrzennego został uchwalony i opublikowany w rekordowo krótkim okresie 11 miesięcy. Efektem tej

strategii był powstanie jednego z najpiękniejszych, a na pewno najbardziej „zielonych” osiedli w Polsce z licznymi placami zabaw, obiektami sportowymi, parkami, zabytkowym fortem i fosą. Ponadto ruch samochodowy na osiedlu został przeniesiony na jego obrzeża, a mieszkańcom został udostępniony dodatkowo garaż wolnostojący.

Ponadto w rozdziale 4 niniejszego referatu pokazałem istotny wpływ jaki ma planowanie przestrzenne na koszty eksploatacji i użytkowania obiektu. Jest to faza stosunkowo najmniej kosztowna (w porównaniu do fazy realizacji – projektowania i budowania), a ma istotny wpływ na generację kosztów w fazach następnych. Planując i projektując budynek musimy myśleć zarówno o jego odbiorze do użytkowania jak i o kosztach które będzie generował w fazie eksploatacji.

Jak wykazałem w referacie procedury planistyczne są rozległe i to nie samorządy gminne muszą się wykazywać inicjatywą w ich uchwalaniu. to inwestorzy powinni przyjąć aktywną postawę w kształtowaniu planów choćby przez tworzenie Zintegrowanych Planów Rozwoju Przestrzennego obejmujących nie tylko zagadnienia planistyczne i urbanistyczne ale także ekonomiczne i społeczne. Plany te powinny obejmować cele wszystkich interesariuszy takiego przedsięwzięcia i zakładać po początkowej fazie rozwoju przedsięwzięcia (w szczególności po wybudowaniu niezbędnej infrastruktury jak np. dojazdy, sieci) przyciągnięcie kolejnych. Muszą się one cechować przez to dużą elastycznością i odpowiadać na dynamicznie zmieniające się potrzeby rynku.

ZADANIA I PROBLEMY W ROZBIÓRKACH BUDYNKÓW: STUDIUM PRZYPADKU

A. SOBOTKA¹, A. RADZIEJOWSKA², J. CZAJA³

STRESZCZENIE

Coraz częściej w Polsce obiekty budowlane z powodów złego stanu technicznego, funkcjonalnego, ekonomicznego, itp. są likwidowane - rozbierane. Rozbiórka w Prawa budowlanego zdefiniowana jest jako typ robót budowlanych i jako taki stanowi szczególny rodzaj przedsięwzięcia budowlanego. Podobnie jak w innych przedsięwzięciach bardzo ważną fazą, oprócz wykonania robót budowlanych, jest przygotowanie, zaprojektowanie i zaplanowanie robót rozbiórkowych. Niektóre działania w zakresie rozbiórek objęte są właściwymi przepisami i można określić, jako typowe. Natomiast techniczna strona robót rozbiórkowych zależy od wielu czynników takich jak: rodzaj budynku, konstrukcji, jego wiek, stan techniczny, funkcjonalny, technologia wykonania, lokalizacja itd. Artykuł obejmuje w aspekcie ogólnym analizę etapów i zadań w fazie przygotowawczej rozbiórki obiektu budowlanego. Natomiast problemy natury technicznej robót rozbiórkowych przedstawiono na przykładzie zabytkowej kamienicy znajdującej się na terenie Krakowa. Analiza procesu przygotowania i wykonania rozbiórki obiektu ma na celu wskazanie problemów realizacyjnych oraz źródeł ryzyka, jakie mogą wystąpić podczas tego rodzaju prac budowlanych.

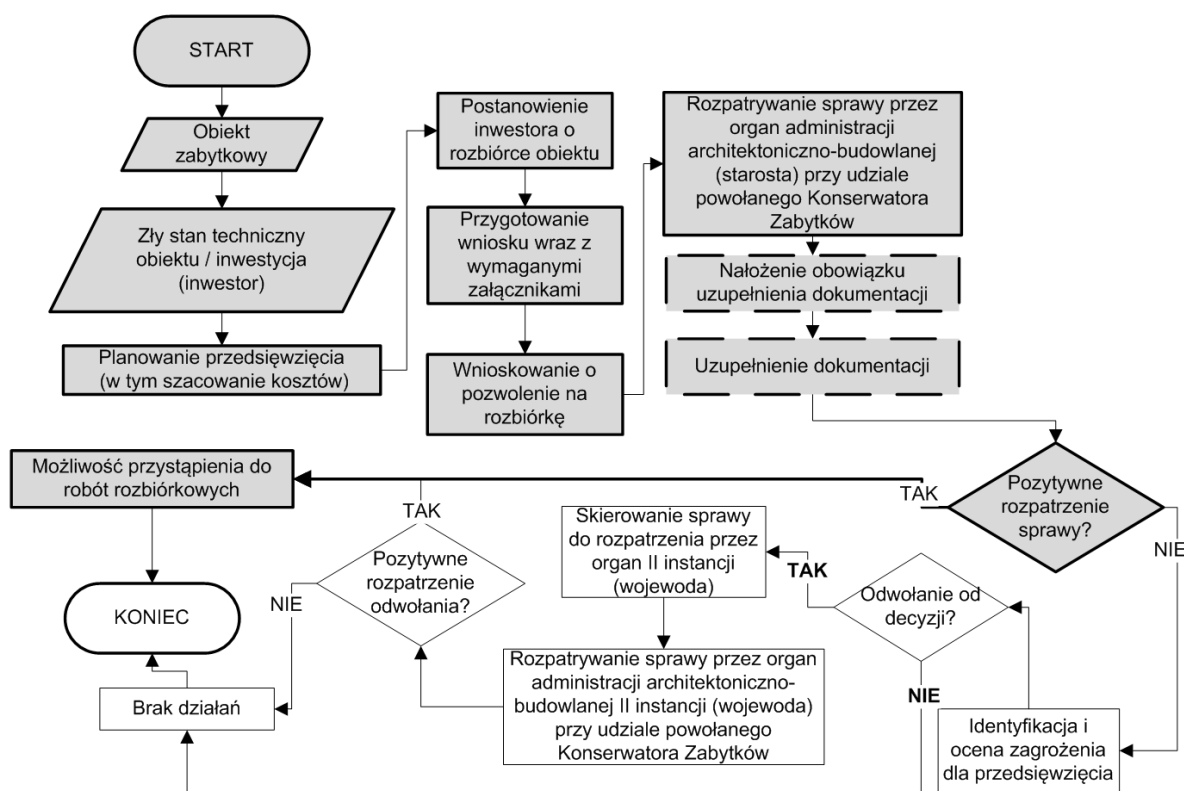
Praktyka wskazuje, że faza przygotowawcza przedsięwzięcia, jakim jest likwidacja obiektu, tak jak przy nowo budowanych obiektach, jest zwykle dłuższa niż pozostałe fazy.. Etapy składające się na tę fazę i zadania, jakie należy wykonać przed przystąpieniem do robót rozbiórkowych, zostały uporządkowane i przedstawione w postaci schematu blokowego

¹ Prof., PhD., Eng., AGH University of Science and Technology in Cracow, Department of Geomechanics, Civil Engineering and Geotechnics, Faculty of Mining and Geoengineering, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland, e-mail: sobotka@agh.edu.pl

² M.Sc., Eng., AGH University of Science and Technology in Cracow, Department of Geomechanics, Civil Engineering and Geotechnics, Faculty of Mining and Geoengineering, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland, e-mail: aradziej@agh.edu.pl

³ M.Sc., Eng., AGH University of Science and Technology in Cracow, Department of Geomechanics, Civil Engineering and Geotechnics, Faculty of Mining and Geoengineering, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland, e-mail: czajaj@agh.edu.pl

przedstawionego na rys.1. Szarym kolorem oznaczono te etapy, które dotyczyły rozbiórki analizowanego w artykule obiektu.



Rys.1. Schemat postępowania poprzedzającego rozpoczęcie robót rozbiórkowych obiektu zabytkowego (linią przerywaną zaznaczono sytuacje, które mogą wystąpić). Źródło: opracowanie własne

Roboty rozbiórkowe poszczególnych elementów i ustrojów budowlanych kamiennicy prowadzone były według starannie przemyślanej kolejności przez doświadczonego specjalizującego się w rozbiórkach wykonawcę. Świadczy o tym fakt, że obiekt rozebrano w niespełna 3 miesiące, łącznie z opracowaniem projektu technicznego, ogrodzeniem i przygotowaniem terenu do pełnienia roli parkingu (rys.2). Natomiast faza przygotowawcza od złożenia wniosku do udzielenia zamówienia wykonawcy - 21 miesięcy.



Rys.2. Widok z góry na kompleks pralni chemicznej „Tęcza” przed wyburzeniem, po pożarze, około 2012 [źródło: googlemaps, 06.03.2014].

Obecnie funkcjonujący parking w miejscu po pralni

Realizacja rozbiórki budynku Tęczy, jako budynku zabytkowego, zlokalizowanego w gęstej zabudowie, o bardzo złym stanie technicznym narażała wiele problemów zarówno w fazie przygotowania przedsięwzięcia jak i w fazie wykonawczej. Problemy wstępne to:

- trudności podczas odkupywania nieruchomości od właściciela z zagranicy Polski,
- zgromadzenie dodatkowych dokumentów do wniosku o pozwolenie na rozbiórkę,
- wymagana dodatkowa zgoda na rozbiórkę od Miejskiego i Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków,
- trudności w przeprowadzeniu oceny stanu technicznego obiektu ze względu na bardzo zły kamienicy dotkniętej pożarem (całkowicie zniszczony dach i strop drugiego piętra),
- utrudniony transport ciężkiego sprzętu na teren budowy ze względu na lokalizację budynku „Tęczy” przy ruchliwej ulicy - mógł odbywać się tylko w godzinach nocnych,
- usytuowanie kamienicy wymagało zgody na zamknięcie chodnika ulicy dla pieszych.

Utrudnienia, z którymi musiał zmierzyć się wykonawca podczas prac rozbiórkowych to:

- rozbiórka ściany frontowej budynku wiązała się z wyznaczeniem strefy bezpieczeństwa (6 m +1/10 wysokości wyburzanego obiektu), której zasięg spowodował konieczność zamknięcia całej ulicy Czarnowiejskiej. Prace wyburzeniowe ściany frontowej budynku należało wykonać w ciągu kilku godzin, w których uzyskano zgodę na zamknięcie pasa ulicy. ze względu na duży ruch uliczny jaki odbywa się w tej lokalizacji prace przewidziano na jeden z niedzielnych poranków (był to bardzo duży koszt -kilkanaście tysięcy zł),

- w wykończeniu konstrukcji budynku znajdowały się materiały niebezpieczne wymagające selektywnej zbiórki podczas ich demontażu (papa z pozostałości pokrycia dachowego oraz wata szklana - część izolacji budynku. ze względu na przepisy, materiały te gromadzono w oddzielnych kontenerach i oddawano do punktów zajmujących się ich utylizacją,
- bezpośrednie sąsiedztwo ruchliwej ulicy i zabudowań wymagało zabezpieczenia otoczenia przed nadmiernym pyleniem i kurzem, jakie towarzyszyły wyburzaniu. Niwelacja tych uciążliwości wymagała polewania wodą wyburzanych elementów konstrukcji budynku zarówno podczas prowadzonej rozbiórki jak i załadunku materiałów na środki transportowe,
- ściana szczytowa budynku była rozbierana ręcznie ze względu na niebezpieczeństwo niekontrolowanego zawalenia się a także ręcznie wyburzano przybudówki ze względu na bezpośrednie sąsiedztwo innych obiektów.

Wszystkie te trudności stanowiły potencjalne źródła ryzyk skutkujących niedotrzymaniem czasu, terminu i jakości zrealizowanego przedsięwzięcia. Jednakże dzięki dobremu przygotowaniu i doświadczeniu wykonawcy została wykonana w planowanych terminie i kosztach, i stanowi „przykład godny naśladowania”.

WYROBY SILIKATOWE W ŚWIETLE MODYFIKACJI

A. STĘPIEŃ¹

STRESZCZENIE

Artykuł traktuje o modyfikowanych wyrobach silikatowych, ich właściwościach użytkowych skupiając się w głównej mierze na: wytrzymałości na ściskanie, porowatości, nasiąkliwości, odporności ogniowej, izolacji akustycznej i mikrostrukturze (faza C-S-H, tobermoryt, fazy wysokowytrzymałościowe). Badania przeprowadzono w oparciu o elektronową mikroskopię skaningową (SEM), rentgenografię strukturalną (XRD) oraz termiczną analizę różnicową (DTA) oraz badanie porowatości materiałów. Artykuł ma na celu usystematyzowanie informacji na temat wyrobów silikatowych, jak również stopnia wpływu modyfikatorów masy silikatowej na cegłę silikatową poprzez bezpieczeństwo ich stosowania. Modyfikacje dotyczyły badań jednoczynnikowych oraz dwuczynnikowych z wykorzystaniem programu *Statistica*. Modyfikatorami masy silikatowej to między innymi: kruszywa bazaltowe i barytowe, grafit techniczny, mikrokrzemionka, związki organiczne, związki litu, poraver, substraty z recyklingu.

W związku z licznymi zmianami i rozwojem przemysłowym jaki przyniósł ze sobą wiek XXI modyfikacjom poddano również wyroby silikatowe. Z uwagi na fakt, że są to materiały naturalne (składające się wyłącznie z wapna, piasku i wody) o najmniejszej zawartości pierwiastków promieniotwórczych, a jednym z najważniejszych kryteriów jest obecnie ekologia poszukuje się trwałych i bezpiecznych dla zdrowia i środowiska rozwiązań oraz materiałów[4,9]. Białą cegłą jest materiałem, który chłonie o 8% H₂O mniej w stosunku do pozostałych wyrobów ceglanych przeznaczonych do konstruowania ścian zewnętrznych i wewnętrznych budynków. Grupą, która przyczyniła się do popularyzacji ‘białej cegły silikatowej’ była między innymi organizacja ECSPA (European Calcium Silicate Producers Association), która to stanowi platformę dla ekspertów krajowych w dziedzinie technologii np. normalizacja, stosowanie i produkcja wyrobów silikatowych. Szczególnie aktywni w temacie modyfikacji przedmiotowych wyrobów zarówno pod względem materiału jak również technologii są: Japończycy, Niemcy, Francuzi, Chińczycy, Tajlandczycy, Czesi, Arabowie jak również Polacy. Niektóre z tych rozwiązań nie są wskazane do stosowania

¹ DSc., Kielce University of Technology, Faculty of Civil Engineering nad Architecture, Al. 1000-lecia PP 7, 025-314 Kielce, Poland, e-mail: ana_stepien@wp.pl

w przemyśle z uwagi na toksyczność lub szkodliwość zastosowanych wypełniaczy masy tj. modyfikatorów. W modyfikacjach z kolei chodzi przede wszystkim o naturalność i bezpieczeństwo stosowania [1,2,3,4,5,10,11,12,13].

Zmodyfikowana związkami litu, kruszywem barytowych i bazaltowym, czy też związkami organicznymi mieszanka silikatowa została poddana następującym badaniom: budowa wewnętrzna (z wykorzystaniem technik mikroskopowych typu SEM, XRD, DTA), porozymetria, nasiąkliwość, wytrzymałość na ściskanie, gęstość i mrozoodporność [6,7,8,9]. W każdej z modyfikowanych serii przygotowano do badań minimum 6 próbek, Wykonane zostały badania laboratoryjne na próbkach o wymiarach 4x4x16 cm oraz pełne wyroby silikatowe o wymiarach 22x25x18cm.

W celu zachowania odpowiedniej naturalności, bezpieczeństwa, jak również ochrony przed ogniem nie należy stosować związków organicznych w ilości większej niż 1%. Możliwe jest stosowanie nadmienionego kruszywa w ilości do 30%. Wyroby zarówno laboratoryjne, jak i pełne cegły silikatowe wykonane zostały w Zakładach Produkcji Silikatów w Ludyni (woj. świętokrzyskie).

BIBLIOGRAFIA:

1. Kurdowski W. Chemia cementu i betonu, Wydawnictwo Polski Cement, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa (2010)
2. Malhotra S.K., Tehri S.P.: Development of bricks from granulated blast furnace slag. Construction and Building Materials, Vol. 10, Nr 3, pp. 191-192, 1996.
3. Małolepszy J. Wykorzystanie błota pochromowego w produkcji wyr. wapi.-piask., Materiały Budowlane 1990r., nr 6.
4. Parker P. ., Lilly E. World Outlook for All Silica. Brick and Shapes Excluding Semi-Silica. The 2006-2011, INSEAD (Singapore and Fontainebleau, France) ICON Group International, Inc. 2005.
5. Stępień A. Influence of lithium silicate on microstructural and mechanical properties of autoclaved silicate products. TECHNICAL TRANSACTIONS, Civil Engineering (ISSUE 1-B), Engineering of Construction Proj. Cracow 2014.
6. PN-EN 1996-2:2010. Eurokod 6 -- Projektowanie konstrukcji murowych -- Część 2: Wymagania projektowe(...)"
7. PN-EN 771-2 Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 2: Elementy murowe silikatowe.

8. PN-EN 772-1:2011 Metody badań elementów murowych. Część 1: Określenie wytrzymałości na ściskanie.
9. PN-EN 772-10 „Określenie wilgotności elementów silikatowych i elementów z autoklawizowanego bet.komórk.”.
10. Stępień A., Dachowski R. Impact of lithium silicate as an additive to the mass of silicate products. Patent (PL 216588) according to the application for a patent P.396498, 2013 (50%).
11. Stępień A., Dachowski R. Impact of barite aggregate as an additive to the mass of silicate products. Patent (PL 216687) according to the application for a patent P.396499, 2013 (50%).
12. JP 2001220209 Building material and method of producing the same and construction process.
13. www.kalksandstein.ch/herstellung/geschichte/ & grupasilikaty.pl

OCENA KRYTERIÓW W WIELOKRYTERIALNYCH ANALIZACH WARIANTÓW INWESTYCJI BUDOWLANYCH

E. SZAFRANKO¹

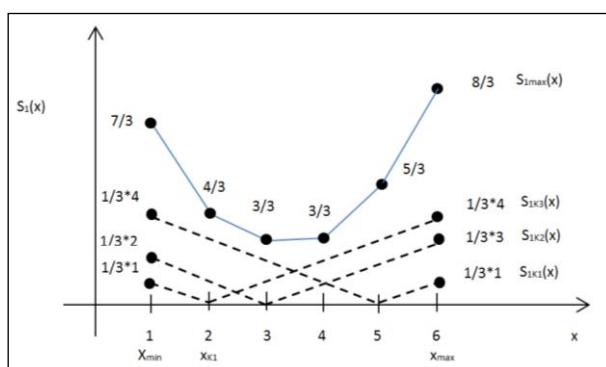
STRESZCZENIE

Wspomaganie decyzji wielokryterialnych wymaga udziału wielu ekspertów wyrażających swoje opinie na badany temat. w celu uzyskania obiektywnej oceny przyjmuje się dwa sposoby postępowania. Jeden to opisowa ocena ważności kryterium, drugi natomiast wymaga przyjęcia liczbowej skali pomiaru. Czynniki niemierzalne często pojawiają się przy planowaniu inwestycji. Możliwość ich uwzględnienia podczas podejmowania decyzji zapewniają nam różne metody wielokryterialne, np.: Analiza MCE, AHP, metody wskaźnikowe. Wszystkie wymienione metody wymagają zebrania dużej ilości informacji pozwalających ustalić wartości kryteriów. w tym celu przeprowadza się ankiety i wywiady wśród różnych grup ekspertów. Stosując metodę MCE musimy zebrać informacje o spełnieniu ograniczeń pierwszej i drugiej grupy. w przypadku ograniczeń pierwszej grupy do analizy służy skala zero- jedynkowa. 1 – oznacza spełnienie określonego wymogu, 0 – nie spełnienie. Przykładem takich ograniczeń może być: droga publiczna w odległości nie większej niż 5km; wielkość działki, na której planujemy budowę- co najmniej 1500 m² i np. kryterium ekonomiczne – cena działki nie większa niż 150tys zł. w przypadku drugiej grupy kryteriów konieczne jest określenie skali umownej. Im szersza jest skala tym dokładniejsze określenie spełnienia danych warunków. i tak na przykład skala 0 -5 daje możliwość określenia spełnienia kryterium, gdy jest ich niezbyt dużo przy mniejszej ilości wariantów do przeanalizowania. Jak już wspomniano wcześniej, oceny ekspertów, bywają bardziej lub mniej rozbieżne. Nie zawsze uśrednienie wyników pozwoli osiągnąć efekt odzwierciedlający sytuację i badane zjawisko. Dlatego też w wielu przypadkach konieczne jest podsumowanie uzyskanych ocen poprzez ich agregację. Pozwala to osiągnąć bardziej miarodajne wyniki końcowe analiz. Oceny ekspertów są najczęściej ocenami punktowymi. Załóżmy,

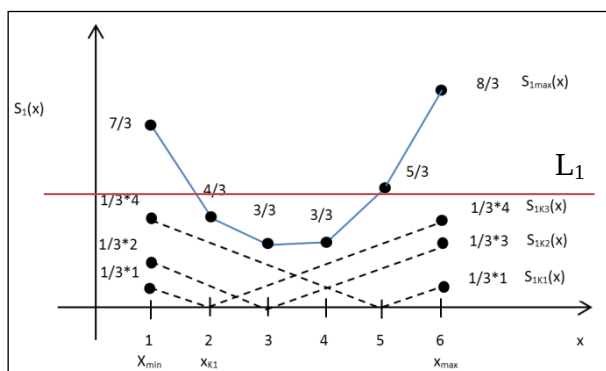
¹PhD., Eng., University of Warmia and Mazury in Olsztyn, The Faculty of Geodesy, Geospatial and Civil Engineering, ul. Heweliusza 4, 10-724 Olsztyn, Poland, e-mail: elasz@uwm.edu.pl

że w wyniku oceny ekspertów otrzymaliśmy wartości dla ocenianego kryterium: $K_1 = 2$, $K_2 = 3$, $K_3 = 5$.

Kryterium jest oceniane w 6-cio punktowej skali. Punktowe oceny ekspertów są przykładem całkowitej niespójności opinii. w związku z tym metoda agregacji liniowej nie może być w tym przypadku zastosowana. w przedziale możliwych wartości kryterium istnieje (x) wartości badanego kryterium. Wartość (x) jest również ostateczną, oczekiwaną wartością kryterium. Przyjmijmy, że $x = 4$ – jest to wartość niezgodząca się z żadną opinią ekspertów. Zgodnie z literaturą można opracować wykres niezgodności dla pojedynczej wartości. Jednak nas interesuje rozkład niezgodności wszystkich badanych opinii. Przedstawia go schemat na rysunku 1.



Rys.1. Rozkład niezgodności wszystkich opinii



Rys.2. Poziom akceptacji rozbieżności analizowanych opinii

Linia L_1 poprowadzona na rys.2 pokazuje, że w rozpatrywanym przykładzie powinny być odrzucone wartości 1, 5 i 6. Jest to w pewnych sytuacjach pomocna informacja, jednak zakładając pewne doświadczenie w prowadzeniu takiego postępowania może metoda być zastąpiona postępowaniem intuicyjnym.

W sytuacji, gdy mamy do czynienia z dużą niespójnością danych sytuacja jest trochę trudniejsza. Nie można się sugerować przeważającą opinią ekspertów, trudno też mówić

o średniej czy medianie wynikającej z niespójnych danych. w takim przypadku należy się zastanowić nad prawidłowością doboru grupy ekspertów czy właściwym sformułowaniem pytań ankietowych. Jeżeli problem polega na doborze grupy ankietowanych to sytuację może poprawić wprowadzenie wag podnoszących znaczenie części odpowiedzi.

Metody analizy wielokryterialnej są przydatne wszędzie tam gdzie wiele czynników decyduje o wyborze rozwiązania dopuszczalnego realizacji inwestycji budowlanych. w celu przeprowadzenia analiz i określenia znaczenia czynników niemierzalnych przeprowadza się ankiety dostarczające informacji o znaczeniu wcześniej zdefiniowanych kryteriów. Takie badania są źródłem ogromnej ilości informacji, które wymagają przygotowania do dalszych obliczeń. Ocena przydatności uzyskanych danych i przygotowanie ich do dalszego postępowania wymaga odpowiedniego podejścia opartego na doświadczeniu. Jest wiele prostych metod opracowania danych, ale można również zastosować bardziej zaawansowane techniki. Jedną z możliwości jest opisana w literaturze i przybliżona w artykule metoda agregacji danych.

ODKRYWANIE WIEDZY Z DANYCH W PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANYCH

J. SZELKA¹, Z. WRONA²

STRESZCZENIE

Problemy decyzyjne w obszarze przedsięwzięć budowlanych charakteryzują się w wielu przypadkach słabym poziomem ustrukturyzowania. w procesie wnioskowania stosuje się wówczas często metody heurystyczne. Wśród nich szczególne znaczenie należy przypisać wnioskowaniu eksperckiemu. Informatyczne wspomaganie tych przedsięwzięć jest realizowane przy użyciu systemów ekspertowych. Jednym z ważniejszych czynników warunkujących skuteczność wnioskowania jest jakość wiedzy, wykorzystywanej do wypracowania decyzji. Przedsięwzięcie pozyskiwania wiedzy od ekspertów dziedzinowych zaliczane jest do najbardziej pracochłonnych i kosztownych etapów tworzenia bazy wiedzy.

Znaczny poziom złożoności procesów związanych z akwizycją wiedzy eksperckiej w obszarze przedsięwzięć budowlanych, jej czasochłonność i duże koszty stały się przesłanką do poszukiwania innych możliwości w zakresie pozyskiwania wiedzy (w tym – automatyzacji pozyskiwania wiedzy).

Można stwierdzić, że w wielu przypadkach, w dyspozycji inżyniera-decydenta jest olbrzymia ilość danych (i informacji, powstałych w wyniku przetwarzania danych), zgromadzonych w posiadanych bazach danych. Oprócz oczywistej możliwości ich wykorzystania w procesach informacyjnych i analitycznych, warto podjąć próbę potraktowania ich także, jako potencjalne źródło wiedzy.

Posiadanie znacznych ilości danych nie oznacza, że dysponujemy jednocześnie wiedzą, która jest zawarta w tych danych. Proces pozyskiwania nowej, nieznanej wiedzy z posiadanych zasobów informacyjnych określany jest mianem *odkrywania wiedzy* (ang. *Knowledge Discovery*). Nieznana dotychczas wiedza może obejmować niedostrzegane wcześniej zależności, wzorce, czy relacje [1].

¹ Assoc. Prof., Military Academy of Land Forces in Wrocław, Czajkowskiego 109, 51-150 Wrocław, Poland, University of Zielona Góra, e-mail: j.szelka@wso.wroc.pl

² PhD., Eng., College of Management "Edukacja" in Wrocław, Krakowska 56-62, 50-425 Wrocław, Poland, e-mail: z_wrona@wp.pl

Do metod o największym znaczeniu praktycznym można zaliczyć metody indukcji reguł decyzyjnych (w tym, m.in.: klasyfikacyjne, asocjacyjne), wnioskowanie na podstawie przypadków (CBR) oraz sztuczne sieci neuronowe.

Każda z zastosowanych metod odkrywania wiedzy charakteryzuje się specyficznymi własnościami, które warunkują potencjalne (racjonalne) obszary jej wykorzystania [2].

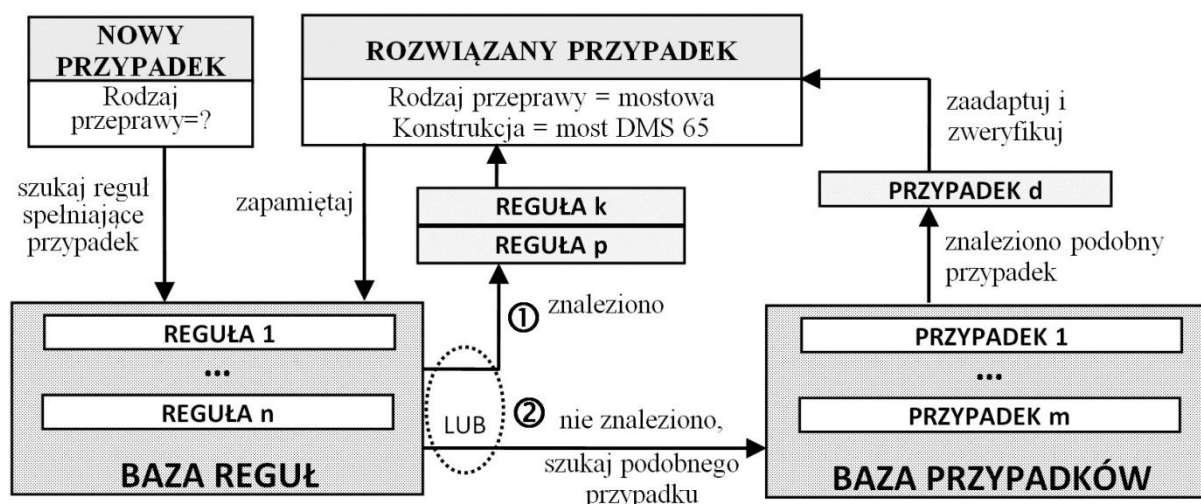
Ponieważ większość danych, wykorzystywanych w przedsięwzięciach budowlanych jest zorganizowana w strukturach relacyjnych baz danych, ze szczególną uwagą należy podejść do metod indukcji reguł decyzyjnych, a w szczególności indukcji reguł klasyfikacyjnych oraz asocjacyjnych. Pozyskana w postaci reguł klasyfikacyjnych lub asocjacyjnych wiedza może być uzupełniana poprzez wiedzę ekspercką, bądź też może stanowić uzupełnienie wiedzy eksperckiej, pozyskanej w tradycyjny sposób.

Znacznej części danych zawartych w relacyjnych, czy analitycznych bazach danych przypisane są jednoznaczne, precyzyjne wartości (zazwyczaj liczbowe). Specyfika przedsięwzięć budowlanych sprawia jednak, że pewne grupy danych są określane w sposób opisowy, np. z powodu ich specyfiki (rodzaj gruntu $dna="piaszczysty"$, lub też z powodu braku dostępu do danych precyzyjnych (np. uszkodzenie przęsła $= "nieznacne"$).

Brak precyzji danych rodzi też często potrzebę określania stopnia przynależności danych do określonego zbioru (np. określenia, w jakim stopniu uszkodzenie przęsła można uznać za „nieznacne”). Rozmyte systemy odkrywania wiedzy (z regułową reprezentacją wiedzy) mogą być użyteczne zarówno w procesach klasyfikowania stanu obiektu (np. mostu), jak i predykcji takiego stanu (lub czasu bezpiecznej eksploatacji).

Oprócz nieprecyzyjności zasobów informacyjnych, dostępnych w przedsięwzięciach budowlanych, za dość częste zjawisko można uznać ich niepełność. Jednym z możliwych sposobów radzenia sobie z tym problemem jest wykorzystanie metody CBR (ang. *Case Based Reasoning*). Pozwala ona na analizę podobieństwa zaistniałej sytuacji problemowej do przypadków zapisanych w tzw. bazie przypadków i, po znalezieniu przypadku wystarczająco podobnego, zapamiętanie w bazie wiedzy zaadaptowanego rozwiązania, jako nowej porcji wiedzy.

Specyfika przedsięwzięć budowlanych (zwłaszcza ich niejednorodność) skłania do rozważenia możliwości wykorzystania w procesach zautomatyzowanego pozyskiwania wiedzy rozwiązań hybrydowych [3], obejmujących metody specyficzne dla danych precyzyjnych i kompletnych oraz takich, które umożliwiają odkrywanie wiedzy dla danych rozmytych lub pozyskiwanie wiedzy niezbędnej do realizacji procesu wnioskowania, w przypadku niepełności wiedzy (metoda CBR) – rys. 1.



Rys. 1. Istota wykorzystania hybrydowego systemu odkrywania wiedzy w obszarze przedsięwzięć budowlanych

Złożoność przedsięwzięć budowlanych, niepowtarzalność w zakresie parametrów, czy zróżnicowany charakter danych sprawia, że niełatwo jest wskazać pojedyncze rozwiązanie (metodę i narzędzia) odkrywania wiedzy, jako racjonalne w tym obszarze. Zasadną wydaje się próba łącznego wykorzystania kilku metod i właściwych dla nich narzędzi (w tym - języków zapytań stosowanych do odkrywania wiedzy), tworzących system hybrydowy. Powinny one uwzględniać rozwiązania pozwalające na odkrywanie wiedzy z danych rozmytych oraz umożliwiać odkrywanie wiedzy w oparciu o przypadki.

BIBLIOGRAFIA:

1. D. T. Larose: Odkrywanie wiedzy z danych. Wprowadzenie do eksploracji danych, PWN, Warszawa 2006;
2. M. Nycz: Pozyskiwanie wiedzy menedżerskiej. Podejście technologiczne, Wyd. AE we Wrocławiu, Wrocław 2008;
3. J. Bień, Modelowanie obiektów mostowych w procesie ich eksploatacji, Oficyna Wydaw. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.

OCENA ZASADNOŚCI INWESTOWANIA W ENERGOOSZCZĘDNE BUDOWNICTWO JEDNORODZINNE W POLSCE - ANALIZA PRZYPADKU

K. TOMCZAK¹, O. KINASH²

STRESZCZENIE

W artykule poruszono tematykę związaną z projektowaniem i wykonawstwem obiektów niskoenergetycznych w warunkach polskich. Na przykładzie projektowanego domu jednorodzinnego, dostosowanego do wymogów Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (standard NF40), przedstawiono narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji inwestycyjnych przez inwestorów. Wykonana analiza ekonomiczna oraz wielokryterialna metodą AHP pozwoliła odpowiedzieć na pytanie, czy warto ponosić większe koszty inwestycyjne na dostosowanie do standardów energooszczędnych obiektów pierwotnie spełniających jedynie w minimalny sposób polskie wymogi dotyczące energochłonności. Ponadto wskazano wariant projektowanego obiektu, który wykazywał cechy optymalne ze względu na różne preferencje inwestorów. Praca zawiera analizy i spostrzeżenia dotyczące prób unifikacji tej części budownictwa, która do tej pory uznawana jest za indywidualną, a obiekty zgodne z odpowiadającą mu ideą projektowane są "na miarę". Studium przypadku obejmuje analizę techniczno-ekonomiczną dwóch wariantów konstrukcyjno-budowlanych jednorodzinnego budynku energooszczędnego, tj. o konstrukcji murowanej z ceramiki poryzowanej, posadowionego na ławach fundamentowych (wariant II) oraz o konstrukcji lekkiego szkieletu drewnianego, posadowionego na płycie fundamentowej (wariant III), w odniesieniu do wariantu tego obiektu spełniającego podstawowe wymagania zawarte w polskim prawodawstwie w zakresie izolacyjności przegród budowlanych

¹ MSc., Eng., AGH University of Science and Technology, Faculty of Mining and Geoengineering, Al. Mickiewicza 30, PL-30059 Cracow, Poland, e-mail: ktomczak@agh.edu.pl

² PhD., Eng., AGH University of Science and Technology, Faculty of Mining and Geoengineering, Al. Mickiewicza 30, PL-30059 Cracow, Poland, e-mail: kinash@agh.edu.pl

(wariant I). Ocenie poddawane są również instalacje mające bezpośredni wpływ na energochłonność obiektu.

Integralną częścią ocenianych wariantów obiektu są dwa warianty instalacji – odpowiednio: spełniający podstawowe wymagania zawarte w polskim prawodawstwie i energooszczędny. w obu wypadkach instalacje mające bezpośredni wpływ na energochłonność obiektu zaprojektowane zostały w sposób dostosowany do warunków ich pracy i eliminujący generowanie dodatkowych kosztów związanych z przewymiarowaniem ich elementów składowych. Instalacje w wersji podstawowej zostały dostosowane do analizowanego obiektu w taki sposób, aby spełniał on graniczne wymagania zapotrzebowania na energię pierwotną (od 2014 r. jest to $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$).

Ocenę ekonomiczną wariantów obiektu budowlanego dokonano metodą kosztów globalnych. Metoda ta polega na sumowaniu początkowych nakładów inwestycyjnych oraz zdyskontowanych rocznych kosztów eksploatacyjnych w okresie obliczeniowym (w przypadku obiektów jednorodzinnych okres ten wynosi 30 lat). Ponadto posłużono się popularnymi wskaźnikami ekonomicznymi - prostym i dynamicznym czasem zwrotu inwestycji oraz wartością zaktualizowaną netto. Szacunkowe koszty eksploatacyjne dla każdego wariantu, związane z pracą instalacji ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody, zostały wyznaczone na podstawie sporządzonej projektowanej charakterystyki energetycznej budynku. w podobny sposób wyznaczono również wielkość emisji CO_2 uwzględnionej w uproszczonej ocenie środowiskowej wariantów.

Na podstawie sporządzonych projektowanych charakterystyk energetycznych stwierdzono, że na etapie projektowym zastosowanie wytycznych NFOŚiGW dla standardów NF40 pozwala na ponad 40%-ową redukcję wskaźników zapotrzebowania na energię końcową budynku w wariantach II i III w stosunku do wariantu I. Poprawienie jakości i szczelności obudowy termicznej a także zmiana systemów grzewczych i wentylacyjnych oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej wraz z zastosowaniem kolektorów słonecznych pozwoliło na teoretyczną redukcję rocznych kosztów eksploatacyjnych w wariantach energooszczędnych o ponad 60% w stosunku do wariantu referencyjnego. w tym zakresie jednak działania te wiążą się ze wzrostem kosztów inwestycyjnych o ponad 17%. Podstawę analiz stanowiły wyliczone koszty pomniejszone o realne wielkości dopłat do projektowanych wariantów budynku energooszczędnego, z programu prowadzonego przez NFOŚiGW.

Ostatnim etapem oceny wariantów była analiza wielokryterialna metodą AHP (ang. *Analytic Hierarchy Process*), w której uwzględniono aspekty techniczne, ekonomiczne i społeczno-środowiskowe projektowanej inwestycji, łącznie 11 kryteriów. Przeprowadzona w drugim

kroku analizy symulacja opierająca się o różne zestawy wag istotności wymienionych aspektów pozwoliła na wybór najlepszego wariantu w zależności od nastawienia potencjalnego inwestora do czynników kształtujących kluczowe parametry przedmiotu inwestycji. na każdym etapie analizy korzystano z wiedzy eksperckiej zgromadzonej podczas wywiadów przeprowadzonych wśród architektów, przedstawicieli firm wykonawczych oraz inwestorów indywidualnych, zaś w sytuacjach tworzących sprzeczności w ocenie posłużono się doświadczeniem i wiedzą autorów niniejszego opracowania.

Przeprowadzone analizy pozwoliły na stwierdzenie, że przedstawione projekty domu energooszczędnego wraz z wymaganymi instalacjami zgodnie z wariantem II i III, na etapie projektowym spełniają stawiane im wymagania. Racjonalne jest zatem zrealizowanie postulatów i głównych idei zawartych w wytycznych NFOŚiGW. Celowe działania polegające na minimalizacji strat energii towarzyszących różnego typu zjawiskom związanym z fizyką budowli oraz maksymalizacji sprawności instalacji przetwarzających energię dostarczaną do obiektów budowlanych na etapie ich eksploatacji, pozwoliło na obniżenie energochłonności projektowanych domów jednorodzinnych o blisko połowę. Sprawniejsze wykorzystywanie energii pochodzącej ze źródeł nieodnawialnych pozwala na bardziej racjonalne zagospodarowanie jej oraz na znaczne ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery.

Przed zastosowaniem w praktyce zaleceń programu prowadzonego przez NFOŚiGW warto mieć na uwadze, że przedstawione wytyczne konieczne do spełnienia wymogów stawianych obiektom w standardzie NF40, muszą prowadzić do swego rodzaju przewymiarowania zastosowanych rozwiązań w zakresie poprawy energochłonności budynków. Wytyczne te prawdopodobnie są pierwszymi tak szczegółowymi i zarazem stanowią próbę unifikacji tej części budownictwa, która nadal traktowana jest w każdym wypadku w sposób indywidualny. Osiągnięcie zakładanego, odpowiednio niskiego poziomu charakterystyki energetycznej wymaga w każdym wypadku przeprowadzenia szczegółowych analiz w specyficznych warunkach klimatycznych dla planowanej lokalizacji przedmiotu przedsięwzięcia, dla danej, często indywidualnej geometrii oraz przy indywidualnym sposobie użytkowania budynku. Taki stan rzeczy w sektorze budownictwa energooszczędnego doprowadził do popularyzacji obiektów „na miarę”, w których każde zastosowane rozwiązanie nosi znamiona rozwiązań optymalnych dla danych warunków. Takie też rozwiązania są optymalne w ocenie efektywności ekonomicznej, a dodatkowe nakłady inwestycyjne w skali całego obiektu zwracają się na przestrzeni kilkunastu lat.

WPLYW WARUNKÓW BADANIA NA PARAMETRY WYTRZYMAŁOŚCIOWE BETONÓW WYSOKOWARTOŚCIOWYCH

D. WAŁACH¹

STRESZCZENIE

Postęp technologiczny spowodował znaczący rozwój produkcji betonu. Możliwość realizacji wielu obiektów, wymaga stosowania betonów o coraz bardziej specjalistycznych właściwościach a tym samym stosowanie mieszanek o coraz to wyższych wytrzymałościach. Odpowiedzią na te rosnące wymagania dzisiejszego budownictwa, może okazać się beton wysokowartościowy, który w ostatnim czasie znajduje coraz szersze zastosowanie.

Określane parametry wytrzymałościowe betonów w istotny sposób zależą od warunków prowadzonych badań. Dotyczy to zarówno wielkości samych próbek badawczych jak i m.in. prędkości obciążania. Zagadnienia te w odniesieniu do betonów zwykłych są powszechnie znane, jednak w przypadku betonów wysokowartościowych, które ostatnio znajdują coraz powszechniejsze zastosowanie, uzyskuje się nieco odmienne wyniki badanych parametrów wytrzymałościowych niż w przypadku betonów zwykłych. Znajomość tych zagadnień może w istotny sposób wpływać m.in. na interpretację prowadzonych badań diagnostycznych elementów wykonanych z BWW.

W artykule przedstawiono wyniki badań parametrów wytrzymałościowych BWW określonych przy różnych warunkach. Dla porównania uzyskane wyniki odniesiono do zależności znanych w betonach zwykłych.

Uzyskane wyniki badań wykazały, że w przypadku BWW różnice wytrzymałości na ściskanie określone na próbkach o różnych smukłościach są zdecydowanie mniejsze niż w przypadku betonów zwykłych. Otrzymane wyniki badań potwierdzają teorię Murdocka i Keslera, że wartości współczynników poprawkowych zależą również od wartości wytrzymałości betonu. Wytrzymałość BWW jest zatem mniej podatna na zmiany proporcji próbki badawczej oraz jest mniej zależna od kształtu samej próbki. Można również zauważyć, że badane betony wysokowartościowe, dla których uzyskano średnie wytrzymałości na ściskanie na poziomie

¹PhD., Eng., AGH University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-633 Kraków, Poland, e-mail: walach@agh.edu.pl

63,73 MPa i 63,90 MPa w zadawalający sposób wpisują się w zależności określone przez Murdocka i Keslera dla betonów wyższych klas.

Z powyższych rozważań wynika, że w przypadku betonów wysokowartościowych wytrzymałość na ściskanie określana na próbkach o smukłościach mniejszych niż 2, nie odbiega znacząco od tych, określanych na próbkach normowych o stosunku $h/d = 2$.

Przeprowadzone badania wykazały, że w przypadku betonów wysokowartościowych wytrzymałość na ściskanie określana na mniejszych próbkach, nie odbiega znacząco od tych, określanych na próbkach normowych, czyli na próbkach kostkowych $15 \times 15 \times 15$ cm i walcach $\emptyset 15 \times 30$ cm. Może to być związane z faktem, iż w BWW stosuje się kruszywa o znacznie mniejszych frakcjach w porównaniu do betonów zwykłych, co może wpływać m.in. na efekt ściany. Należy podkreślić, że efekt ściany jest tym wyraźniejszy, im większy jest stosunek powierzchni do objętości próbki.

W przypadku badanych próbek kostkowych $10 \times 10 \times 10$ cm wykonanych zarówno na diabazie jak i bazalcie, nie zarejestrowano istotnych różnic wytrzymałości w porównaniu do badań wykonanych na próbkach normowych. w przypadku próbek walcowych $\emptyset 5,5 \times 11$ cm różnice te wyniosły ok. 6% dla BWW wykonanego na diabazie oraz ok. 7% dla próbek wykonanych na bazalcie.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że w badanych BWW zarejestrowano znacznie wyższy wzrost wytrzymałości przy badaniu z prędkością 5,0 MPa/s niż w przypadku betonów zwykłych. Dla próbek wykonanych na diabazie i badanych z prędkością 5,0 MPa/s uzyskano średnio 25% wzrost wytrzymałości w stosunku do próbek badanych z prędkością normową. Dla próbek wykonanych na bazalcie różnice te wyniosły ok. 16%. Zarówno w jednym jak i w drugim przypadku różnice te są znacząco większe niż w przypadku betonów zwykłych.

Podsumowując można stwierdzić, że betony wysokowartościowe, ze względu na swoje własności, wykazują istotnie odmienne zachowanie niż betony zwykłe podczas określania ich wytrzymałości na ściskanie. z przeprowadzonych badań wynika, że smukłość próbki ma większy wpływ w betonach o niższej wytrzymałości. Należy podkreślić, że wpływ smukłości zanika w przypadku wyeliminowania tarcia na powierzchniach czołowych – jednoosiowy stan naprężenia. Należy także pamiętać, że wartości współczynników poprawkowych uwzględniających wpływ smukłości badanych próbek zależą również od wartości wytrzymałości betonu.

W przypadku betonów wysokowartościowych wytrzymałość na ściskanie określana na mniejszych próbkach, nie odbiega znacząco od tych, określanych na próbkach normowych.

Może to wynikać, z minimalizacji efektu skali w BWW w porównaniu do betonów zwykłych. Stosowanie mniejszych próbek do badań wytrzymałościowych BWW może okazać się istotne ze względu na wymagane siły nacisku podczas badań tych betonów.

Uzyskane wyniki badań potwierdzają istotny wpływ szybkości przyrostu naprężeń podczas badań wytrzymałościowych BWW. Dotyczy to przede wszystkich badań z prędkościami obciążenia większymi niż normowe. w BWW rejestruje się znacznie wyższy wzrost wytrzymałości niż w przypadku betonów zwykłych. Może mieć to istotny wpływ w przypadku analizy wytrzymałości betonów wysokowartościowych pod wpływem działania obciążeń wyjątkowych.

WPLYW ZAWARTOŚCI POPIOŁU LOTNEGO WAPIENNEGO NA PRZEBIEG KARBONATYZACJI BETONU

P. WOYCIECHOWSKI¹, G. ADAMCZEWSKI², P. WOLIŃSKI³

STRESZCZENIE

W praktyce projektowej najczęściej przyjmuje się, że trwałość podstawowych elementów konstrukcyjnych powinna być nie mniejsza niż przewidywana trwałość budynku. Każda konstrukcja żelbetowa, już od chwili wykonania, ulega stopniowo degradacji, a jedną z częstych przyczyn jej zniszczenia jest korozja zbrojenia spowodowana karbonatyzacją. Przebieg tego procesu jest zróżnicowany w zależności od charakterystyki składu betonu, w tym m.in. rodzaju cementu, rodzaju i zawartości dodatków mineralnych a także wskaźnika wodno-cementowego.

Idea zrównoważonego rozwoju w technologii betonu realizowana jest m.in. przez zmniejszania zawartości cementu w betonie drogą zastępowania go dodatkami mineralnymi, np. popiołem lotnym. Szczególne wyzwanie stanowi ocena możliwości wykorzystywania popiołów których charakterystyki przekraczają wymagania normowe wg PN EN 450-1 „Popiół lotny do betonu”. W tej grupie mieszczą się także popioły o podwyższonej zawartości CaO, stanowiące przedmiot badań prezentowanych w tym artykule. W wielu ośrodkach naukowych w Polsce prowadzone są badania nad przydatnością tego typu popiołów do betonu, a ich publikowane wyniki są optymistyczne. Jednym z dyskusyjnych aspektów stosowania tych popiołów jest ich wpływ na przebieg karbonatyzacji betonu, stanowiącej jedno z głównych zagrożeń dla trwałości konstrukcji żelbetowej.

W artykule przedstawiono wyniki przyspieszonych badań przebiegu karbonatyzacji, prowadzonych w warunkach normowego wysokiego stężenia dwutlenku węgla (4%). Badania objęły betony o różnej zawartości popiołu wapiennego (od 20 do 50% masy cementu), przy

¹ PhD. DSc., Eng., Prof. PW, Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: p.woyciechowski@il.pw.edu.pl

² PhD. Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: g.adamczewski@il.pw.edu.pl

³ MSc. Eng., Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warsaw, Poland, e-mail: p.wolinski@il.pw.edu.pl

stałej wartości $w/c = 0,45$. Przebieg karbonatyzacji monitorowano do 90 dni ekspozycji w komorze normowej.

Przeprowadzone badania pozwalają sformułować następujące wnioski:

- Popiół wapienny użyty w badaniach jako zamiennik kruszywa w ilości od 20 do 50% cementu pozwolił uzyskać beton o bardzo małej głębokości karbonatyzacji (od 7 do 9 mm po 70 dniach w 4% stężeniu CO_2);
- Wyniki badań wskazują, że przy stałej zawartości cementu i wartości w/c , istnieje optymalna zawartość popiołu, prowadząc do uzyskania mniejszej podatności na karbonatyzację;
- Dynamika rozwoju głębokości karbonatyzacji zmienia się w przypadku wzrostu zawartości popiołów, w ten sposób że intensywny postęp procesu obserwuje się dopiero powyżej 56 dnia karbonatyzacji, jeśli zawartość popiołów jest wysoka.

BIBLIOGRAFIA:

1. Papadakis, V.G., Vayenas, C.G. and Fardis, Fundamental Modeling and Engineering Investigation of Concrete Carbonation, ACI Material Journal, vol. 88, 1991
2. Czarnecki L., Emmons P.H., Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych, Polski Cement, Kraków, 2002.
3. Woyciechowski P., Model karbonatyzacji betonu, Oficyna wydawnicza PW, z.157, Warszawa 2013.
4. Neville A., Właściwości betonu, Polski Cement, Kraków, 2012.
5. Śliwiński J., Tracz T., Metody badania przepuszczalności betonu dla cieczy i gazów, materiały II Sympozjum nt. Trwałość betonu – metody badań właściwości determinujących trwałość materiału w różnych warunkach eksploatacji, Politechnika Krakowska, Górażdże Cement 2008.