PL ISSN 0033-2038 INDEKS 37067

PRZEGLĄD budowlany

92 lata

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO ZWIĄZKU INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW BUDOWNICTWA **NR 10** PAŹDZIERNIK 2021

WBiNŚ 70 lat! 1951–2021

70 lat Wydziału Budownictwa i Nauk o Środowisku

ARCHIPELAG
projekty domów

www.archipelag.pl

Tematyka czasopisma:
„Przegląd Budowlany" jest miesięcznikiem naukowo-technicznym o ponad 92-letniej historii. Zawiera opracowania i przeglądy nowych technologii, specjalistyczne artykuły z zakresu najnowszych rozwiązań i badań w budownictwie ogólnym, informacje o nowych produktach, materiałach budowlanych i nowoczesnych technologiach.

"Przegląd Budowlany" is a scientific and technical magazine with over 92 years of tradition, addressed to engineers active in the construction field. "Przegląd Budowlany" (Builders review) presents elaborates and reviews related to new technologies, specialist articles devoted to the most recent solutions and research results from the general construction field, as well as information on new products, construction materials and technologies. The magazine is published by Polish Association of Engineers and Construction Technologists.

Artykuły problemowe są recenzowane.
Za publikację w miesięczniku „Przegląd Budowlany" uzyskuje się 5 punktów.

„Przegląd Budowlany" jest rejestrowany w bazie danych o zawartości polskich czasopism technicznych BazTech, dostępnej bezpłatnie w Internecie pod adresem http://baztech.icm.edu.pl, Index Copernicus Journals Master List oraz POL-index.

Redakcja: ul. Świętokrzyska 14 A, 00–050 Warszawa
tel./faks: (22) 826–67–00
Internet: www.przegladbudowlany.pl
Wersja papierowa czasopisma jest wersją pierwotną
Redaktor Naczelna: mgr inż. Grażyna Furmańczyk-Ziemińska
biuro@przegladbudowlany.pl
Marketing i reklama: reklama@przegladbudowlany.pl
Korekta: mgr inż. Teresa Jędrzejewska
Wydawca: Zarząd Główny Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa, ul. Świętokrzyska 14 A, 00–050 Warszawa

Kolegium Redakcyjne:
prof. dr hab. inż. Marian Abramowicz
dr hab. Eur. Inż. Tomasz Z. Błaszczyński, prof. PP
dr inż. Robert Geryło
dr inż. Piotr Knyziak
dr inż. Paweł A. Król
dr hab. inż. Roman Marcinkowski, prof. PW
mgr inż. Jan Sieczkowski
dr inż. Anna Szymczak-Graczyk

Rada Programowa Czasopism i Wydawnictw PZITB w kadencji 2020-2024
Przewodnicząca: prof. dr hab. inż. Anna Halicka
Wiceprzewodniczący: prof. dr hab. inż Jacek Hulimka
Sekretarz: dr hab. inż. Teresa Rucińska, prof. ZUT
prof. dr hab. inż. Jan Bień
prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski
dr hab. inż. Lidia Buda-Ożóg, prof. PRz
dr hab. inż. Magdalena Dobiszewska, prof. UTP
dr hab. inż. Jacek Domski, prof. PK
prof. dr hab. inż. Barbara Goszczyńska
dr hab. inż. Marta Kadela, prof. ITB
mgr inż. Roman Lulis
dr hab. inż. Beata Nowogońska, prof. UZ
dr hab. inż. Jolanta Prusiel, prof. PB
prof. dr hab. inż. Elżbieta Radziszewska-Zielina
prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz
dr hab. inż. Małgorzata Ulewicz, prof. PCz

Recenzenci zewnętrzni:
prof. dr-ing. Piotr Noakowski, Technische Universität Dortmund
prof. dr inż. Andrzej Nowak, dr h.c. Auburn University, Alabama
prof. dr hab. inż. Bogdan Nazarewicz, Politechnika Lwowska
dr hab. inż. Abdrahman Alsabry, prof. UZ
doc. dr inż. Wojciech Roszak, Lund University, Szwecja
Redaktor statystyczny:
mgr inż. Tadeusz Cichoński
Redaktor językowy:
mgr inż. Piotr Szymczak

Okładka: Jubileusz 70-lecia WBiNŚ

Ogłoszenia krajowe i zagraniczne – zamówienia i przesyłki kierować na adres redakcji.

Cena 1 egz. 20,00 zł (plus 8% VAT)
Prenumerata i sprzedaż: tel./faks: (22) 826–67–00

DTP: mediaNOVA **Drukarnia:** Edit

Materiałów niezamówionych redakcja nie zwraca i zachowuje sobie prawo do skrótów, zmian tytułów i wprowadzania śródtytułów. Nie ponosi też odpowiedzialności za treść reklam zamieszczonych na łamach czasopisma.

SPIS TREŚCI

1 Spis treści
2 Streszczenia – Abstracts

WYDARZENIA

NASZE SPRAWY

4 Czerwcowe posiedzenie ZG PZITB on-line
5 Biegiem na XI Konferencję Dni Betonu 2021

ARTYKUŁY SPONSOROWANE

6 Budimex, czyli doświadczenie i innowacje

ARTYKUŁY PROBLEMOWE

KONSTRUKCJE – ELEMENTY – MATERIAŁY

8 Badania geotechniczne podłoża budynku głównego bloku energetycznego o mocy 910 MW w Elektrowni Jaworzno III – Elektrownia II – Mariusz Biały

BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA

13 Ochrona zdrowia i bezpieczeństwo w zarządzaniu przedsięwzięciami budowlanymi – Jerzy Obolewicz, Mariusz Okuń

MENTORING

18 Wybrane aspekty mentoringu odwróconego w budownictwie. Część II – Mariola Książek-Nowak, Paweł Nowak, Mateusz Frydrych

JUBILEUSZ 70-lecia WBiNŚ

24 Jubileusz 70-lecia WBiNŚ – Aleksandra Toczydłowska
26 Czy MS Project nadaje się do bieżącej aktualizacji harmonogramu i analizy opóźnień? – Mieczysław Połoński
32 Narzędzia wspomagające wzrost kwalifikacji w przemyśle budowlanym UE – Paweł Nowak, Aleksander Nicał, Jerzy Rosłon, Mariola Książek-Nowak
36 Szkolenie z wykorzystania technologii rzeczywistości rozszerzonej w wybranych obszarach budownictwa w UE – Aleksander Nicał, Paweł Nowak, Jerzy Rosłon
39 BIM w szkoleniu kadry architektonicznej i inżynierskiej – Paweł Nowak, Aleksander Nicał, Jerzy Rosłon
42 Koncepcja zintegrowanej analizy kosztów i generowanego śladu węglowego w cyklu życia budynku – Krzysztof Zima, Apolonia Przesmycka
49 Gospodarka odpadami budowlanymi i rozbiórkowymi w europejskiej strategii zrównoważonego rozwoju – stan i perspektywa – Małgorzata Ulewicz
54 Skanowanie konstrukcji, wykorzystanie metody prądów wirowych i georadarowej do celów lokalizacji i detekcji zbrojenia – Stefan Giryn

ARTYKUŁY PROMOCYJNE

58 Innowacje na drogach – Przemysław Kulmaczewski
59 Budowa Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego – BIM na każdym etapie realizacji – Unibep SA
61 Budimex i Lotos Asfalt pracują nad pachnącym asfaltem
64 Budimex testuje budowlane power banki
65 Innowacyjna i sprawdzona technologia budowlana IZODOM2000 – Marta Guć
67 mfp płyta budowlana – Pfleiderer

Mariusz Biały
Badania geotechniczne podłoża budynku głównego bloku energetycznego o mocy 910 MWw Elektrowni Jaworzno III – Elektrownia II – str. 8

THE GEOTECHNICAL TESTS OF THE SUBSOIL OF THE MAIN BUILDING 910 MW UNIT POWER IN POWER PLANT JAWORZNO III-POWER PLANT II

W artykule zaprezentowano wyniki badań geotechnicznych podłoża budynku głównego bloku energetycznego o mocy 910 MW w elektrowni Jaworzno III – Elektrownia II. Wyniki badań były podstawą do projektowania fundamentów budynku głównego.
Słowa kluczowe: badania podłoża, blok energetyczny, elektrownia, projektowanie, fundamenty.

The paper presents the results of the geotechnical tests of the subsoil of the main building 910 MW power unit in Power plant Jaworzno III – Power plant II. The test results were the basic for design foundation of the main building.
Keywords: tests of the subsoil, power unit, power plant, design, foundation.

Jerzy Obolewicz, Mariusz Okuń
Cykl życia obiektu budowlanego – str. 13

THE LIFE CYCLE OF A BUILDING OBJECT

Obiekt budowlany to obiekt techniczny należący do grupy obiektów antropogenicznych traktowany jako całość wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi w ciągu całego jego życia. Należy go projektować, budować i eksploatować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej. W artykule zaprezentowano interpretację uregulowań prawnych oraz zasady dotyczące cyklu życia obiektu budowlanego w powiązaniu z procesem realizacji przedsięwzięć budowlanych.
Słowa kluczowe: inżynieria lądowa i transport, obiekt budowlany, cykl życia obiektu.

A construction object is a technical object belonging to the group of anthropogenic objects treated as a whole together with the associated construction equipment throughout its life. It shall be designed, built and operated in the manner specified in the regulations, including technical and construction, and in accordance with the principles of technical knowledge. The article presents the interpretation of legal regulations and the rules regarding the life cycle of a construction object in connection with the process of implementation of construction projects.
Keywords: civil engineering and transport, construction object, life cycle of the object.

Mariola Książek-Nowak, Paweł Nowak, Mateusz Frydrych
Wybrane aspekty mentoringu odwróconego w budownictwie. Część II – str. 18

CHOSEN ISSUES RELATED TO REVERSE MENTORING IN CONSTRUCTION. PART II

Mentoring odwrócony stanowi jedno z systematycznie wykorzystywanych, niezmiennie uznawanych i cenionych narzędzi wspomagających różnego typu strategie aktywizacji i wykorzystania potencjału intelektualnego członków korporacji. W artykule (część I) zaprezentowano główne odmiany mentoringu, w tym również mentoring odwrócony. W II części artykułu przedstawiono, związany z mentoringiem odwróconym projekt ERASMUS+ HeMan, pokazujący, w jakich obszarach funkcjonowania i działalności firmy budowlanej może zostać wykorzystany mentoring odwrócony.
Słowa kluczowe: firmy budowlane, mentoring odwrócony, coaching, ERASMUS+, projekt HeMan.

Mentoring is one of the systematically used, invariably recognized and valued tools supporting various types of activation strategies and the use of intellectual potential of corporate members. In paper (part I) presents the main types of mentoring, including reverse mentoring. The second part of the article presents the ERASMUS+ HeMan project related to reverse mentoring, showing in which areas of operation and activities of a construction company reverse mentoring can be used.
Keywords: construction companies, reverse mentoring, coaching, ERASMUS+, HeMan project.

Mieczysław Połoński
Czy MS Project nadaje się do bieżącej aktualizacji harmonogramu i analizy opóźnień? – str. 26

IS MS PROJECT SUITABLE FOR THE CURRENT SCHEDULE UPDATE AND DELAY ANALYSIS?

Obecnie, przy realizacji coraz bardziej złożonych technologicznie obiektów budowlanych, problem planowania i bieżącej kontroli rzeczowej i finansowej inwestycji staje się coraz trudniejszy. W artykule omówiono, w jaki sposób budować harmonogram planowanego przedsięwzięcia, aby stanowił dobrą podstawę do zarządzania jego realizacją, umożliwiał wykonanie analizy opóźnień i pozwalał na bieżąco podejmować decyzje co do dalszego przebiegu robót. Szczególną uwagę zwrócono na możliwość zastosowania do tego celu popularnego programu Microsoft Project.
Słowa kluczowe: harmonogram sieciowy, sieć zależności, typ relacji, aktualizacja harmonogramu, zarządzanie budową, MS Project.

Currently, with the implementation of more and more technologically complex building structures, the problem of planning and ongoing material and financial control of investments becomes more and more difficult. The article discusses how to build a schedule for a planned project so that it constitutes a good basis for managing its implementation, enables the analysis of delays (Impacted as Planned) and allows for making decisions on the further course of works. Particular attention was paid to the possibility of using the popular Microsoft Project program for this purpose.
Keywords: construction schedule, relationships network, relationships type, schedule actualization, construction management, MS Project.

Paweł Nowak, Aleksander Nicał, Jerzy Rosłon, Mariola Książek-Nowak
Narzędzia rozpoznawania kwalifikacji w przemyśle budowlanym UE – str. 32

QUALIFICATIONS' RECOGNITION TOOLS IN EU CONSTRUCTION INDUSTRY

Autorzy artykułu prezentują nowoczesne narzędzia rozpoznawania kwalifikacji w budownictwie, w tym kwalifikacji menedżerskich. Narzędzia te wypracowane zostały w serii projektów współfinansowanych z UE, w tym: projekt ERASMUS+ CLOEMC V – którego pełen tytuł brzmi „Common Learning Outcomes for Europeanmanagers in Construction, part V" oraz ERASMUS+ IPCIC – „Improvement of Professional Competences in Construction". W projekcie CLOEMC opracowano kolejne podręczniki Biblioteki Menedżera Budownictwa, czyli podstawy nauczania, a tym samym zasady rozpoznawania europejskich kwalifikacjinmenedżerskich dla potrzeb karty EURBE (European Building Expert), a w projekcie IPCIC nowoczesne materiały multimedialne dla nowej specjalności budowlanej – technik robót wykończeniowych oraz, bardzo ciekawy w dzisiejszych czasach – film podkreślający etos pracy zatrudnionego w budownictwie specjalisty. Artykuł przedstawia rezultaty projektów oraz ich praktyczne wykorzystanie w nowoczesnej dydaktyce na WIL PW oraz zawodowych szkołach technicznych.
Słowa kluczowe: kwalifikacje w budownictwie, etos pracy, ERASMUS+, projekty CLOEMC i IPCIC.

The authors of the article present modern tools for recognizing qualifications in construction, including managerial qualifications. These tools have been developed in a series of EU co-financed projects, including: ERASMUS+ CLOEMC V – the full title of which is "Common Learning Outcomes for European Managers in Construction, part V" and ERASMUS+ IPCIC – Improvement of Professional Competences in Construction. The CLOEMC project developed further manuals of the Building Manager Library, covering learning outcomes and thus the principles of recognizing European managerial qualifications for the EURBE card (European Building Expert). In the IPCIC project, modern multimedia materials for a new construction specialization – finishing works technician and, very interesting nowadays – a film highlighting the work ethos of a specialist employed in the construction industry. The article presents the results of the projects and their practical use in modernteaching at WIL PW and vocational technical schools.
Keywords: Qualifications in construction, ethos of work, ERASMUS+, CLOEMC and IPCIC projects.

Aleksander Nicał, Paweł Nowak, Jerzy Rosłon
Szkolenie z wykorzystaniem technologii rzeczywistości rozszerzonej w wybranych obszarach budownictwa w Unii Europejskiej – str. 36

TRAINING WITH THE USE OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN SELECTED AREAS OF CONSTRUCTION IN THE EUROPEAN UNION

W artykule przedstawiono innowacyjne metody nauczania, wypracowywane w ramach trzech projektów zrealizowanych w Programie ERASMUS+, polegające na wykorzystaniu technologii rzeczywistości rozszerzonej (Augmeneted Reality) w zakresie bezpiecznego prowadzenia następujących robót budowlanych: Projekt ARSC: bezpieczny montaż okładzin kamiennych z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej (Augmented Reality for Stone Cladding Safe Assembling Operation); Projekt ARFAT: bezpieczne wykonywanie rusztowań i deskowań na wysokości przy użyciu rzeczywistości rozszerzonej (Augmented Reality Formwork Assembly Training); Projekt setAR: bezpieczne wykonywanie robót ziemnych z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej (Earthworks Training with the Use of Augmented Reality).
Słowa kluczowe: szkolenie, rzeczywistość rozszerzona, budownictwo, technologia, Unia Europejska.

The article presents innovative teaching methods developed as part of three projects implemented in the ERASMUS+ Program, consisting in the use of Augmented Reality technology in the safe conduct of the following construction works: ARSC project (Augmented Reality for Stone Cladding Safe Assembling Operation): safe installation of stone cladding using Augmented Reality technology; ARFAT project (Augmented Reality Formwork Assembly Training): safe scaffolding and formwork construction at height using Augmented Reality technology; setAR project (Earthworks Training with the Use of Augmented Reality): safe earthworks with use of Augmented Reality technology.
Keywords: training, Augmented Reality, construction, technology, European Union.

Paweł Nowak, Aleksander Nicał, Jerzy Rosłon
BIM w szkoleniu kadry architektonicznej i inżynierskiej – str. 39

BIM IN THE TRAINING OF ARCHITECTURAL AND ENGINEERING STAFF

W artykule przedstawiono nowoczesne metody nauczania dotyczące technologii BIM (Building Information Modeling): BIMhealthy: rozwinięcie koncepcji opartej na uwarunkowaniach zdrowotnych w aspektach mieszkaniowych, przy wykorzystaniu przepływu wiedzy z zakresu zdrowia i budownictwa; UrbanBIM: rozwinięcie interoperacyjności pomiędzy metadanymi generowanymi w technologii BIM i GIS (Geographical Information Systems) w celu pogłębienia wiedzy na temat rozwoju i rewitalizacji miast z punktu widzenia ochrony środowiska; BIMEPD: opracowanie materiałów multimedialnych opartych na BIM i uwzględniających wyzwania związane z LCA (środowiskowa ocena cyklu życia – Life Cycle Assessment) i EPD (deklaracje środowiskowe produktów – Environmental Product Declarations) materiałów budowlanych.
Słowa kluczowe: innowacje, edukacja, BIM, EPD, LCA.

The article presents modern teaching methods related to the BIM (Building Information Modeling) technology: BIMhealthy: developing a concept based on health determinants in housing aspects, using the flow of knowledge in the field of health and construction; UrbanBIM: developing innovative educational integration of urban plannings based on BIM-GIS (Geographical Information Systems) technologies and focused on circular economy challenges; BIMEPD: development of adapted senior training program on BIM methodologies for the integration of EPD (Environmental Product Declarations) in sustainable construction strategies taking into account the challenges of LCA (Life Cycle Assessment).
Keywords: innovation, education, BIM, EPD, LCA.

Krzysztof Zima, Apolonia Przesmycka
Koncepcja zintegrowanej analizy kosztów i generowanego śladu węglowego w cyklu życia budynku – str. 42

CONCEPT OF INTEGRATED COST ANALYSIS AND THE GENERATED CARBON FOOTPRINT OVER THE LIFE CYCLE OF A BUILDING

Celem artykułu jest pokazanie wstępnej koncepcji systemu wspomagania podejmowania decyzji inwestycyjnych na podstawie zintegrowanej analizy kosztów i wielkości śladu węglowego w całym cyklu życia budynku. Koncepcja proponowana przez autorów dotyczy zintegrowanej analizy kosztów (LCC) oraz śladu węglowego w cyklu życia budynku (LCCF), reprezentującego wpływ na środowisko. Dokonano także analizy map bibliometrycznych otrzymanych w programie VOSviewer dotyczących problematyki śladu węglowego w budownictwie.
Słowa kluczowe: emisje CO_2, koszty cyklu życia obiektu, operacyjny ślad węglowy, wbudowany ślad węglowy.

The aim of this article is to present the initial concept of an investment decision support system based on an integrated cost and carbon footprint analysis throughout the building's life cycle. The concept proposed by the authors concerns integrated cost analysis (LCC) and the carbon footprint in the life cycle of a building (LCCF), representing the impact on the environment. An analysis of bibliometric maps obtained in the VOSviewer program concerning the problems of the carbon footprint in construction was also performed.
Keywords: CO_2 emissions, life cycle costs, operational carbon footprint, embodied carbon footprint.

Małgorzata Ulewicz
Gospodarka odpadami budowlanymi i rozbiórkowymi w europejskiej strategii zrównoważonego rozwoju – stan i perspektywa – str. 49

CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE MANAGEMENT IN THE EUROPEAN SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY – STATUS AND PERSPECTIVE

Sektor budowlany generuje duże ilości odpadów, które powstają zarówno na etapie wnoszenia obiektów budowlanych, jak i podczas ich demontażu. W krajach Unii Europejskiej w 2018 roku wytworzono ponad 834 mln Mg odpadów budowlanych i rozbiórkowych, co stanowiło 36% wszystkich wytworzonych odpadów. Gospodarka tymi odpadami w poszczególnych krajach UE jest bardzo zróżnicowana, a średni poziom recyklingu tych odpadów mieści się w granicach 10–90%. W artykule scharakteryzowano najważniejsze europejskie akty prawne pozwalające na realizację strategii budownictwa zrównoważonego oraz zidentyfikowano przeszkody dla efektywnego procesu recyklingu. Ponadto przedstawiono analizę poziomu generowanych odpadów budowlanych i rozbiórkowych w krajach UE ze szczególnym uwzględnieniem odpadów wytwarzanych w Polsce.
Słowa kluczowe: gospodarka odpadami budowlanymi i rozbiórkowymi, zrównoważone budownictwo, poziom recyklingu.

The construction sector generates large amounts of waste, which is generated both at the stage of bringing in construction objects and during their dismantling. In 2018, over 834 million Mg of construction and demolition waste was generated in the European Union countries, which accounted for 36% of all generated waste. The management of this waste in individual EU countries is very diversified, and the average level of recycling of this waste ranges from 10 to 90%. The article describes the most important European legal acts enabling the implementation of the sustainable building strategy and identifies obstacles to an effective recycling process. In addition, an analysis of the level of construction and demolition waste generated in EU countries was presented, with particular emphasis on waste generated in Poland.
Keywords: construction and demolition waste management, sustainable construction, recycling rate.

Stefan Giryn
Skanowanie konstrukcji, wykorzystanie metody prądów wirowych i georadarowej do celów lokalizacji i detekcji zbrojenia – str. 54

CONCRETE SCANNING, USE OF EDDY CURRENT AND GROUND PENETRATING RADAR METHODS FOR DETECTION AND REBAR LOCALIZATION

Artykuł przedstawia zyskujące w ostatnim czasie na popularności i znaczeniu elektromagnetyczne metody nieniszczące badań (skanowania konstrukcji), indukcję elektromagnetyczną zwaną też metodą prądów wirowych (Eddy Current) i metodę georadarową (GPR). Przybliżono ich zasadę działania, możliwości i ograniczenia, a przede wszystkim porównano uzyskane nimi wyniki na podstawie przeprowadzonych przez autora skanowań.
Słowa kluczowe: diagnostyka budowlana, badania nieniszczące, skanowanie konstrukcji, lokalizacja zbrojenia, detekcja w betonie, pomiar otuliny betonu, georadar, bezpieczne wiercenie.

Article presents the recently gaining popularity and importance electromagnetic nondestructive concrete scanning methods, electromagnetic induction (also known as eddy current or Foucault's currents) and ground penetrating radar (GPR). It discusses their principle of operation, possibilities and limitations, and above all compares the obtained results based on the scans performed by the author.
Keywords: building diagnostics, non-destructive testing, concrete scanning, rebar locating, concrete imaging, concrete cover measurements, ground penetrating radar, safe coring.

Czerwcowe posiedzenie ZG PZITB on-line

Posiedzenie Zarządu Głównego PZITB 22 czerwca 2021 roku odbyło się po raz kolejny z wykorzystaniem elektronicznych środków komunikacji.

Przewodnicząca PZITB Maria Kaszyńska powitała wszystkich zebranych, a następnie poinformowała o zasadach głosowania, podczas przyjmowania uchwał i innych materiałów, które będą omawiane na spotkaniu.

W kwietniu i w maju odbyły się dwa zaplanowane posiedzenia Prezydium oraz dodatkowe posiedzenie, na których omawiano bieżące sprawy, a wśród nich dotyczące składu osobowego Rady Fundacji PZITB i bieżącej korespondencji z Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii, Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego, Naczelnej Organizacji Technicznej, która w większości dotyczyła konsultacji społecznych.

Otrzymaliśmy zaproszenie na Ogólnopolski Zjazd Dziekanów kierunku budownictwo, który został zorganizowany przez Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Stowarzyszenie udzieliło patronatu temu wydarzeniu. Wiodącym tematem zjazdu była dyskusja nad możliwością powrotu do jednolitych studiów magisterskich na kierunku budownictwo. 16 czerwca br. odbył się „IX Kongres Infrastruktury Polskiej 2021", w formie zdalnej, a Stowarzyszenie objęło to wydarzenie patronatem honorowym. Głównym tematem dyskusji była „Realizacja inwestycji infrastrukturalnych w dobie aktualnych regulacji". 22 czerwca br. odbywa się konferencja „Infrastruktura Polska i Budownictwo" organizowana przez Executive Club w Warszawie, której też udzieliliśmy patronatu honorowego. Przewodnicząca uczestniczyła 17 czerwca br., w Zwyczajnym Zgromadzeniu Wspólników Wydawnictwa Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa Spółka z o.o., na którym zostało przyjęte sprawozdanie za 2020 rok. 21 czerwca br. w Warszawskim Domu Technika odbyła się uroczystość przyznania tytułu „Złoty Inżynier 2020", a PZITB reprezentował sekretarz generalny Mieczysław Grodzki.

Na posiedzeniu Prezydium został podjęty temat w sprawie nadania corocznych nagród i medali PZITB, które zawsze były wręczane na Konferencji Krynickiej lub podczas Krajowego Zjazdu Delegatów PZITB. Zaproponowano, aby wręczenie nagród i medali PZITB przeprowadzić podczas gali Konkursu PZITB „Budowa Roku", która odbędzie się 28 września br.

Sekretarz generalny poinformował, że odbyły się już pierwsze posiedzenia Komitetów, Komisji i Rady: Rady Programowej Czasopism i Wydawnictw, Komitetu ds. Legislacji, Cyfryzacji i BIM, Komitetu Rzeczoznawstwa Budowlanego i Specjalizacji Zawodowej, Głównej Komisji Odznaczeń. Przekazał, że uczestniczył w uroczystości przyznania tytułów „Złoty Inżynier 2020", organizowanej przez „Przegląd Techniczny". Laureatem „Diamentowego Inżyniera 2020" został prof. dr hab. inż. Arkadiusz Mężyk – rektor Politechniki Śląskiej i przewodniczący KRASP. Przewodnicząca poinformowała, że odbyła się XXXIV edycji Konkursu „Numerus Primus Inter Pares" organizowanego przez Towarzystwo Kultury i Historii Techniki, którego celem jest wyłonienie najlepszego w zakresie upowszechniania wiedzy i kultury technicznej – numeru czasopisma technicznego oraz popularno-technicznego z poprzedniego roku kalendarzowego. Jury przyznało tytuł w grupie czasopism popularyzujących naukę i technikę – numerowi 3/2020 czasopisma „Przegląd Budowlany", wydawanego przez ZG PZITB. Pogratulowała Redaktor Naczelnej „Przeglądu Budowlanego" tak dużego sukcesu.

Kol. Karol Firek omówił zestawienie dotyczące wykonania budżetu ZG PZITB, Wydawnictwa „Przegląd Budowlany" i Fundacji PZITB „Inżynieria i Budownictwo" za 5 miesięcy 2021 r. Tadeusz Durak stwierdził, że wykonanie budżetu po stronie kosztów jest poprawne, dyscyplina finansowa jest zachowana.

Kol. Maria Kaszyńska przypomniała, że na ostatnim posiedzeniu ZG był omawiany, a następnie przyjęty Statut Fundacji PZITB, który został złożony do rejestracji w KRS. Do chwili obecnej nie otrzymaliśmy potwierdzenia z sądu, że statut jest zarejestrowany. Głównym celem działalności Fundacji PZITB jest wsparcie działalności statutowej PZITB, działań na rzecz podnoszenia wiedzy w dziedzinie budownictwa oraz wspieranie wydawania czasopism PZITB. Przewodnicząca przypomniała, że ustępujący przewodniczący PZITB kol. Ryszard Trykosko wraz z ustępującym sekretarzem generalnym PZITB kol. Wiktorem Piwkowskim złożyli obietnicę, że dołożą wszelkich starań, aby utrzymać czasopisma PZITB na rynku wydawniczym. W związku z tym przewodnicząca przedstawiła projekt uchwały w sprawie powołania Ryszarda Trykosko na przewodniczącego Rady Fundacji PZITB. Przedstawiła osoby, które rekomenduje Prezydium do składu Rady Fundacji PZITB: prof. Anna Siemińska-Lewandowska z Politechniki Warszawskiej, prof. Kazimierz Furtak z Politechniki Krakowskiej, prof. Jacek Hulimka z Politechniki Śląskiej, prof. Cezary Madryas z Politechniki Wrocławskiej oraz prof. Maria Kaszyńska przewodnicząca PZITB. Przewodnicząca przekazała, że do Konkursu PZITB „Budowa Roku'2020" wpłynęło 46 wniosków. Członkowie Prezydium na ostatnim posiedzeniu zaproponowali powołanie Komitetu Honorowego Konkursu PZITB „Budowa Roku".

Sekretarz generalny przedstawił projekt „Polityki bezpieczeństwa ochrony danych osobowych PZITB". Projekt został wysłany do członków ZG. Poinformował, że każdy oddział musi opracować taki dokument, przyjąć go i stosować, brak tego dokumentu podczas kontroli może skutkować nawet karą pieniężną.

Kol. Krzysztof Motylak poinformował, że 17 czerwca br. odbyło się pierwsze posiedzenie Głównej Komisji Odznaczeń. Podczas spotkania zostały zaopiniowane wszystkie nadesłane wnioski.

Przewodnicząca na zakończenie obrad ZG PZITB podziękowała wszystkim za aktywny udział w obradach i merytoryczną dyskusję.

Biegiem na XI Konferencję Dni Betonu 2021

Prawie 800 uczestników zgłosiło się już na XI Konferencję Dni Betonu 2021. Po przerwie wymuszonej pandemią COVID-19, konferencja powraca w dniach 11–13 października 2021 r. do Hotelu Gołębiewski w Wiśle. Dbających o kondycję fizyczną uczestników konferencji zapraszamy już 10 października – na I Charytatywny Bieg Dni Betonu w Biegu – na dystansie 10 km.

Dni Betonu to jedno z największych wydarzeń naukowo-technicznych w Polsce związane z budownictwem betonowym. Organizatorem konferencji jest Stowarzyszenie Producentów Cementu.

X Konferencja Dni Betonu, która odbyła się w 2018 r., zgromadziła 1060 uczestników. Do 24 września br. udział w XI konferencji potwierdziło prawie 800 osób.

Podczas konferencji zostanie zaprezentowanych 77 referatów. Tematem przewodnim będzie „Zrównoważone budownictwo".

Jednym z ważnych bloków tematycznych ma być prefabrykacja betonowa, której poświęcono także panel dyskusyjny. Druga debata będzie poświęcona ogólnej sytuacji gospodarczej z koncentracją na tematyce budowlanej.

Na konferencji obecne będzie także budownictwo infrastrukturalne – drogowe, mostowe, kolejowe i tunelowe. Będzie tematyka betonu towarowego, betonów nowej generacji, cementów i betonów z dodatkami mineralnymi. Będą referaty poświęcone roli domieszek w technologii betonu i zapraw, właściwościom mieszanki betonowej, właściwościom stwardniałego betonu, architekturze betonowej, drobnowymiarowym elementom betonowym i materiałom naprawczym.

Będzie szereg wydarzeń towarzyszących: Konkurs Power Concrete, Bieg Dni Betonu. W foyer będą wystawy i ekspozycje firm.

www.dnibetonu.pl

ICSF 2022

30th International Conference on Structural Failures
Międzyzdroje, 23–27 maja 2022

SZCZECIN

zapobieganie
diagnostyka
naprawy
rekonstrukcje

INFORMACJE I REJESTRACJA OD 15 LIPCA 2021

e-mail: awarie@zut.edu.pl
www.awarie.zut.edu.pl

awarie budowlane

Budimex, czyli doświadczenie i innowacje

budimex

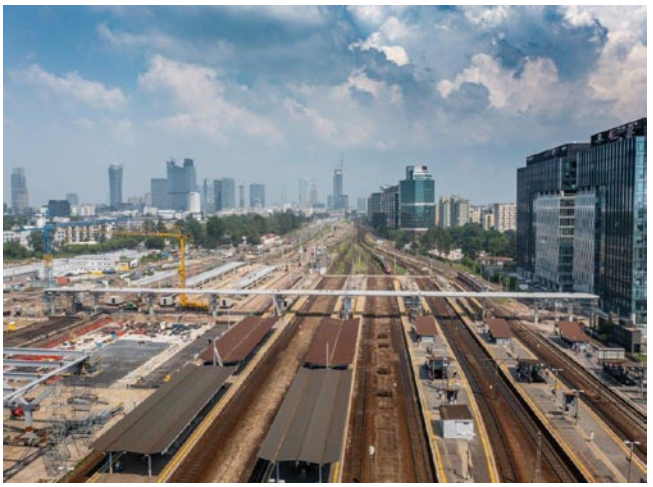
Budimex to największy pracodawca budowlany w Polsce, wyznacza najwyższy poziom realizacji kontraktów. Mamy ludzi, którzy zaczęli pracę od razu po studiach i są już wiele lat z nami – często pełnią w tej chwili funkcje kierowników budów i kontraktów – mówi Cezary Mączka, członek zarządu Budimex S.A., dyrektor Pionu Zarządzania Zasobami Ludzkimi i Innowacji. Spółka, która łączy wieloletnie doświadczenie idące w parze z innowacyjnym podejściem, w ostatnim czasie zakończyła i w dalszym ciągu realizuje wiele kontraktów o dużym znaczeniu ogólnokrajowym.

Inwestycje w przyszłość

Budimex jest obecnie w trakcie realizacji jednej z ważniejszych inwestycji w Polsce, czyli budowy dwóch odcinków autostrady A1: Tuszyn – Piotrków Trybunalski oraz Kamieńsk – Radomsko. Działania Budimeksu wynikające z kontraktu wykonywane są w konsorcjum ze spółką Strabag, inwestorem jest Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Termin oddania inwestycji do użytku przypada na koniec 2021 roku.

Kolejną inwestycją o znaczeniu ogólnokrajowym, realizowaną obecnie przez Budimex jest kompleksowa przebudowa dworca Warszawa-Zachodnia, która prowadzić ma do modyfikacji linii średnicowej oraz zapewnić podziemną przestrzeń dworcową wraz z halą peronową i tunelem tramwajowym. To jedna z największych inwestycji PKP Polskich Linii Kolejowych za ponad 1,9 mld zł netto. Jej zakończenie datowane jest na 2023 rok.

W ubiegłym roku Budimex zakończył również budowę największej inwestycji hydrotechnicznej w Polsce, którą jest



Zbiornik Racibórz Dolny dla górnego biegu Odry. Przebudowa zbiornika przeciwpowodziowego została zlecona przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach. Do jego budowy wykorzystano ponad 6,8 mln ton ziemi, którą pomieściłoby łącznie 130 960 wagonów towarowych. Prace budowlane trwały 30 miesięcy od listopada 2017 roku.

W 2020 roku przekazano także do eksploatacji nowy blok energetyczny Elektrowni Turów. Był to kluczowy kontrakt energetyczny dla Budimeksu, który zrealizowany został w konsorcjum z Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe oraz Tecnicas Reunidas. Nowy blok energetyczny osiąga moc 450 MW oraz spełnia wszystkie wymogi środowiskowe konkluzji BAT dla dużych obiektów energetycznych. Inwestorem kontraktu o wartości ponad 3,5 mld zł netto była PGE Polska Grupa Energetyczna.

Docenione zaangażowanie i profesjonalizm

Budimex jest obecnie największym generalnym wykonawcą budowalnym w kraju, który zatrudnia ponad 7000 osób. Jest również pierwszą dużą firmą, która w 2020 roku dołączyła do akcji #Niezwalniamy, czyli inicjatywy Business Centre Club oraz portalu pracy zdalnej Homejob. Akcja ma na celu ochronę jak największej liczby etatów podczas pandemii COVID-19, poprzez ewentualną redukcję innych kosztów.

Spółka dokłada wszelkich starań, aby zapewnić pracownikom atrakcyjne warunki zatrudnienia. W ramach docenienia wkładu i zaangażowania, każda zatrudniona w Budimeksie osoba objęta jest m.in. systemem premiowym, ubezpieczeniem na życie i prywatną opieką medyczną. Jako bonus wszystkim pracownikom przysługuje również dodatkowy płatny dzień wolny w dniu urodzin bądź imienin. – *Chcemy być pracodawcą, który odpowiada na potrzeby swoich pracowników, dlatego każdy z nich może liczyć na opiekę medyczną dla siebie i rodziny, dodatki mieszkaniowe, duży pakiet szkoleń i programów rozwojowych, a także na stabilne zatrudnienie czy posiłki regeneracyjne oraz inne benefity socjalne. Mamy ludzi, którzy zaczęli pracę od razu po studiach i są już wiele lat z nami – często pełnią w tej chwili funkcje kierowników budów i kontraktów* – mówi Cezary Mączka, członek zarządu Budimex S.A., dyrektor Pionu Zarządzania Zasobami Ludzkimi i Innowacji.

Budimex od wielu lat jest uznawany za jednego z najlepszych generalnych wykonawców budowlanych w kraju, nie tylko przez podmioty zawierające kontrakty ze spółką i podwykonawców, lecz także samych pracowników. Wśród nich szeroko doceniane jest doświadczenie i profesjonalizm współpracowników oraz możliwości rozwoju, które gwarantuje praca w Budimeksie.

– *Praca w Budimeksie jest to przede wszystkim działanie zespołowe oraz współpraca z kompetentnymi profesjonalistami. Budimex nie realizuje prostych i łatwych kontraktów, jest za to w stanie przeprowadzić proces realizacji najbardziej skomplikowanych budów oraz dobrze sobie z tym poradzić. Ważnym aspektem jest też podkreślenie bardzo dobrej atmosfery pracy w Budimeksie, gdzie cały zespół nastawiony jest na jeden cel, dobrze nakreślony przez kierowników czy dyrektorów kontraktów. Budimex przez te wszystkie lata pracy wypracował sobie ogromne doświadczenie oraz bardzo dużą bazę wiedzy na temat technologii, robót budowlanych i innowacji. Coś, co może się wydawać trudne do zrobienia innym firmom, Budimex potrafi zaproponować w zupełnie nowej formie* – mówi Sylwester Góra, dyrektor kontraktu Budimex S.A.

Spółka oprócz realizacji wielu znaczących kontraktów na terenie całego kraju może się pochwalić nagrodami dla najlepszych pracodawców. W tym roku Budimex uzyskał tytuł Najlepszego Pracodawcy „Best Quality Employer 2021", który przyznawany jest przez Centralne Biuro Certyfikacji Krajowej. Będąc liderem na rynku odpowiedzialnych pracodawców spółka prowadzi obecnie rekrutację dla nowych pracowników. Na stronie polecambudimex.pl każdy może polecić znajomą osobę do pracy.

Badania geotechniczne podłoża budynku głównego bloku energetycznego o mocy 910 MW w Elektrowni Jaworzno III – Elektrownia II

Dr inż. Mariusz Biały, Politechnika Śląska w Gliwicach

1. Wprowadzenie

Projektowanie i budowa nowoczesnych bloków energetycznych jest złożonym, wieloetapowym i często wieloletnim procesem wymagającym przeprowadzenia badań polowych podłoża gruntowego już na początkowym etapie planowania inwestycji. Każdy etap badań prowadzonych od wstępnej koncepcji rozmieszczenia budowli aż do fazy projektowania posadowienia kolejnych obiektów bloku wnosi istotne informacje o budowie i rozkładzie sztywności podłoża. Zakres badań w kolejnych etapach z reguły zwiększa się, co wynika ze specyfiki projektowania tak dużych inwestycji, tj. możliwych modyfikacji położenia, kształtu, zagłębienia fundamentów obiektów i wynikającej z tego potrzeby przeprowadzenia dodatkowych, bardziej szczegółowych badań podłoża. Na końcu tego procesu badawczego ważne jest wyznaczenie parametrów gruntów w ściśle określonych punktach, które znane są geotechnikowi ze względu na wyznaczone już na tym etapie kształty obrysów fundamentów budynków, obciążenia od konstrukcji wsporczych zabudowanych instalacji i urządzeń, wymagania techniczne odnośnie redukcji różnić osiadań i inne technologiczne parametry budowli. Rodzaj badań, rozmieszczenie punktów badawczych w planie, głębokość rozpoznania powinny być adekwatne do budowy podłoża, rozmiarów fundamentów i przekazywanych na grunt nacisków.

Badania podłoża obiektów budynku głównego nowego bloku energetycznego w Elektrowni Jaworzno III – Elektrownia II, który został włączony do krajowej sieci energetycznej w końcu 2020 roku, zostały przeprowadzone w latach 2009–2015. Prowadzono je w czterech etapach, z których ostatni wykonano pod kierownictwem autora tego artykułu. Opisy tego etapu badań dotyczą głównych obiektów budynku głównego: maszynowni, kotłowni i nawy elektrycznej oraz podłoża pylonów komunikacyjnych.

2. Badania i właściwości podłoża gruntowego

Pierwszy, wstępny etap badań podłoża planowanego bloku w Elektrowni Jaworzno III, wykonany przez Zakład Robót Geologiczno-Inżynieryjnych Geotest Ostrów Wielkopolski z bazą w Tychach obejmował analizy map geologicznych i hydrologicznych Polski, wizję lokalną, wykonanie wierceń (10 otworów o głębokości 25 m, 3 otwory do głębokości 45 m, jeden otwór do głębokości 44 m i dwa otwory do głębokości 15 m) oraz sondowania dynamiczne. W trakcie wierceń pobierano próby do badań makroskopowych. Na pobranych próbach gruntów niespoistych wykonano analizy sitowe. Ponadto dla piasków określono współczynniki filtracji. W przypadku próbek gruntów spoistych oznaczono wilgotność naturalną i granice konsystencji. Podłoże podzielono na warstwy w oparciu o wydzielenia genetyczne i parametry fizykomechaniczne oraz określono ich parametry na podstawie normy PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

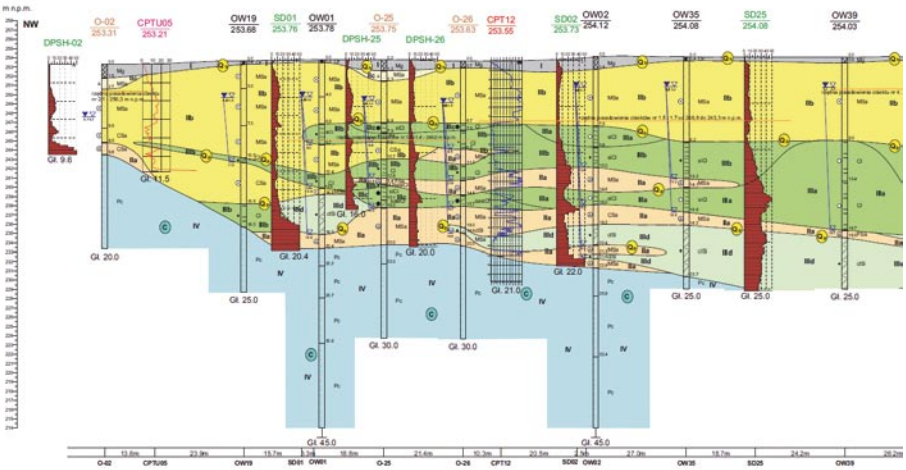
Analiza map geologicznych i przeprowadzone badania pozwoliły opisać budowę podłoża. Starsze warstwy są zbudowane z utworów karbońskich reprezentowanych przez krakowską serię piaskowcową, wykształcone jako iłowce, mułowce i piaskowce zaliczane do warstw łaziskich i libiąskich. Na karbonie zalegają miejscami utwory triasowe reprezentowane przez wapienie i dolomity zaliczane do piętra wapienia muszlowego.

Na triasie, a miejscami bezpośrednio na karbonie, zalegają utwory czwartorzędowe, głównie piaski plejstoceńskie o zróżnicowanej granulacji z domieszkami żwirów i glin pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego. W tym obszarze przeważają piaski średnie pochodzenia wodnolodowcowego, a pod nimi zalegają gliny morenowe. Niekiedy gliny morenowe przechodzą w rezidua glin i występują w postaci pyłów i iłów. Warstwy przypowierzchniowe zawierają nasypy niebudowlane, zbudowane z piasku z domieszkami kamieni, okruchów cegły gruzu i miejscami z dodatkiem mułu węglowego.

W podłożu wydzielono trzy grupy genetyczne. W dalszej części podano grunty wydzielone w ramach tych grup, ich stan i moduły ściśliwości.

Pierwsza grupa to nasypy o miąższości dochodzącej do 1 metra.

Druga grupa to piaski o różnym stopniu zagęszczenia i przewarstwiające je lub zalegające pod nimi warstwy glin, pyłów i iłów, stąd zastosowano podział na podgrupy zależnie



Rys. 1. *Fragment jednego z przekrojów wykonanych przez Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. w podłożu budynku głównego ukazujący zmienność uwarstwienia i występujących w podłożu gruntów*

od stopnia zagęszczenia lub plastyczności i oszacowano ich moduły ściśliwości na podstawie normy PN-81/B-03020. Były to dwie podgrupy:

- a – gdzie przeważały grunty sypkie:

– piaski średnie w stanie luźnym I_D=0,3; M_0=70 000 kPa;
– piaski średnie z domieszką gliny i piaski średnie na pograniczu drobnych, średniozagęszczone, I_D=0,5; M_0=100 000 kPa;
– piaski średnie z domieszką gliny w stanie zagęszczonym, I_D=0,7; M_0=130 000 kPa;
– piaski drobne w stanie luźnym I_D=0,3; M_0=45 000 kPa;
– piaski drobne średniozagęszczone I_D=0,5; M_0=65 000 kPa;
– piaski drobne, piaski drobne na pograniczu piasków pylastych, zagęszczone, I_D=0,7; M_0=100 000 kPa;

- b – zawierająca grunty spoiste:

– pyły piaszczyste na pograniczu piasków gliniastych, pyły, gliny pylaste na pograniczu glin zwięzłych, gliny zwięzłe na pograniczu iłu, gliny zwięzłe, gliny piaszczyste na pograniczu piasków gliniastych oraz gliny na pograniczu pyłów piaszczystych o konsystencji twardoplastycznej i stopniu plastyczność i I_L=0,1; M_0=37 000 kPa;
– gliny, piaski gliniaste, pyły oraz gliny pylaste o konsystencji plastycznej, I_L=0,35; M_0=23 000 kPa;
– piaski gliniaste i pyły piaszczyste o konsystencji miękkoplastycznej, I_L=0,6; M_0=12 000 kPa;
– iły pylaste i iły o konsystencji plastycznej I_L=0,8; M_0=32 000 kPa.

Trzecia grupa gruntów została podzielona na dwie podgrupy zawierające:

- a – grunty stanowiące wietrzeliny utworów starszego podłoża w postaci okruchów piaskowca i zlepieńca. W oparciu o genezę utworów przyjęto, że grunty są zagęszczone;
- b – grunty stanowiące utwory starszego podłoża – miękka skała piaskowca.

W podłożu nawiercono tylko jeden poziom wody gruntowej w utworach czwartorzędowych. Poziom ten występował w przypowierzchniowych warstwach piasków i wahał się w granicach od 2,4 do 3,3 m w części południowej, od 4,0 do 5,0 m w części środkowo-zachodniej terenu planowanej zabudowy obiektów bloku. Biorąc pod uwagę rodzaj i stan gruntów budujących podłoże, na tym etapie badań przewidywano możliwość bezpośredniego posadowienia części obiektów bloku, szczególnie w miejscach zalegania piasków średnich średniozagęszczonych i zagęszczonych IIb i IIc oraz gruntów spoistych w stanie twardoplastycznym i zwartym IIg i IIj. Nie wykluczano jednak konieczności posadowienia innych obiektów na palach. Na tym etapie badań obiekty zaliczono do II kategorii geotechnicznej.

Drugi i trzeci etap badań, obejmujących cały teren nowo projektowanego bloku wykonało w latach 2010 i 2014 Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. z siedzibą w Krakowie. Badania były prowadzone na bardzo dużą skalę i obejmowały: wiercenia (1813 mb w 2010 roku i 1010 mb w 2014 roku), 109 sondowań dynamicznych, 47 sondowań statycznych, badania dylatometryczne i montaż piezometrów. Obraz podłoża uzupełniły cztery badania geofizyczne typu CSWS. Ponadto wykonano szereg badań laboratoryjnych na próbkach pobranych w trakcie wierceń. Wyniki badań przeprowadzonych tylko w 2010 roku to opis makroskopowy sporządzony dla 1813 próbek, 357 analiz uziarnienia, 353 oznaczeń ciężaru objętościowego, 750 oznaczeń wilgotności naturalnej, 160 wyznaczonych granic Atterberga, 45 oznaczeń kąta tarcia wewnętrznego i spójności, 47 oznaczeń edometrycznych modułów ściśliwości, 28 badań zawartości części organicznych, 33 testów wytrzymałości skał na ściskanie, 11 oznaczeń wskaźnika pęcznienia i 10 analiz wody w celu sprawdzenia jej agresywności w stosunku do betonu i stali.

W rejonie posadowienia obiektów budynku głównego wykonano łącznie w latach 2010 i 2014 następujące badania:

- pod budynkiem nastawni blokowej 17 wierceń o głębokości od 17 do 45 m, 9 sondowań statycznych od 8,8 do 25,1 m, 17 sondowań dynamicznych od 9,8 do 25,4 m i jedno badanie dylatometryczne do głębokości 20 m;
- pod budynkami części kotłowej wykonano łącznie w latach 2010 i 2014 24 otwory badawcze, w tym w 2010 roku – 11 otworów o głębokości od 15 do 35 m, a w 2014 roku 13 otworów o głębokości od 20 do 30 m. Dodatkowo

wykonano na tym obszarze 11 sondowań statycznych i 19 sondowań dynamicznych i jedno badanie dylatometryczne do głębokości 22 m.

Na podstawie wykonanych wierceń i zamontowanych 7 piezometrów określono poziom wody gruntowej o swobodnym zwierciadle zalegającej w piaskach utworów czwartorzędowych. W wynikach badań zwrócono uwagę na występowanie w porowatych piaskowcach karbonu drugiego poziomu wód o charakterze subartezyjskim. Poziomu tego nie nawiercono ze względu na pompowanie wody prowadzone w okolicznych kopalniach.

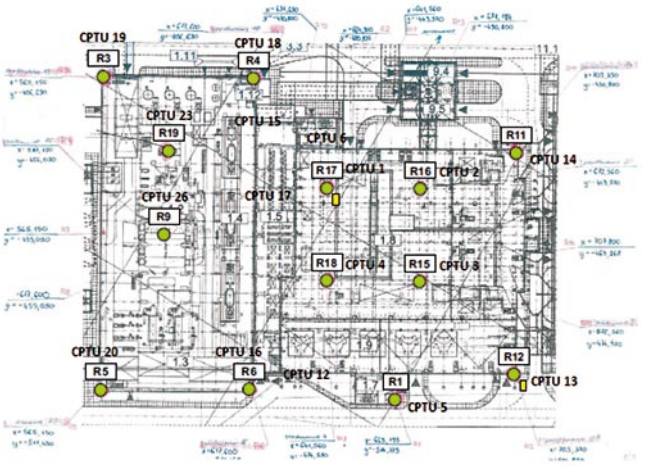
Przeprowadzone w drugim i trzecim etapie badania pozwoliły na rozpoznanie budowy geologicznej podłoża. W przedstawionym po zakończeniu badań w 2014 roku modelu podłoża wydzielono cztery serie litologiczno-genetyczne: seria I – grunt sztuczny i gleba, seria II – utwory piaszczyste, seria III – utwory ilaste i pylaste, seria IV – piaskowce karbońskie.

Poniżej podano warstwy gruntów wydzielone w ramach serii, ich stan i moduły ściśliwości.

Pierwsza seria zbudowana jest z nasypów niekontrolowanych przykrytych często warstwą gleby i nasypów kontrolowanych zalegających na głębokości od 0,4 do 3,5 m. Zalegające w wierzchnich warstwach gleba i humus osiągają miąższość do 0,5 m.

W drugiej serii występują grunty sypkie akumulacji rzeczno--lodowcowej, reprezentowane głównie przez piaski drobne, średnie i grube, rzadko piaski ze żwirem, lokalnie z przewarstwieniami utworów ilasto-pylastych. Utwory te występują pod gruntami serii pierwszej i jako wkładki pomiędzy gruntami spoistymi. W warstwach przypowierzchniowych grunty sypkie zalegają w stanie średniozagęszczonym lub lokalnie luźnym. W serii drugiej wyróżniono trzy warstwy:

- a – piaski średnie, grube i drobne w stanie zagęszczonym, lokalnie z cienkimi wkładkami utworów ilastych i ilasto-pylastych. Występują najczęściej jako przewarstwienia gruntów spoistych lub w warstwie graniczącej z utworami karbonu, najczęściej o miąższości nie przekraczającej 1,5, m miejscowo występuje w warstwie o miąższości od 4,0 do 7 m, I_D=0,72; M=130 000 kPa;



Rys. 2. *Rozmieszczenie punktów wierceń i sondowania statycznego w obrębie budynku głównego*

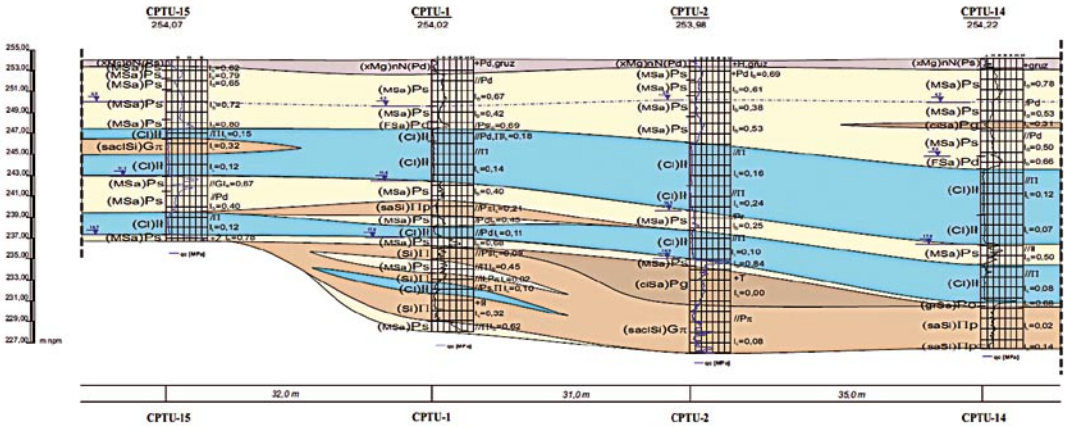
- b – piaski drobne, średnie, grube, piaski ze żwirem w stanie średniozagęszczonym, występujące najczęściej bezpośrednio pod nasypami, o miąższości dochodzącej do 12 m, średnio około10 m, I_D=0,52; M=82 000 kPa;
- c – piaski średnie i drobne w stanie luźnym występujące bezpośrednio pod nasypami, o miąższości od 0,8 do 2,5 m, I_D=0,21; M=45 000 kPa.

Trzecia seria wykształcona jest jako grunty spoiste reprezentowane przez ił, ił z pyłem, ił z pyłem i piaskiem, ił z piaskiem, pył z iłem i piaskiem oraz piasek z iłem, lokalnie z przewarstwieniami piasku drobnego i średniego. Grunty te są wilgotne i małowilgotne. W tej serii wyróżniono pięć warstw:

- a – iły i iły z pyłem w stanie zwartym tworzące nieciągłą warstwę o miąższości od 6 do 8 m, I_L=-0,05; M_0=7600 kPa; M=21 700 kPa;
- b – ił, ił z pyłem, ił z pyłem i piaskiem i ił z piaskiem w stanie twardoplastycznym występujące tuż pod warstwą gruntów sypkich. Ich miąższość wynosi najczęściej od 5 do 6 m, a miejscami dochodzi do 14 m, I_L=0,15; M_0=6,560 kPa; M=19 940 kPa;
- c – iły z pyłem, iły z pyłem i piaskiem, miejscami iły w stanie plastycznym występują jako wkładki o miąższości od 2 do 2,5 m (miejscami od 3 do 4 m), I_L=0,38; M_0=3550 kPa; M=18 630 kPa;

Rys. 3. *Parametry geotechniczne warstw podłoża wyznaczone z sondowania CPTU 1 – HEBO*

Przelot warstwy		Rodzaj gruntu	Domieszki	Opór stożka	Naprężenie pionowe	Parametry stanu gruntu		Parametry wytrzymałości na ścinanie			Parametry odkształceniowe
od	do			q_c	σ_{vo}	I_D	I_L	Φ'	C'	S_u	Mo
[m]	[m]	[-]	[-]	[MPa]	[KPa]	[-]	[-]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]
0.0	1.3	nN	(Gb,Ps,Pd,Cep.)	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3	4.4	Ps	//Pd	9.6	52	0.67	-	35° 0'	-	-	43.0
4.4	5.9	Ps	-	6.4	96	0.42	-	32° 0'	-	-	28.0
5.9	6.6	Pd	/Ps	13.5	116	0.69	-	35° 0'	-	-	66.0
6.6	7.8	I	//Pd,Π	1.3	133	-	0.18	16° 50'	17.0	65.0	10.0
7.8	11.6	I	//Π	1.7	178	-	0.14	17° 20'	22.0	85.0	13.0
11.6	13.4	Ps	-	8.1	229	0.40	-	31° 50'	-	-	35.0
13.4	14.8	Πp	/Pπ	4.4	259	-	0.21	24° 0'	11.0	295.0	34.0
14.8	15.9	Ps	/Pd	10.0	282	0.45	-	32° 20'	-	-	44.0
15.9	17.0	I	+Ps	2.3	303	-	0.11	18° 0'	20.0	112.0	17.0
17.0	17.8	Ps	-	19.0	322	0.68	-	35° 10'	-	-	93.0
17.8	19.2	Π	//Ps	7.1	345	-	0.09	24° 30'	11.0	483.0	56.0
19.2	20.4	Ps	//Π	11.3	371	0.45	-	32° 20'	-	-	55.0
20.4	21.3	Π	//Pπ,I	9.7	392	-	0.02	25° 0'	11.0	667.0	77.0
21.3	22.3	I	//Π,Ps	2.7	410	-	0.10	17° 20'	18.0	124.0	19.0
22.3	25.0	Π	+I	3.6	445	-	0.32	18° 30'	8.0	222.0	26.0
25.0	26.0	Ps	//Π	19.8	480	0.62	-	34° 30'	-	-	97.0



Rys. 4. *Przekrój wykonany przez cztery punkty sondowania CPTU – HEBO*

- d – pył z iłem, piasek z iłem i pył z iłem w stanie twardoplastycznym, zalegające przeważnie na poziomie od 19 do 22 m p.p.t. o średniej miąższości 4 m, ale miejscami występują już od głębokości 15 lub znacznie poniżej 22 m.ppt. W sześciu otworach ich miąższość znacznie przekroczyła wartość średnią, osiągając od 6 do 10,6 m, I_L=0,18; M_0=9200 kPa; M=25 500 kPa;
- e – piasek z iłem, pył z iłem i pyl z iłem i piaskiem w stanie plastycznym. Utwory te występowały głównie jako lokalne wkładki o niewielkiej miąższości dochodzącej do 3 m na dwóch poziomach od 3 do 7 m i od 15 do 24 m, I_L=0,4; M_0=6070 kPa; M=23 600 kPa.

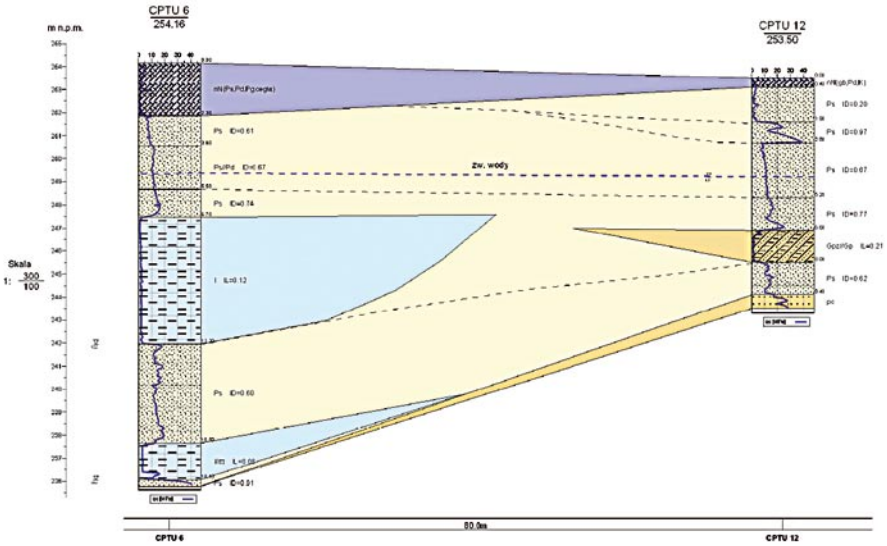
Czwarta seria to utwory karbońskie reprezentowane przez piaskowce drobno- i średnioziarniste o spoiwie ilastym, w których pojawiają się przerosty węgla. Głębokość zalegania stropu piaskowców waha się pod całym terenem bloku od poziomu 9,5 do 28 m. Średnia wytrzymałość na ściskanie tych utworów wynosi R_c=1,5 MPa. Obiekty budynku głównego – kotłownię, maszynownię i nawę elektryczną zaliczono do III kategorii geotechnicznej.

Badania wykonane na etapach od 1 do 3 były solidną podstawą do utworzenia programu badań etapu czwartego w momencie, kiedy znane były już ostateczne naciski na podłoże, kształt, wymiary i zagłębienie fundamentów budynku głównego.

Czwarty etap badań został wykonany przez Instytut Konsultacyjno-Badawczy GEOCONTROL z siedzibą w Krakowie i firmę HEBO-POZNAŃ. Podobnie jak w przypadku badań etapu 2 i 3 rozpoznanie podłoża przeprowadzono praktycznie na całym terenie budowanego bloku.

W obrębie podłoża samego budynku głównego IKB GEOCONTROL wykonał 13 odwiertów: 6 o głębokości 40 m, 3 o głębokości od 43 do 45 m, 2 o głębokości 47 m i 2 odwiertów o głębokości 55,5 i 60,0 m. Z wszystkich otworów pobrano próbki rdzeniowe skał, a wyznaczona wytrzymałość na ściskanie R_c wahała się w granicach od 1,12 do 3,85 MPa. Równolegle, w sąsiedztwie wykonanych otworów, firma HEBO wykonała 33 sondowania statyczne. Uznano zasadę, że sondowania statyczne muszą być wykonane w pierwszym rzędzie tuż obok wierceń, których lokalizacje przyjęto na narożach i załamaniach budynków, w miejscu oparcia czterech słupów stalowej konstrukcji wsporczej kotła, pod pylonami komunikacyjnymi i w osi turbozespołu. Pozostałe sondowania uzupełniły obraz podłoża w rejonie fundamentowania młynów kotłowni i częściowo w osiach różnych urządzeń maszynowni. Rozmieszczenie punktów wierceń oznaczonych literami R i punktów sondowań pokazano na rysunku 2.

Wyniki badań przedstawiono w postaci metryk otworów i sondowań statycznych. W badaniach CPTU dla każdej warstwy gruntów wyznaczono parametry wytrzymałościowe i odkształceniowe. Przyjęte w czwartym etapie rozlokowanie otworów badawczych i sondowań statycznych CPTU pozwoliło na określenie zmian poziomu



Rys. 5. *Przekrój wykonany przez cztery punkty sondowania CPTU – HEBO*

stropu sztywnych zwietrzelin karbońskich i miąższości silnie odkształcalnych warstw iłów zalegających między poziomem górnych warstw piasków a zwietrzelinami. Uzyskane na tym etapie dane pozwoliły oszacować osiadania płyt fundamentowych obiektów budynku głównego. Przykładową metrykę sondowania pokazano na rysunku 3, a dwa z uzyskanych w sondowaniach CPTU przekrojów pokazano na rysunkach 4 i 5.

3. Podsumowanie

Głównym problemem projektowania posadowienia obiektów bloków energetycznych jest ograniczenie osiadań i różnic osiadań fundamentów do wielkości określonych w normach EC-7, gdzie całkowite dopuszczalne osiadania nie mogą przekroczyć 5 cm. Dodatkowo istotne jest spełnienie często bardzo zaostrzonych ze względów technologicznych warunków, dotyczących ograniczenia różnic osiadań między sąsiednimi fundamentami konstrukcji wsporczych lub w obrębie jednego fundamentu, co występuje w przypadku płyt, gdzie oprócz powyższego warunku ograniczone są także ich względne ugięcia. Z tych powodów kluczowe dla projektowania jest dobrze zaplanowane rozpoznanie podłoża, bazujące na dostosowanej do kształtu obiektów siatce punktów badawczych, polegające na określeniu rozkładu w planie i z głębokością warstw gruntów, określenie ich rodzajów i stanów, a przede wszystkim ich podatności na odkształcenia. Planowanie badań nie kończy się w momencie rozpoczęcia robót. Na etapie budowy często właśnie na wniosek wykonawcy poszerza się zakres badań, a szczególnie często występuje to w przypadku, kiedy jednocześnie mamy do czynienia z bardzo dużymi naciskami fundamentów, głębokim posadowieniem, złożonym pod względem sztywności i nierównomiernie uwarstwionym podłożem zawierającym silnie odkształcalne warstwy. Badania podłoża bloku w Jaworznie są tutaj dobrym tego przykładem.

W przypadku rozpatrywanego podłoża budynku głównego duże znaczenie miało zastosowanie obok wierceń i sondowań dynamicznych nowoczesnych badań in situ (sondowania statyczne CPTU i badania dylatometryczne) i rozmieszczenie punktów badawczych. W drugim i trzecim etapie parami blisko siebie rozmieszczano odwierty i punkty sondowań dynamicznych. W trzecim etapie parami i blisko siebie rozmieszczano odwierty i punkty sondowania statycznego. Na etapach od 2 do 4 dokonywano badań dylatometrycznych, co pomagało skalibrować ich wyniki w zakresie parametrów odkształcenia podłoża. Ponadto w czwartym etapie punkty badawcze rozmieszczono w narożach i załamaniach budynków, co pozwoliło wyznaczyć różnice zagłębienia stropu zwietrzelin na kierunkach równoległych do osi technologicznych i wzdłuż osi słupów hal. Szczególnie duża różnica tego zagłębienia występowała pod budynkiem maszynowni w kierunku równoległym do osi turbozespołu, gdzie minimalna głębokość stropu wynosiła 8 m, a maksymalna 25,5 m. Miało to kluczowe znaczenie dla wyznaczenia różnic osiadań w przypadku posadowienia bezpośredniego, bo miąższość zalegających ponad zwietrzelinami gruntów spoistych i ich podatność były bardzo zróżnicowane zarówno w planie, jak i z głębokością.

Dla powodzenia procesu badania podłoża i projektowania fundamentów kluczowa jest dobra współpraca wszystkich uczestników tego przedsięwzięcia inżynierskiego, czyli specjalistów zatrudnionych do pracy w zespole złożonym z geologa, projektantów technologii i konstrukcji, geotechnika i całego zespołu inżynierów pracujących po stronie wykonawcy inwestycji. W praktyce projektowanie i realizacja fundamentowania sprowadza się do ciągłej wymiany informacji w obrębie tego zespołu i taka wymiana powinna być inicjowana już na etapie tworzenia koncepcji czy projektów wstępnych.

Ostatecznie oszacowane na podstawie wykonanych badań polowych osiadania obiektów budynku głównego wielokrotnie przekroczyły wielkości dopuszczone przez normy i obiekty zostały posadowione pośrednio na palach, baretach i ścianach szczelinowych. Rozmieszczenie pali i ścian szczelinowych pod budynkiem głównym pokazano w publikacji Krzyskiego [2], która opisuje sposób fundamentowaniu obiektów przedmiotowego bloku energetycznego. Godne polecenia są także pozostałe trzy ciekawie ilustrowane pozycje czteroczęściowego cyklu artykułów zamieszczonych w Informatorze Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa, poświęconych budowie bloku w Jaworznie. W artykule [1] Klinos podaje główne parametry techniczne urządzeń i funkcje poszczególnych obiektów bloku. Publikacja [3] autorstwa M. Zmarlaka charakteryzuje konstrukcję i sposób wykonywania żelbetowych płyt fundamentowych obiektów budynku głównego, pokazując, jak wielkim wyzwaniem jest proces przygotowania zbrojenia, elementów kotwiących słupów i betonowania fundamentów o tak wielkich gabarytach i objętości. Kolejny artykuł [4] Krzyskiego zawiera opis potężnej konstrukcji stalowej kotłowni o wysokości 134 m.

Wszystkie wyżej wymienione artykuły zawierają dużo ciekawostek, które mogą zainteresować czytelników pism poświęconych technologiom stosowanym w budownictwie przemysłowym.

BIBLIOGRAFIA

[1] Klinos D., Projekt Jaworzno 910 MW. Opis i dane techniczne, Informator Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 1(53) kwiecień 2017, str. 28–31

[2] Krzyski A., Projekt Jaworzno 910 MW. Fundamentowanie, Informator Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 2(54) czerwiec 2017, str. 26–31

[3] Zmarlak M., Projekt Jaworzno 910 MW. Konstrukcje żelbetowe płyt fundamentowych obiektów budynku głównego, Informator Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 3 (55) wrzesień 2017, str. 22–27

[4] Krzyski A., Projekt Jaworzno 910 MW. Konstrukcje stalowa kotłowni, Informator Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 5 (57) wrzesień 2017, str. 22–27

Ochrona zdrowia i bezpieczeństwo w zarządzaniu przedsięwzięciami budowlanymi

Dr hab. inż. Jerzy Obolewicz, prof. uczelni, Instytut Naukowy Inżynierii Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych, Warszawa, mgr inż. Mariusz Okuń, Oddział Warszawski PZITB

1. Wprowadzenie

Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w pracy jest pojęciem wieloznacznym i w zależności od obszaru czy dziedziny badań było różnie interpretowane w literaturze. W większości przypadków było kojarzone z bezpieczeństwem pracy i zarządzaniem.

Historycznie bezpieczeństwo pracy było utożsamiane z techniką. Od czasów starożytnych do rewolucji przemysłowej w Wielkiej Brytanii (1750–1840) rozwój techniki był niewielki, a problematyka bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy była niewidoczna. Zmiany w podejściu do problematyki bezpieczeństwa pracy rozpoczęły się wraz z pierwszą rewolucją techniczną. Masowa skala produkcji, duża liczba obiektów technicznych i duża liczba robotników wymagały nowej bezpiecznej organizacji pracy. Proces produkcji był coraz bardziej złożony technicznie i generował wypadki. Badania procesów pracy do lat siedemdziesiątych XX wieku koncentrowały się głównie na podnoszeniu wydajności pracy oraz na poprawie wyposażenia stanowisk pracy, doborze sprzętu, maszyn i urządzeń. Okres ten cechował się niskim poziomem bezpieczeństwa, a miarą tego poziomu była liczba wypadków przy pracy. Zaczęto tworzyć pierwsze przepisy prawa dotyczące bezpieczeństwa pracy odnoszące się do procesów pracy i do robotników, które miały zapobiegać powstawaniu wypadków. Pojawiły się dwa zasadnicze poglądy dotyczące celowości działań w obszarze ochrony pracy. Jedni autorzy uważali, że celem ochrony pracy jest ochrona zdrowia i życia pracowników w środowisku pracy, dla zapewnienia ich zdolności do pracy. Drudzy z kolei twierdzili, że podstawowym celem ochrony pracy jest ochrona zdrowia i życia pracownika, a fakt, że pracownik jest zdrowy daje mu gwarancję zdolności do pracy. Zagadnienia procesów pracy i jej bezpiecznej organizacji włączyły się z czasem w nurty nauk organizacji i zarządzania i stały się uzupełnieniem czterech głównych kierunków: techniczno-fizjologicznego, administracyjnego, psychologiczno-socjologicznego oraz współczesnego. Uzupełnienie kierunków organizacji i zarządzania o problematykę bezpieczeństwa pracy stało się podwaliną do rozwoju nauk o bezpieczeństwie pracy.

Wraz z rozwojem kierunków organizacji i zarządzania idea ochrony pracy w Polsce rozwijała się przedmiotowo i podmiotowo.

W ujęciu przedmiotowym, w naukach prawniczych pojęcie ochrony pracy było interpretowane w szerokim i wąskim znaczeniu. W rozumieniu węższym ochrona pracy była zespołem norm prawnych mających na celu zapewnienie przez pracodawców bezpieczeństwa poprzez zabezpieczenie zdrowia pracowników przed szkodliwym oddziaływaniem środowiska pracy na jego zdrowie i przed zagrożeniem jego życia. W ujęciu szerszym ochrona zdrowia pracowników obejmowała normy prawa pracy i przepisy regulujące obowiązki i zasady odpowiedzialności za ich nieprzestrzeganie lub normy prawa pracy posiadające charakter ochronny, np. ochrona trwałości stosunku pracy, wynagrodzenia za pracę, ustalenie minimalnego wymiaru czasu pracy czy też ustalenie minimalnego urlopu.

W podmiotowym ujęciu ochrony pracy istniały również dwie interpretacje. Węższa traktowała ochronę pracy jako ochronę powszechną zapewniającą bezpieczeństwo i ochronę zdrowia ogółu pracowników i szerszą traktującą ochronę pracy jako szczególną ochronę pracy kobiet i młodocianych.

Szubert w swoich opracowaniach uporządkował dotychczasową wiedzę i określił ochronę pracy jako system środków prawnych, ekonomicznych, organizacyjnych i technicznych, służących zapewnieniu pracownikom bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w procesie pracy, przy czym system potraktował jako zbiór uporządkowanych jednostek tworzących całość organizacyjną służącą określonemu celowi.

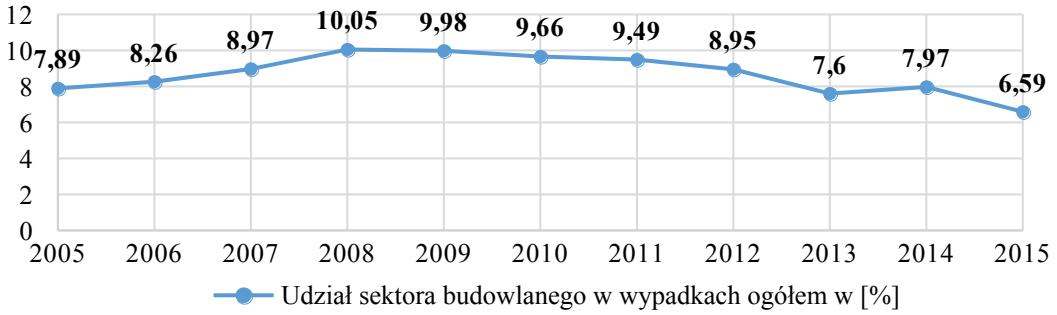
W prawie międzynarodowym wyodrębniono z ogółu ochrony pracy przepisy służące zapewnieniu pracownikom bezpieczeństwa i ochrony zdrowia podczas pracy i określono je jako przepisy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników. W polskim prawie to wyodrębnienie określono jako przepisy BHP. Mimo zbieżności nazewnictwa przyjętego w prawie międzynarodowym i polskim, określenie w prawie polskim odnosi się do przedmiotu uregulowań i dotyczy pracy czy też warunków pracy, natomiast w prawie międzynarodowym przepisy te dotyczą podmiotu pracy, jakim jest pracownik.

Pojęcie ochrona pracy nie zostało jednoznacznie zdefiniowane w polskim prawie pracy i w wielu przypadkach w literaturze używa się skrótu myślowego, w którym ochrona pracy dotyczy pracownika, a nie pracy, jaką on wykonuje. Podobnie jest z definicją bezpieczeństwa i higieny pracy.

Nazwa ta występuje w polskim kodeksie pracy, lecz nie jest zdefiniowana prawnie.
Pod koniec lat 80. ubiegłego wieku pojawił się w Polsce nurt związany z organizowaniem bezpiecznych warunków pracy. Działaniom tym nadano nazwę zarządzania bezpieczeństwem.

2. Metodyka

W ramach pracy badawczej przeprowadzono badania wtórne i pierwotne problematyki bezpieczeństwa pracy w zarządzaniu przedsięwzięciami budowlanym. Badania wtórne obejmowały przegląd literatury z zakresu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz organizacji i zarządzania w podstawowych kierunkach rozwoju tej dziedziny.
Pierwszym obszarem badań wtórnych bezpieczeństwa pracy w podstawowych kierunkach rozwoju nauk organizacji i zarządania był nurt techniczny zbieżny z kierunkiem techniczno-fizjologicznym. Można w nim było wyróżnić kierunek ogólny związany z wypadkowością i chorobami zawodowymi. W kierunku ogólnym stosowano tradycyjny sposób podejścia do problematyki bezpieczeństwa pracy, w którym raporty o zaistniałych wypadkach przy pracy i informacje uzyskane z ich analizy były wykorzystywane w działaniach prewencyjnych. Doświadczenia zdobyte w analizie indywidualnych przypadków były traktowane jako źródło wiedzy do wykorzystania w przyszłych działaniach zapobiegawczych.
Drugim obszarem badań nurtu technicznego był kierunek przedmiotowy związany z procesami budowlanymi oraz wydarzeniami, w wyniku których powstawały urazy.
Trzecim obszarem badań w nurcie technicznym był kierunek prawnonormatywny, w którym analizowano wybrane aspekty bezpieczeństwa technicznego, aby w dalszej kolejności ująć je w uregulowaniach prawnych lub regulaminach badanego przedsiębiorstwa.
W nurcie organizacyjnym zauważono trzy kierunki badawcze: administracyjny, systemowy i proceduralny. W kierunku administracyjnym analizowano organizację pracy w przedsiębiorstwie i organizację stanowisk pracy obejmującą zakres spraw o charakterze publicznym oraz uregulowania ogólne i normy prawne dotyczące pracy w branży budowlanej. Badacze koncentrowali się na działaniach służących zmniejszaniu wypadkowości poprzez wprowadzanie zmian w organizacji stanowisk pracy dotyczących bezpieczeństwa podmiotowego.
W systemowym kierunku nurtu organizacyjnego badacze traktowali obiekty związane z bezpieczeństwem pracy jako systemy otwarte (zbiory, układy) powiązane w całość, w której wyróżniali te mające duży wpływ na bezpieczeństwo pracy w danym otoczeniu. Badacze poszukując przyczyn wypadków budowali modele ukierunkowane na obszary, w których występowały czynniki oddziałujące na bezpieczeństwo człowieka w środowisku pracy.
W kierunku proceduralnym głównym celem badań była identyfikacja danych i analiza zadań i obowiązków uczestników procesu budowlanego w zapewnianiu bezpieczeństwa pracy w celu sformułowania nowych procedur postępowania mających wpływ na BHP.
W nurcie personalnym (ludzkim) badacze koncentrowali się na trzech głównych kierunkach badań BHP: ogólnym, podmiotowym i socjologicznym. Badacze kierunku ogólnego koncentrowali się na zagadnieniach związanych z ochroną pracy i identyfikacją źródeł i przyczyn wypadków ze strony wykonawcy pracy. Czynniki te były związane z zachowaniami w zakresie BHP i współpracy interpersonalnej.
Badania kierunku podmiotowego obejmowały głównie podmiot pracy. Badacze skupiali się nad identyfikacją czynników stanowiących zagrożenie dla człowieka w procesie pracy. Czynniki te podzielono na niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe.
Kierunek socjologiczny badań dotyczył reguł, procesów i struktur, które miały wpływ na zachowania ludzi i proces ich zmian. W kierunku tym w odniesieniu do bezpieczeństwa pracy można wyróżnić dwa sektory: kultury I bezpieczeństwa pracy. W 1986 odkryto, że duży wpływ na bezpieczeństwo i ochronę zdrowia w pracy ma tak zwana kultura bezpieczeństwa. Termin kultura bezpieczeństwa po raz pierwszy został użyty w raporcie o katastrofie w Czarnobylu. W literaturze tematyki bezpieczeństwa pracy zagadnienia kultury bezpieczeństwa były od początku traktowane jako składniki kultury organizacyjnej i społecznej.
W latach 1996–1997 w Wielkiej Brytanii przeprowadzono badania, które jednoznacznie wykazały związek kultury bezpieczeństwa pracy z wypadkowością i określiły wpływ czynnika ludzkiego na przyczyny wypadków.
Analiza zachowań i kształtowanie postaw pracowników stawały się z czasem kluczem do osiągnięcia wymaganej



Rys. 1. *Udział sektora budowlanego w wypadkach przy pracy w latach 2005–2015 (źródło: opracowanie własne)*

kultury bezpieczeństwa poprzez przestrzeganie ustalonych zasad, procedur wykonywania pracy, ciągłe poszukiwanie lepszych rozwiązań oraz dążenie do wykształcenia w pracownikach bezpiecznych zachowań. Coraz częściej zaczęto zauważać wpływ kultury bezpieczeństwa na wzorce zachowań wewnątrz organizacji i rolę komunikacji empetycznej oraz dostrzegać wpływ kultury na inicjatywy bezpieczeństwa behawioralnego.

Badacze zauważali związek pomiędzy kulturą a bezpieczeństwem pracy w swoich rozważaniach i poszukiwali sposobów pomiaru kultury BHP. Na podstawie wyników badań na przestrzeni kilkudziesięciu lat w różnych gałęziach przemysłu przyjęli, że widoczną częścią (obrazem) kultury bezpieczeństwa jest klimat bezpieczeństwa. Zdaniem badaczy amerykańskich klimat bezpieczeństwa wiązał się z subiektywnym postrzeganiem przez pracowników różnych aspektów bezpieczeństwa w zakładach pracy i był widzialną oznaką stosunku pracowników do zagadnień bezpieczeństwa pracy w danym okresie i tym samym stanowił wycinek kultury bezpieczeństwa traktowanej jako zbiór podstawowych przekonań i wartości pracowników w odniesieniu do bezpieczeństwa i ochrony pracy.

Współczesne badania kultury organizacyjnej obejmują postawy, wartości i normy zachowań wspólne dla wszystkich pracowników. Socjologowie badają społeczne reguły i procesy, które łączą i dzielą ludzi, tworzą lub są przejawem więzi między ludźmi, a także wpływają na proces ich zmian. Powstają w ten sposób nowe obszary badawcze kultury związane z klimatem bezpieczeństwa.

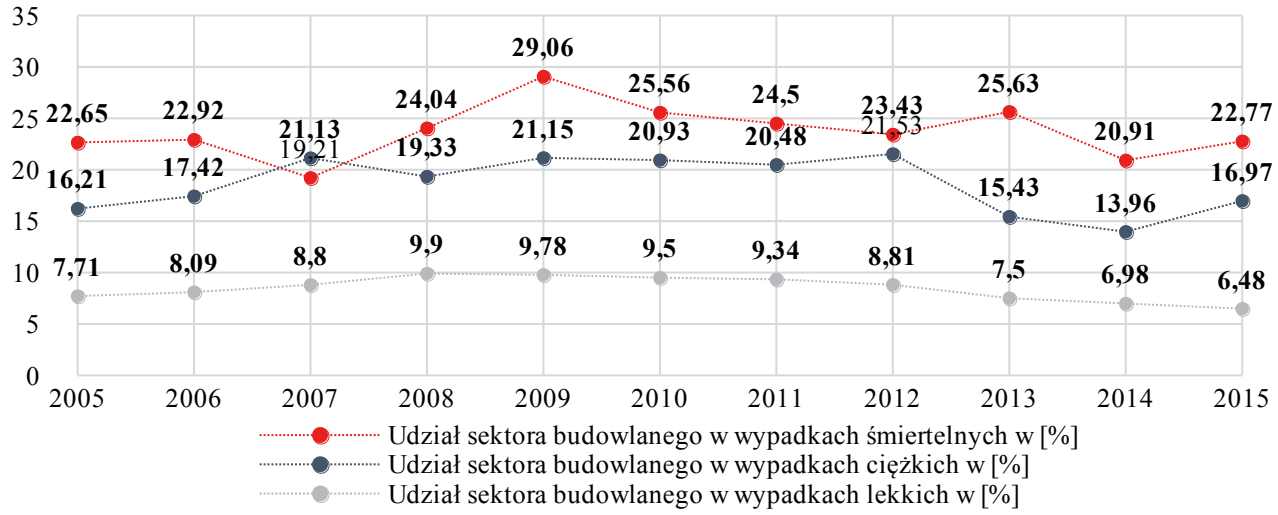
Jako pierwszy termin klimat bezpieczeństwa opisał Zohar w 1980 roku. Od tego czasu badania klimatu bezpieczeństwa pomagały w poprawie poziomu bezpieczeństwa pracy w organizacji i dały podstawy do identyfikacji obszarów kultury bezpieczeństwa pracy i tworzenia modeli doskonałości. Pojawiły się stwierdzenia, że doskonalenie bezpieczeństwa powinno obejmować wszystkich uczestników przedsięwzięcia budowlanego.

Do najczęściej stosowanych elementów (zagadnień) w ocenie kultury bezpieczeństwa organizacji należały: zaangażowanie kierownictwa, szkolenia z zakresu BHP, motywacja, zasady bezpieczeństwa, zapisy wypadków, skuteczność systemu kontroli i komunikacji, wyposażenie techniczne. Zagadnienia te uszeregowano w trzech grupach obejmujących: bezpieczeństwo na poziomie strategicznym, taktycznym i operacyjnym, w których uwzględniano indywidualne potrzeby pracowników.

We współczesnej literaturze coraz częściej zauważa się kompleksowe podejście do bezpieczeństwa pracy i łączenie treści kierunków badań nurtów: technicznego, organizacyjnego i ludzkiego, w których zagadnienia bezpieczeństwa i ochrony zdrowia są ujmowane wraz z wykorzystywaniem osiągnięć nauk organizacji i zarządzania.

Kompleksowe podejście wynika głównie z faktu, że nie ma określonych jednoznacznie przepisów ani wytycznych, które regulowałyby przeprowadzenie pomiaru bezpieczeństwa pracy w organizacji. Nie ma żadnych norm, czy ilościowych punktów odniesienia w tym zakresie, które organizacja powinna spełniać. Nie istnieją też określone uregulowania prawne akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa pracy. Posiadanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa jest informacją o tym, że organizacja przykłada dużą wagę do zagadnień związanych z życiem i zdrowiem pracowników, a pracownicy wykorzystują dostępną wiedzę z obszaru zarządzania i tworzą bezpieczne warunki dla wykonawców i społeczności lokalnych, ujmując je w uregulowaniach wewnętrznych w postaci zasad, certyfikatów, opracowań konferencyjnych, standardów, porozumień krajowych, które mają zasadniczy wpływ na zachowania bezpieczeństwa podczas pracy.

Podjęta tematyka pracy wymagała wiarygodnych informacji na temat czynników, które generowały zagrożenia, miały bowiem bezpośredni wpływ na BIOZ podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych. Przeprowadzono je na podstawie sprawozdań Głównego Urzędu Statystycznego i sprawozdań głównego inspektora pracy w Polsce. Wyniki badań



Rys. 2. *Udział sektora budowlanego w wypadkach śmiertelnych, ciężkich i lekkich przy pracy w Polsce w latach 2005–2015 (źródło: opracowanie własne)*

wtórnych tematyki bezpieczeństwa pracy zwróciły uwagę na wysoki poziom wypadkowości w sektorze budowlanym (rys. 1, 2) oraz na nieprawidłowe zachowania pracowników. Analiza przyczyn wypadków według klasyfikacji TOL z okresu 10 lat pozwoliła zidentyfikować główne przyczyny nieprawidłowego zachowania się pracowników, w których dochodziło do wypadków. Są to najczęściej:

- przyczyny ludzkie (48%), w tym:

– nieprawidłowe zachowanie się pracownika (60,8%), w tym: zaskoczenie niespodziewanym zdarzeniem (33,6%),

– nieprawidłowe samodzielne zachowanie się pracownika (22,6%), w tym: przechodzenie lub przejeżdżanie w miejscach niedozwolonych (31,3%),

– nieużywanie sprzętu ochronnego (9,4%), w tym: nieużywanie przez pracownika środków ochrony indywidualnej (60,3%),

- przyczyny organizacyjne (40,0%), w tym:

– niewłaściwa ogólna organizacja pracy (84,2%), w tym brak nadzoru (24,5%), tolerowanie przez osoby sprawujące nadzór odchyleń (24,4%),

– niewłaściwa organizacja stanowiska pracy 15,8%), w tym: brak środków ochrony indywidualnej (37,5%), niewłaściwy dobór środków ochrony indywidualnej (35,6%),

- przyczyny techniczne (12%), w tym:

– wady konstrukcyjne czynnika materialnego będące źródłem zagrożenia (90,0%), w tym brak lub niewłaściwe urządzenia zabezpieczające (57,2%).

Badania wtórne i przyporządkowanie problematyki bezpieczeństwa i ochrony zdrowia do podstawowych kierunków rozwoju organizacji i zarządzania potwierdziły współzależność problematyki bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy z problematyką organizacji i zarządzania nakreśliły nowe kompleksowe podejście do bezpieczeństwa pracy, w którym należy uwzględniać zachowania pracowników. Badania wtórne dostarczyły informacji o konieczności prowadzenia badań pierwotnych czynników generujących zagrożenia, które mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo i ochronę zdrowia podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych. Badania pierwotne przeprowadzono podczas realizacji dwóch przedsięwzięć: projektu Baltic Sea Trade Union Network (2004–2006 r.) oraz Grantu Ministerstwa Nauki N N 11534703 (2010–2013 r.).

Projekt Unii Europejskiej Baltic Sea Trade Union Network on Health and Safety był realizowany w latach 2004–2006 i dostarczył informacji dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników sektorów budownictwa, leśnictwa i przemysłu drzewnego na poziomach narodowych Polski, Litwy, Łotwy i Estonii. Badania realizowały europejskie organizacje związkowe: Północna Federacja Budownictwa i Pracowników Przemysłu Drzewnego (NFBWW), Duński Związek Zawodowy (SID), Estoński Związek Pracowników Przemysłu Drzewnego (EMT), Łotewski Związek Zawodowy Budowlanych (LCA), Związek Zawodowy Branży Leśnej na Litwie (LMNA), Federacja Pracowników Przemysłu Drzewnego na Litwie (TARYBA), Litewski Związek Pracowników Budownictwa (LSPS), NSZZ Solidarność Budownictwa i Przemysłu Drzewnego (NSZZ Solidarność), Związek Leśników Polskich w Rzeczpospolitej (ZPL w RP) oraz Związek Zawodowy Budowlani (ZZ Budowlani).

Na poziomach narodowych przedstawiciele związków zawodowych gromadzili informacje regionalne dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, które były prezentowane na 28 seminariach i konferencjach krajowych i międzynarodowych realizowanych w poszczególnych krajach.

Na terenie Polski badania problematyki bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia przeprowadzono wśród 330 respondentów, przy użyciu kwestionariusza ankietowego.

W ramach projektu N N115 34703 nt. „Identyfikacja stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w polskich przedsiębiorstwach budowlanych po wejściu do UE i zaprojektowanie modelu zarządzania BIOZ spełniającego europejskie kryteria jakościowe, ochrony środowiska, ergonomii i ochrony pracy" (2010–2013) kontynuowano problematykę badań podmiotowości bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia w budownictwie na poziomie krajowym. W pierwszej kolejności przeprowadzono badania wtórne, na podstawie których usystematyzowano wiedzę z zakresu uwarunkowań prawnych, normatywnych, społecznych, etycznych i ekonomicznych niezbędną do zbudowania narzędzia badawczego do badań pierwotnych. Aktualizacja stanu wiedzy i uregulowań prawnych oraz konsultacje z przedstawicielami wybranych przedsiębiorstw budowlanych pozwoliły na opracowanie właściwego narzędzia badawczego i przeprowadzenie badań zasadniczych obszaru podmiotowości BIOZ. Otrzymany w ten sposób rzeczywisty „obraz" stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia posłużył do zbudowania modelu BIOZ spełniającego kryteria jakościowe, ochrony środowiska, ergonomii i ochrony pracy.

3. Wyniki i dyskusje

Analiza wyników badań wymagała zdefiniowania modelu przedsięwzięcia budowlanego. Zaproponowany model procesu składał się z czterech etapów i dziewięciu faz i obejmował poniższe obszary.

- Obszar A – budowlany proces inwestycyjny (wirtualny):

– etap I – Przygotowanie przedsięwzięcia budowlanego do wykonania, który zawierał 3 fazy: przedprojektową, projektową, przygotowawczą;

– etap II – Realizacja przedsięwzięcia budowlanego, który obejmował 1 fazę przygotowanie budowy i prowadzenie robót budowlanych.

- Obszar B – eksploatacyjny proces inwestycyjny (realny):

– etap III – Użytkowanie (eksploatacja) obiektu budowlanego, który obejmował 2 fazy: przygotowanie do użytkowania i użytkowanie obiektu budowlanego;

– etap IV – Likwidacja obiektu budowlanego, który obejmował 3 fazy: diagnostykę obiektu, rozbiórkę lub modernizację oraz zakończenie inwestycji (przedsięwzięcia).

Do rozpoznania czynników mających wpływ na bezpieczne zachowania pracowników w trakcie przebiegu procesu budowlanego zaproponowano narzędzie badawcze RADAR. Narzędzie to składało się z dwóch części: platformy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (platformy BIOZ), która stanowi punkt wyjściowy do kolejnego etapu postępowania oraz kultury bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (kultury BIOZ). Pierwsza część RADAR-u jest częścią widoczną, w której platforma BIOZ została potraktowana jako poziom referencyjny dla analizowanego stanu procesu obiektu budowlanego. Badanie platformy BIOZ ma na celu identyfikację przepisów, zasad i założeń BHP wynikających z określonego prawa i zasad dotyczących danego etapu procesu. Drugą częścią RADAR-u jest część niewidoczna, w której są ukryte zachowania (przejawy, percepcja) zwane kulturą BIOZ, jakie należy zbadać. Celem drugiej części jest uzyskanie informacji na temat zachowań i postępowania pracowników dotyczących motywowania do bezpiecznych zachowań współpracy między pracownikami, komunikacji, partycypacji, edukacji z zakresu BHP, czy analizy wypadków.
Zestawienie wyników badań przeprowadzonych za pomocą narzędzia RADAR ma charakter indywidualny dla każdego przedsięwzięcia budowlanego.

4. Wnioski

Analiza wyników badań wtórnych umożliwiła sporządzenie charakterystyki podmiotowej bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia przedsięwzięć budowlanych.
Nieprawidłowe zachowania pracowników były główną przyczyną wypadków w budownictwie. Pracownicy, którzy ulegali wypadkom, uczestniczyli w zdarzeniach będących odchyleniem od stanu normalnego na skutek poślizgnięcia, potknięcia lub upadku pod wpływem uderzenia w nieruchomy obiekt lub obiekt w ruchu podczas poruszania się lub operowania przedmiotem pacy, narzędziami ręcznymi i w trakcie transportu ręcznego. Urazem doznawanym przez poszkodowanego pracownika najczęściej były rany powierzchniowe, urazy, złamania, przemieszczenia i zwichnięcia kończyn górnych i dolnych oraz głowy.
Precyzyjne określenie przyczyn wypadków dało bazę wyjściową (repozytorium) do ustalenia czynników mających wpływ na bezpieczeństwo pracy w wybranym etapie procesu inwestycyjnego. Analiza przyczyn wypadków według klasyfikacji TOL w okresie 10-letnim wykazała, że główne przyczyny powodujące wypadki przy pracy to przyczyny ludzkie i organizacyjne.
Analiza wyników badań pierwotnych w ramach międzynarodowego projektu Baltic Sea Trade Union Network on Health and Safety (2004–2006) wykazała duże zróżnicowanie wiedzy dotyczącej zachowań pracowników w obszarze BIOZ w budownictwie w kontekście ekonomicznym, kulturowym i organizacyjnym. We wszystkich krajach biorących udział w projekcie (Litwa, Łotwa, Estonia i Polska) zwracało się uwagę na aspekt podmiotowy BIOZ i na szczególne znaczenie dialogu społecznego w obszarze bezpieczeństwa pracy.
Analiza wyników badań projektu N N115 34703 nt. „Identyfikacja stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w polskich przedsiębiorstwach budowlanych po wejściu do UE i zaprojektowanie modelu zarządzania BIOZ spełniającego europejskie kryteria jakościowe, ochrony środowiska, ergonomii i ochrony pracy" (2010–2013) potwierdziła znaczenie podmiotowości BIOZ w przedsięwzięciach budowlanych oraz wpływ zachowań pracowników na bezpieczeństwo pracy w etapie procesu budowlanego. Percepcja BIOZ wszystkich uczestników procesu i zachowania pracowników są uwarunkowane znajomością aktualnych przepisów i zasad dotyczących bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia w budownictwie.

5. Podsumowanie

- W Polsce formuje się nowa dyscyplina nauki o bezpieczeństwie, która wymaga uporządkowania i zlokalizowania miejsca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy.
- Dotychczasowa metodyka badań BIOZ w budownictwie jest stosowana przede wszystkim do etapu realizacji robót budowlanych na podstawie statystyki wypadków; wskazana jest głębsza analiza tego zagadnienia w obszarze całego cyklu realizacji przedsięwzięcia budowlanego.
- Brakuje kompleksowego podejścia do projektowania i utrzymania/podnoszenia poziomu BIOZ w trakcie procesu realizacji przedsięwzięcia budowlanego.

BIBLIOGRAFIA

[1] Baryłka A., The impact of fire on changing the strngth of the underground shelter structure, Rynek Energii 1(146)2020, str. 71–75
[2] Baryłka A., Obiekty budowlane jako przedmioty procesu budowlanego (inwestycyjnego i eksploatacyjnego), Inżynieria Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych 1–2/2019
[3] Baryłka A., Poradnik rzeczoznawcy budowlanego. Część I. Problemy techniczno-prawne diagnostyki obiektów budowlanych, Centrum Rzeczoznawstwa Budowlanego, Warszawa, 2018
[4] Baryłka A., Poradnik rzeczoznawcy budowlanego. Część II. Problemy techniczno-prawne diagnostyki posadowienia obiektów budowlanych, Centrum Rzeczoznawstwa Budowlanego, Warszawa, 2019
[5] Chmielewski R., Baryłka A., Obolewicz J., Analysis of design solutions for strengthening the load-bearing structure of a building for further safe use. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 1(104)2021, str. 5–10), doi10.5604/01.3001.0014.8481
[6] Chmielewski R., Baryłka A., Obolewicz J., The impact of design and executive errors affecting the damage to the floor of the concert hall. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 2(104)2021, str. 49–56), doi 10.5604/01.3001.0014.8488
[7] Owczarek M., Owczarek S., Baryłka A., Grzebielec A., Measurement method of thermal diffusivity of the building wall for summer and winter seasons in Poland, Energie 14(13)2021, str. 38–36, https://doi.org/10.3390/en14133836
[8] Owczarek M., Baryłka A., Estimation of thermal diffusivity of building elements based on temperature measurement for periodically changing boundary conditions, Rynek Energii 5(144)2019, str. 55–59
[9] Owczarek M., Baryłka A., Determining the thermal diffusivity of the material based on the measurement of the temperature profile in the wall, Rynek Energii 4(143)2019, str. 76–79

Wybrane aspekty mentoringu odwróconego w budownictwie. Część II

Dr inż. Mariola Książek-Nowak, dr inż. Paweł Nowak, mgr inż. Mateusz Frydrych,
Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska

1. Wprowadzenie

„To wiedza czyni człowieka mentorem, a nie wiek czy stanowisko. Mentorem może więc być każda osoba, która jest ekspertem w określonej dziedzinie, także młodsza i zajmująca niższe stanowisko" [8]. Obecnie – w branży budowlanej również – wiele organizacji, zwłaszcza tych o zasięgu globalnym, zaczęło dostrzegać potrzebę tworzenia określonych systemów, w których młodszy wiekiem i stażem pracownik staje się partnerem i wsparciem dla bardziej zaawansowanych wiekiem pracowników o wyższej pozycji w hierarchii przedsiębiorstwa. Relacja mistrz – uczeń jest niezwykle istotna w budownictwie, w którym nieustające zmiany zachodzące w obszarze szeroko rozumianych rozwiązań technologicznych i informatycznych – wymuszają konieczność odwrócenia tej zależności. To właśnie pracownik doświadczony, z pewnymi brakami i „ograniczeniami" w branży cyfrowej na nowo staje się „uczniem".

2. Mentor i mentee

Pojęcie mistrz pochodzi od łacińskich słów: „magistrare" – rządzić, uczyć oraz „magistralis" – pański, władczy. Natomiast w języku włoskim słowo „maestro" wydaje się jeszcze dobitniej podkreślać przypisaną mistrzowi „wirtuozerię" działań. Według definicji zawartej w słowniku języka polskiego [4] słowo mistrz oznacza „człowieka zdecydowanie lepszego od innych w jakiejś dziedzinie, osobę godną naśladowania, uznaną przez innych za wzór". Istotną wartością w relacji mistrz – uczeń jest jej mocno zindywidualizowana forma, co powoduje, że proces zarządzania wiedzą staje się bardziej świadomy i przynosi to często szybkie efekty. Określenie „mentor" ma wiele określeń bliskoznacznych, do których m.in. należą następujące wyrażenia: pedagog, nauczyciel, dydaktyk, edukator, autorytet, mistrz, opiekun, protektor, wychowawca, ekspert, mecenas, przewodnik, instruktor, augur, moralista, opiniodawca, doradca, promotor, trener, powiernik. Wszystkie te zwroty nawiązują do trzech najważniejszych zadań mentora, czyli uczenia, przewodzenia i inspirowania osoby mentorowanej. Każdy mentor, aby mógł dobrze wypełniać swoją funkcję, powinien być postrzegany przez mentee, jako autorytet, czyli osoba bardzo kompetentna w danej dziedzinie. Oczywiście samo doświadczenie „budowlane" nie stanowi wystarczającego atutu takiego nauczyciela, ponieważ profesjonalny mentor po prostu musi potrafić uczyć innych. Z reguły tego typu „nauczanie" odbywa się w szczególnych okolicznościach i jest złożonym procesem zarządzania edukacją od teorii do praktyki, od podstawowych umiejętności do ich mistrzowskiego wytrenowania. Partnerstwo pomiędzy mentorem i jego uczniem ukierunkowuje cały proces mentoringowy, opierający się na świadomości wzajemnego oddziaływania na siebie, realizowania wspólnego celu, dobrowolności, równości, pomocy i odpowiedzialności. Partnerstwo wymaga też określenia obowiązków, obszarów i ram podejmowanej współpracy [1].

Najważniejsza rola w mentoringu przypada mentorowi, jednakże mentoring nie istniałby bez mentee, czyli ucznia, który powinien zostać przeszkolony w danej dziedzinie i wdrożony do realizacji określonych działań. Zarządzanie wiedzą w relacji mistrz – uczeń oznacza konieczność zdefiniowania, co podopieczny umie i czego chce się nauczyć, zidentyfikowania jego słabych i mocnych stron, ciągłego kontrolowania jego postępów, motywowania oraz konstruktywnego wspierania przez mistrza, m.in. poprzez systematyczne rozmowy ściśle związane z wymianą wiedzy, jej rozwijaniem i kreowaniem nowej. Jeżeli w relacji mistrz – uczeń nie zostanie wytworzona odpowiednio bliska więź, to proces mentoringowy stanie się trudny, a nauka niekiedy wręcz niemożliwa. Więź sprzyja bowiem lepszej identyfikacji potrzeb oraz lepszej kontroli nad postępami podopiecznego, a ponadto potęguje jego zaangażowanie i motywację. Zarządzanie wiedzą w relacji mistrz – uczeń oznacza konieczność zdefiniowania, co podopieczny umie i czego chce się nauczyć, zidentyfikowania jego słabych i mocnych stron, ciągłego kontrolowania jego postępów, motywowania oraz konstruktywnego wspierania przez mistrza m.in. poprzez systematyczne rozmowy ściśle związane z wymianą wiedzy, jej rozwijaniem i kreowaniem nowej [1].

Należy pamiętać, iż o tym, czy ktoś zostanie mentorem, nie decydują obiektywne, lecz subiektywne kryteria. Jeżeli podopieczny jest dla mentora tym, kto doświadcza od niego wsparcia we własnym rozwoju osobistym i zawodowym, to oznacza, że dobrowolnie uznał on mentora za autorytet, inspiruje się mistrzem, wysłuchuje go i identyfikuje się z nim. Oczywiście mentee ma prawo samodzielnie sprecyzować oczekiwane przez siebie kompetencje mentora, aby ten lepiej mógł go

edukować i wspomagać w dążeniu do osiągnięcia planowanych rezultatów. Przyjmuje się więc, iż najodpowiedniejszy mentor w branży budowlanej to osoba, która [12]:

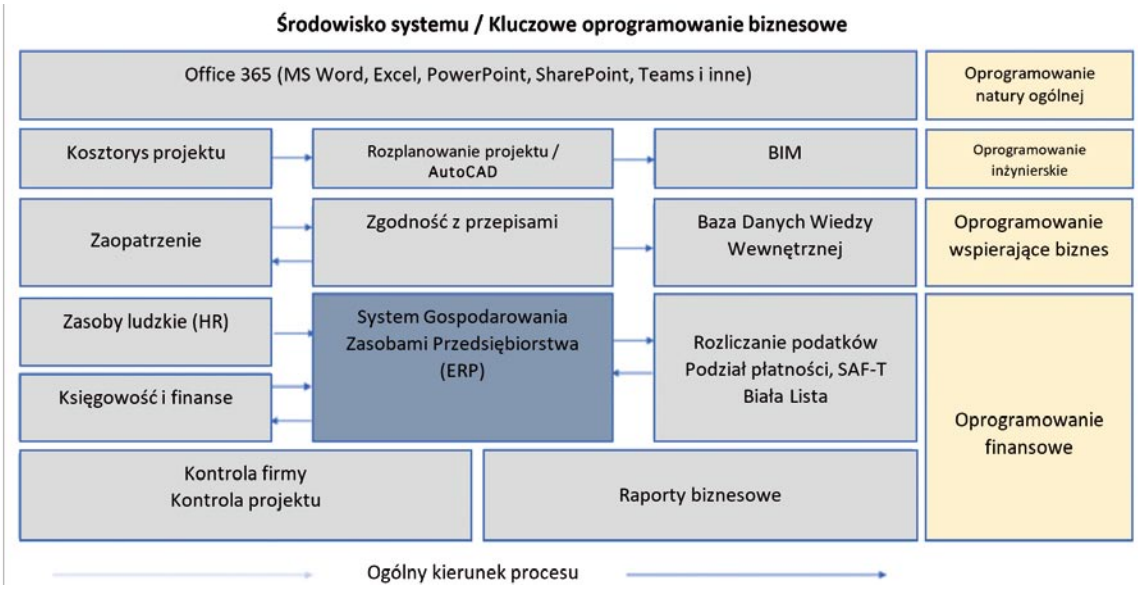
- identyfikuje się z rolą mentora, czerpiąc radość i satysfakcję z pracy z mentee [5],
- potrafi dobrze motywować podopiecznych do nieustannego poszerzania wiedzy i zwiększania umiejętności w zawodzie inżyniera budowlanego [6],
- jest dobrym organizatorem i potrafi dobrze zaplanować proces mentoringowy,
- jest specjalistą i profesjonalistą w swoim zawodzie, posiada wieloletnie doświadczenie w pracy na budowie i / lub w biurze projektowym, nieustannie doskonali swoje kompetencje [10],
- jest znakomitym nauczycielem, jest cierpliwy, potrafi przekazać wiedzę i umiejętności [11],
- jest komunikatywny, umiejący słuchać, wzbudza zaufanie i potrafi zachować poufność.

Obecnie pracownikom branży budowlanej [15] trudno jest funkcjonować w zawodzie bez ciągłego poszerzenia posiadanej wiedzy, nabywania nowych umiejętności i zwiększenia tym samym swoich kompetencji. Sprostanie temu warunkowi wymusza przyjęcie postawy otwartości na zmianę oraz chęci rozwoju osobistego i zawodowego.

W Polsce zwyczajowo przyjęło się stwierdzenie, że „trening czyni mistrza". Odnosi się ono m.in. do relacji na poziomie mentor – mentee, pokazuje, na czym polega istotna rola więzi pomiędzy dwoma (nierównymi) osobami, które dążą jednocześnie do wspólnego celu – wypracowania w podopiecznym cech przyszłego mentora. W polskiej tradycji, również w branży budowlanej, przyjęło się, że mentoring jest oparty na osobistej praktyce mentora, który za pomocą określonych i sprecyzowanych metod przekazuje swoje doświadczenia uczniowi. Zadaniem mentora jest wybór i dostosowanie takiej ścieżki rozwoju zawodowego, która najefektywniej będzie dopasowana, zarówno do stylu pracy i początkowych kompetencji i umiejętności podopiecznego. Szczególne znaczenie ma to w budownictwie, gdzie rozpoczynający swoją pracę na budowie młody inżynier, „na starcie" dysponuje jedynie wiedzą teoretyczną. W takim przypadku pozyskanie kompetencji praktycznych, związanych z nadzorowaniem kontrolą jakości wykonywania, różnego typu prac budowlanych i elementów konstrukcji obiektu budowlanego, będzie wymagało od młodego podopiecznego kilkuletniej pracy pod czujną „opieką" starszego kolegi – mentora. Dzięki pracy z mentorem, który nieustannie kontroluje i koryguje proces rozwoju zawodowego swojego podopiecznego, taki mentee będzie mógł wykazać się nabytą ponadprzeciętną wiedzą i umiejętnościami z zakresu realizacji budowy.

3. Mentoring odwrócony w firmie budowlanej

Mentoring odwrócony, na zasadach którego młodzi specjaliści przekazują swoją wiedzę informatyczną doświadczonym ekspertom w dziedzinach projektowania i wykonawstwa, to istotne narzędzie w dzisiejszym budownictwie, szczególnie w obliczu coraz bardziej dostępnego i coraz częściej stosowanego oprogramowania. Oprogramowanie to dotyka wszystkich obszarów działalności nowoczesnej firmy budowlanej (rys. 1). W Polsce pakiety oprogramowania kosztorysowego np. Norma Plus są szeroko wykorzystywane w polskich przetargach, głównie dla klientów publicznych, którzy wymagają określonej polskiej struktury danych kosztowych (KNR – system specyfikacji pokazujący zużycie robocizny, sprzętu i materiałów dla poszczególnych robót budowlanych [2]). Planowanie projektów budowlanych jest obsługiwane przez Microsoft Project i Primavera. Oprogramowanie do projektowania wspomaganego komputerowo (AutoCAD) i do rysowania jest szeroko stosowane w działach wyceny i na placach budowy. Wdrożenie BIM (REVIT



Rys. 1. *Oprogramowanie komputerowe w działach przedsiębiorstwa budowlanego [2]*

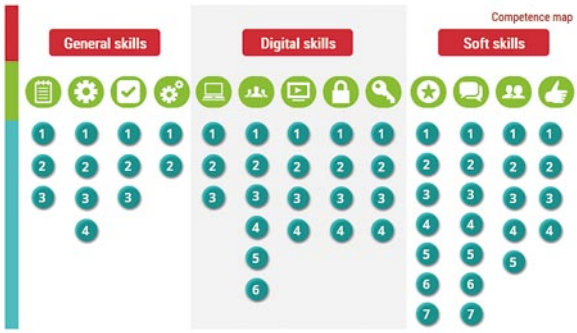
i ArchiCAD) będzie niebawem zintensyfikowane. W przetargach BIM może być używany do kwantyfikacji, wykrywania i wizualizacji kolizji, a na placach budowy oprogramowanie BIM może być wykorzystywane do wykrywania kolizji, wizualizacji harmonogramów budowy [14] i ilościowego określania wolumenu trwających prac. Przykłady wykorzystania dodatkowego wsparcia BIM to TEKLA BIMsite, Solibri Office, BIM Collab, Navisworks, Asta Power Project, Autodesk Workflows Package, BCF Manager, BIM 360+ itp. [7].

Poza typowo inżynierskim ważne jest też ogólne oprogramowanie biznesowe, służące do optymalnego podejmowania decyzji [17]. Aplikacje ERP, takie jak SAP R/3, Navision, SAGE i inne – są światowymi standardami. Te pakiety oprogramowania są zwykle oparte na modułach z księgowania głównego, kontrolingu, zaopatrzenia, księgowania środków trwałych itp. Nowoczesne pakiety są wysoce zintegrowane i połączone z różnymi innymi aplikacjami biznesowymi. W większych firmach stosowana jest e-księgowość, czyli elektroniczny system przetwarzania dokumentów księgowych od momentu otrzymania faktury do momentu jej zapłaty. Zapewnia uniknięcie długiego czasu obsługi papieru i tras transportu, zapewniając dostęp do aktualnych informacji o statusie otrzymanej faktury, w tym kontrolę wartości zamówienia. Dział zaopatrzenia korzysta z zewnętrznych i wewnętrznych baz danych do składania i oceny ofert podwykonawców oraz elektronicznych platform zakupowych, aplikacji katalogowych, a czasami także aukcji elektronicznych. Systemy wspomagające finanse i rachunkowość [13] są wykorzystywane w rachunkowości podatkowej, niekiedy z dodatkami do nowo wprowadzonych w Polsce płatności podzielonych (podlegających ustawie o VAT), JPK (mających na celu miesięczne raportowanie danych bilansowych o znaczeniu podatkowym – opłacone rachunki, środki trwałe, zapasy zgodnie ze standardem JPK), Biała Lista (Biała Lista – rozwiązanie informatyczne wspomagające kontrolę kontrahentów wymagane przez polskie prawo). Miesięczne raportowanie biznesowe wykorzystuje raporty zawierające informacje o kosztach oddziałów, istniejących projektach i projektach docelowych z aktualnymi danymi miesięcznymi, prognozami, danymi planistycznymi, szansami i ryzykiem oraz raporty, które uzupełniają kluczowe dane, wolumeny gwarancji i agregacje bilansów oddziałów. Kwestie prawne i korporacyjne mogą być wspierane przez prawne systemy informacyjne dostępne na rynkach. W wielu przypadkach firmy stosują rozwiązania intranetowe, zawierające m.in. wytyczne firmowe, komunikaty prasowe, pismo wewnętrzne, szkolenia, dostęp do portali itp. Windows Office 365 to główne oprogramowanie biurowo-biznesowe dla firm oferowane przez Microsoft zazwyczaj jako usługa subskrypcyjna w chmurze (model licencjonowania w chmurze). Może obejmować serwer Exchange (e-mail), oprogramowanie głównego biura (MS Word, MS PowerPoint, MS EXCEL itp.) oraz narzędzia do współpracy (MS TEAMS, MS Project Online, OneDrive, MS SharePoint itp.). Microsoft SharePoint (w wersji online i serwerowej) może obsługiwać „tworzenie" witryn zespołu projektowego do przechowywania danych i pomaga we współpracy z innymi osobami przy wyszukiwaniu informacji i plików, umożliwiając konfigurację i automatyzację wielu procesów. Istotne są także systemy bezpieczeństwa i oprogramowanie do tworzenia kopii zapasowych. Na rynku jest dostępnych wiele systemów bezpieczeństwa danych (np. Norton czy F-Secure), które są stale aktualizowane, aby zapewnić stałą ochronę przed zagrożeniami. Ponadto można zainstalować specjalne oprogramowanie w celu ochrony sieci za pomocą zapory i zapewnienia bezpiecznych połączeń VPN. Ogólnie rzecz biorąc, obecnie architektury hybrydowe są używane z serwerami lokalnymi i aplikacjami w chmurze, takimi jak MS O365 za pośrednictwem MS Cloud. Lokalne serwery w chmurze i użytkownicy końcowi są połączeni łączami kablowymi o wystarczającej przepustowości, a w niektórych przypadkach także liniami radiowymi do odległych lokalizacji. Jak łatwo podsumować, sprawne poruszanie się po informatycznych systemach w firmie budowlanej wymaga dużej wiedzy, i ciągłego dokształcania.

4. Projekt ERASMUS+ HeMan

4.1. Wprowadzenie

Przemysł budowlany rozwija się w ostatnich latach wyjątkowo intensywnie. Zmiany te obserwuje się w różnych dziedzinach, takich jak na przykład: ochrona środowiska, podnoszenie świadomości na temat zagadnień BHP na budowach, ochrona danych, zarządzanie zasobami ludzkimi, gospodarka odpadami, górnictwo miejskie, zarządzanie utrzymaniem infrastruktury, czy wykorzystanie nowoczesnych technologii informatycznych. Aby odpowiednio przygotować w tych dziedzinach kadrę budowlaną, należy wdrożyć odpowiednie podejście w zakresie metod edukacji i nauczania. Ponadto należy zwrócić uwagę na oczekiwania osób uczestniczących w szkoleniach dotyczących tych obszarów. Obserwowane w ostatnich latach tendencje w zakresie uczenia się przez całe życie i ciągłego podnoszenia kwalifikacji osób pracujących zawodowo powodują konieczność przygotowania odpowiedniego sposobu szkolenia. Ograniczenia czasowe osób pracujących w pełnym wymiarze czasu pracy w połączeniu z szerokim dostępem do internetu zwiększają zainteresowanie kursami dostępnymi on-line. W dalszej części przedstawiono nowoczesne programy edukacyjne opracowywane w ramach projektów edukacyjnych ERASMUS+ finansowanych przez UE. Materiały i szkolenia opracowane w tych projektach są dostępne bezpłatnie dla wszystkich zainteresowanych i odnoszą się do nowych trendów w branży budowlanej. Mapa kompetencji (szczegółowo przedstawiona na stronie internetowej projektu – https://he-men.moodle.ro/site/) zawiera kompetencje główne, cyfrowe oraz miękkie (rys. 2).



Rys. 2. *Mapa kompetencji mentoringu odwróconego HeMan*

Projekt HeMen – „HEROES OF SMES: DEVELOPING UNIQUE MENTORING SKILLS AND TECHNIQUES" o numerze 2019-1-LV01-KA202-060420, jest realizowany w terminie 01.11.2019 – 31.10.2021. (rys. 3) Promotorem projektu jest Baltijas Datoru Akademija, Łotwa (www.bda.lv). partnerami są: Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, Polska (www.il.pw.edu.pl), Mugla Sıtkı Kocman University MSKU, Turcja (www.mu.edu.tr), eLearning Software, Rumunia (www.elearningsoftware.ro) oraz Adinvest Europe aisbl, Francja (www.adinvest-europe.eu) [3].

Zarówno badania Komisji Europejskiej dotyczące SMEs, jak i literatura biznesowa wskazują, że znane i powszechne doświadczenie SMEs nie jest już dziś wystarczające, aby wejść na nowy poziom prowadzenia przedsiębiorstwa. Głównym tego powodem jest trudność z wdrożeniem technik cyfrowych i nowych, bardziej efektywnych metod zarządzania.

Poprzednie projekty UE prowadzone przez MSKU wykazały, że małe i średnie przedsiębiorstwa nie są w stanie poradzić sobie z wprowadzeniem nowych narzędzi zarządzania. Tym samym nie są świadome swojego potencjału i możliwości wprowadzenia zmian, które otworzyłyby przedsiębiorstwa na konkurencyjność rynkową.

Daje to perspektywę na samodzielność na rynkach lokalnych, krajowych, a później globalnych. Mówiąc inaczej, aby ulepszyć umiejętności małych i średnich przedsiębiorstw w erze cyfrowej, należy zmienić perspektywę i spojrzenie, które ujawnia ich własne możliwości.

4.2. Kwestionariusz

Podsumowanie przeprowadzonej ankietyzacji podzielono na dwie zasadnicze części: pytania zamknięte i pytania otwarte. Pierwsza część ankiety dotyczyła scharakteryzowania respondentów, a druga odnosiła się do przedsiębiorstw i organizacji, w których respondenci pracują.

W przeprowadzonej ankiecie wzięli udział respondenci zaproszeni przez ankieterów z trzech organizacji: ADINVEST, MSKU i WUT. Wszyscy ankietyzowani reprezentowali małe lub średnie przedsiębiorstwa (SME) w zakresie transportu, księgowości, medycyny, budownictwa i IT. Najliczniejszą grupą byli pracownicy z doświadczeniem 11–20 lat, stanowiący 39%. Najmniejszą grupą byli przedstawiciele z doświadczeniem zawodowym w przedziale 6–10 lat, którzy stanowili 15% ankietyzowanych. W ankiecie wzięły udział również osoby zatrudnione 21–30 lat (31%) oraz 41+ (15%). Wyniki ankiety pokazują, że zdecydowana większość ankietyzowanych (46%) pracuje w organizacjach zatrudniających 41–50 pracowników. Tylko 8% ankietyzowanych pracuje w przedsiębiorstwach zatrudniających 6–10 osób. Ankietyzowani zaliczali się również do grupy małych (1–5 osób w firmie – 15% ankietowanych) oraz grupy średnich przedsiębiorstw (11–20 zatrudnionych osób – 23% ankietyzowanych).

Ankieta pokazuje, że ponad połowa respondentów nie pracuje w rodzinnej firmie (54%), aż 46% ankietyzowanych jest związana ze swoją pracą rodzinnie. W ankiecie największą grupą wiekową jest grupa 51–60 stanowiąca 46% ankietyzowanych. Kolejną znaczącą grupą jest przedział 41–50, która stanowi 39% ankietowanych. Najmniej liczną grupą wiekową stanowią osoby w wieku 31-40 lat (15%). Respondenci to w większości mężczyźni (69%). Doświadczenie zawodowe ankietyzowanych jest dość zróżnicowane i kształtuje się następująco: 1–5 lat – 23%, 6–10 – 15%, 11–20 – 39%, 21–40 – 23%.

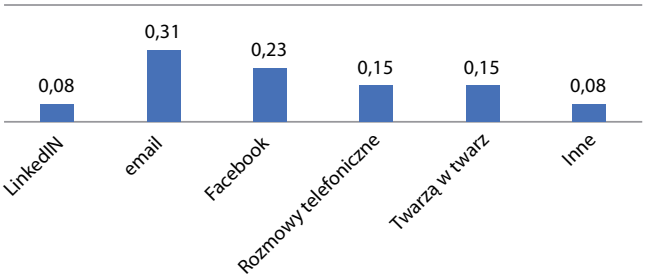
Pytania (*zaznaczone italiką*) lub podkreśleniem oraz udzielone odpowiedzi przedstawiono poniżej.

A. Z jakich narzędzi cyfrowych, programów korzystasz/musisz korzystać podczas codziennej pracy w przedsiębiorstwie? Narzędzia biznesowe, oprogramowanie: Zdecydowana większość udzielonych odpowiedzi wskazuje, że podstawowym narzędziem wykorzystywanym przez pracowników podczas codziennej pracy jest pakiet MS Office, a szczególnie narzędzia Word i Excel. W kilku odpowiedziach z branży technicznej wskazano również na oprogramowanie specjalistyczne takie jak oprogramowanie AutoCad, NormaPRO, Marcos

Rys. 3. *Strona internetowa i materiały dydaktyczne projektu HeMan*

– moduły TMS, CRM, Cegid (oprogramowanie płacowe, używane przez jednego z respondentów), Dartagnan (oprogramowanie do zarządzania infrastrukturą transportową i fakturowaniem) i Quadra (oprogramowanie do księgowości). Wszyscy respondenci zgodnie wskazali na bieżące wykorzystywanie zasobów internetowych i telefonów komórkowych. *Udział w mediach społecznościowych:* aż 78% ankietowanych wskazało portal społecznościowy Facebook jako główne środowisko używane w mediach społecznościowych. 15% respondentów wskazało również na Instagram, LinkedIN i WhatsApp, a tylko jeden respondent wskazał korzystanie z platformy Tweeter. 23% respondentów odpowiedziało, że nie korzysta z żadnych serwisów społecznościowych. *„Pytanie dodatkowe A*, Systematyzowanie narzędzi, programów, udziału w mediach społecznościowych jako odpowiedź na określone zadania przedsiębiorstwa – Które działania wymagają narzędzi cyfrowych i jakie są to narzędzia? – usystematyzuj informacje dotyczące wykorzystywanego przez przedsiębiorstwo oprogramowania:* 1.Administracja: wszyscy ankietowani zgodnie wskazali pakiet MS Office jako główne środowisko do obsługi spraw administracyjnych. Zaledwie 15% ankietowanych wskazało na korzystanie ze specjalnie opracowanego systemu administracyjnego; 2. Księgowość: 100% ankietowanych wskazało na korzystanie z zewnętrznych systemów, specjalnie przystosowanych do ich potrzeb; 3. Komunikacja i współpraca: wykorzystanie poszczególnych narzędzi podsumowano w postaci wykresu słupkowego przedstawionego na rysunku 4; 4. Gromadzenie, analiza i zarządzanie danymi: zdecydowana większość respondentów potwierdziła, że do wszelkich czynności związanych z gromadzeniem i zarządzaniem danymi wykorzystuje pakiet MS Office; 5. Udostępnianie dokumentów i informacji: ponad 80% respondentów jako główne narzędzie do wymiany informacji i zasobów wskazało pocztę elektroniczną. 15% odpowiedzi dotyczyło wymiany informacji za pośrednictwem aplikacji WhatsApp; 6. Zarządzanie zasobami ludzkimi: zdecydowana większość ankietowanych zgodziła się, że korzysta w kwestii zarządzania zasobami ludzkimi korzysta z pakietu MS Office; 7. Bezpieczeństwo informacji i danych (także danych osobowych w związku z RODO), cyberbezpieczeństwo: w kwestii zabezpieczeń wszyscy respondenci wskazali na wykorzystywanie dedykowanych programów antywirusowych i systemu firewall; 8. Marketing i media społecznościowe: wykres na rysunku 5 przedstawia odpowiedzi respondentów w kwestiach marketingowych przy udziale mediów społecznościowych; 9. Sprzedaż: Procentowy udział wykorzystywanych narzędzi, za pomocą których prowadzona jest sprzedaż w badanych przedsiębiorstwach, przedstawiono na rys. 6; 10. Dedykowane przedsiębiorstwom rozwiązania dotyczące usług lub produktów używanych w kwestiach logistycznych: 8% respondentów odpowiedziało, że korzysta z systemu logistycznego przystosowanego do ich potrzeb.

B. Możliwości/ulepszenia. Jakie problemy związane z digitalizacją procesów/postawionych zadań napotkałaś/eś podczas codziennej pracy w swoim przedsiębiorstwie w zakresie bieżącej pracy (w tym, jakie ulepszenia były konieczne do wprowadzenia z punktu widzenia przedsiębiorstwa). Respondenci nie zgłosili wielu problemów. Złożone propozycje dotyczyły uszczegółowienia systemu księgowego lub usprawnienia systemu marketingowego (15% badanych). Jedynie w przypadku firm samochodowych ankietowani zgłosili potrzebę ulepszenia oprogramowania diagnostycznego.

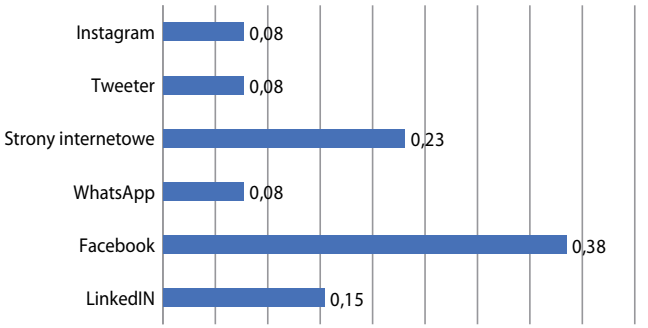


Rys. 4. *Komunikacja i współpraca (opracowanie własne)*

Pytanie dodatkowe, B: w jakim stopniu trudności i problemy związane z cyfryzacją wpływają na wydajność i funkcjonowanie przedsiębiorstwa (ocena zagadnień w skali od 1 do 10 lub opis ustny)?* W kwestiach związanych z prowadzeniem biznesu odpowiedzi ankietowanych sprowadzały się do potrzeby unowocześnienia oprogramowania do obsługi klienta i zarządzania zasobami przedsiębiorstwa. Najważniejszy był zdalny dostęp do pracy – możliwość pracy z domu. 15% odpowiedzi oznaczonych jako 4 w skali 1–10 wskazało na skrócenie procedur i uproszczenie działań związanych z obsługą klienta.

C. Jakie szkolenia otrzymali pracownicy przedsiębiorstwa lub sam ankietowany w zakresie korzystania z różnych narzędzi cyfrowych i oprogramowania używanego w przedsiębiorstwie? W tej kwestii opinie były podzielone. 31% odpowiedzi dotyczyło doskonalenia znanych technik i samokształcenia. Tylko 15% dotyczyło uczenia się nowoczesnego oprogramowania przez kierownictwo.

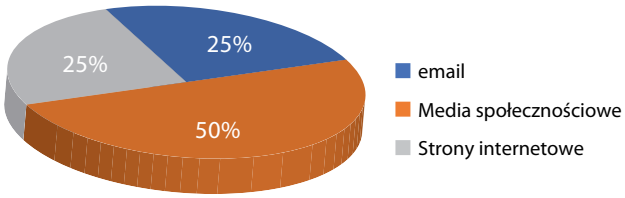
D. Czy pracownicy korzystają z narzędzi i programów cyfrowych podczas pracy wspólnej czy podczas pracy indywidualnej? Odpowiedzi na to pytanie przedstawiono w formie wykresu kolumnowego zamieszczonego na rysunku 7.



Rys. 5. *Marketing i media społecznościowe (opracowanie własne)*

E. Którzy pracownicy lepiej radzą sobie z urządzeniami cyfrowymi, narzędziami, programami, a którzy pracownicy mają z tym większe trudności w przedsiębiorstwie? Dlaczego? Wszyscy respondenci zgodzili się, że młodsze pokolenie znacznie lepiej radzi sobie z wykorzystywaniem nowoczesnych narzędzi. Jest to związane z postępem technologicznym, w którym młodzi ludzie uczestniczą od najmłodszych lat. Jest to poniekąd cecha nabyta. Doświadczeni pracownicy muszą się tego nauczyć samodzielnie, co często jest znacznie trudniejsze.

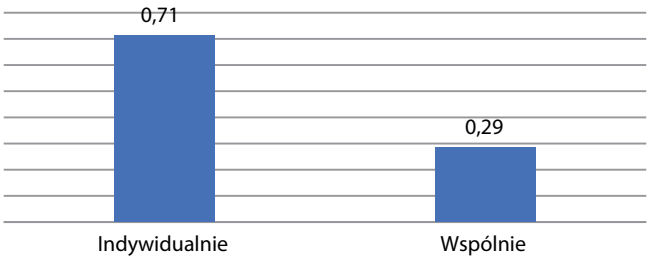
F. Jak w tej kwestii pracownicy wyrażają swoje trudności? 100% odpowiedzi dotyczyło bezpośredniego pytania młodszych osób lub kierowania ich do konkretnego działu np. IT – kiedy problem dotyczy oprogramowania lub systemu.



Rys. 6. *Sprzedaż (opracowanie własne)*

G. Jakie działania/decyzje dotychczas podjęto, aby poprawić wykorzystanie cyfrowych narzędzi, programów, technologii w przedsiębiorstwie? Tylko 15% odpowiedzi dotyczyło aktualizacji programów komputerowych używanych na co dzień. Zdecydowana większość respondentów (ponad 80%) nie wskazała na konieczność wprowadzenia tego typu działań.

H. Jakie były skutki tych działań/decyzji (odpowiedzieć w przypadku rozszerzenia odpowiedzi na poprzednie pytanie)? Jedynie 15% ankietowanych wskazało na jedną odpowiedź dotyczącą aktualizowania obecnego oprogramowania.



Rys. 7. *Odpowiedź na pytanie: czy pracownicy korzystają z narzędzi i programów cyfrowych podczas pracy wspólnej czy podczas pracy indywidualnej (opracowanie własne)*

5. Podsumowanie

Mentoring jako zindywidualizowany model systematycznego rozwoju osobistego i zawodowego zwiększa efektywność i poczucie satysfakcji z wykonywanych działań, jeżeli mentor jest gotowy do dzielenia się wiedzą i własnym doświadczeniem z podopiecznym, w sposób logiczny, szczegółowy, klarowny i dostosowany do jego potrzeb. Mentoring motywuje do wyjścia poza nawyki i schematyczne wzorce, proponuje sprawdzone rozwiązania i wielokrotnie przetestowane modele, oferuje wsparcie i pomoc.

W opinii wielu autorów [16] w czasach, w których specjalizacja i pozycje eksperckie opanowywane są przez coraz młodszych wiekiem i bardzo zaawansowanych w rozwoju merytorycznym pracowników, mentoring odwrócony stał się skutecznym narzędziem dla budowania przewagi konkurencyjnej i transferu wiedzy.

Mentoringu nie należy jednak traktować jako panaceum na wszelkie problemy organizacyjne i osobiste. Ważne jest bowiem, „aby od czasu do czasu znalazł się ktoś, kto powie nam to, czego nie chcemy usłyszeć, który zobaczy to, czego nie chcemy widzieć, po to, abyśmy zarówno my sami, jak i organizacje byli tym, czym zawsze chcieliśmy być" [9].

BIBLIOGRAFIA

[1] Bennewicz M., Prelewicz A., Mentoring. Złote zasady, Onepress, Wydawnictwo Helion, 2019
[2] Böde K., Różycka A., Nowak P., Development of a Pragmatic IT Concept for a Construction Company. Sustainability, Sustainability 12/2020
[3] Frydrych M., Górka M., Laskowski-Słomianko A., Nowak P., Rosłon J., Dydaktyczne projekty ERASMUS+ realizowane na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, [w:] Kwartalnik naukowo-gospodarczy Klastra COP 1/2020
[4] Kopaliński W., Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych, Wydawnictwo Wiedza Powszechna, Warszawa, 1989
[5] Książek M. V., Nowak P., Diversity management aspects in construction, Acta Scientiarum Polonorum Seria: Architectura, 2017
[6] Książek M. V., Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Europejskie podstawy nauczania menedżerów budowlanych, Materiały Budowlane 6/2016
[7] Książek M. V., Nowak P., Kivrak S., Rosłon J. H., Ustinovichius L., Computer-aided decision-making in construction project development. Journal of Civil Engineering and Management 21(2)2015
[8] Łużniak-Piecha M., Kaczkowska-Serafińska M., Lenton A., Mentoring odwrócony – korzyści dla organizacji, Edukacja Ekonomistów i Menedżerów 40/2016
[9] Mróz J., Coaching i mentoring wobec współczesnych wyzwań w rozwoju pracowników, Nauki o zarządzaniu Management Sciences 3(16)2013
[10] Nicał A. K., Rosłon J., Nowak P., Książek-Nowak M. V., New trends in construction education and training, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.), IATED Academy, Edulearn Procedings, 2018
[11] Nicał A. K., Książek M. V., Nowak P., Rosłon J., Foremny A. O., Distance Learning within Management in Construction – Polish, Norwegian and Icelandic Experiences in Blended Learning. Procedia Engineering, 2017
[12] Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Innovations in Construction Personnel Education. MATEC Web of Conferences 86/2016
[13] Rosłon J., Książek-Nowak M., Nowak P., Zawistowski J., Cash-Flow Schedules Optimization within Life Cycle Costing (LCC), Sustainability 12/2020
[14] Rosłon J., Książek-Nowak M., Nowak P., Schedules Optimization with the Use of Value Engineering and NPV Maximization, Sustainability 12/2020
[15] Rosłon J., Nowak P., Nicał A. K., Modern approach to education in construction industry, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.) (red.), IATED Academy, Edulearn Procedings, 2018
[16] Sidor-Rządkowska M., Zarządzanie różnorodnością pokoleniową we współczesnych organizacjach, Studia i Prace WNEIZ US 51/2018
[17] Szirmai A., Varga L., Beech N., Cardoso E. L., Couto J. A., Csizmadia P., Rosłon J., Mentors' methodology collection for optimisation of business processes: Training material development: MentorCERT Project Partners, 2020

Numer październikowy „Przeglądu Budowlanego" prezentuje artykuły przygotowane na 70-lecie Wydziału Budownictwa i Nauk o Środowisku na Politechnice Białostockiej. Dziękujemy za bardzo dobrą współpracę przy przygotowaniu numeru Przewodniczącej Komitetu Organizacyjnego mgr inż. Ninie Szklennik i Sekretarz Naukowej dr inż. Edycie Pawluczuk. Redakcja

Jubileusz 70-lecia WBiNŚ

Silnie związany ze sferą społeczno-gospodarczą regionu, największy na Politechnice Białostockiej pod względem liczby studentów, pracowników oraz kierunków kształcenia – Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku obchodzi Jubileusz 70-lecia.

Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku powstał jako Wydział Budowlany w 1951 roku – i był trzecim wydziałem ówczesnej Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej NOT. Zmieniał nazwę i struktury wielokrotnie. Funkcjonował jako Instytut Budownictwa Lądowego, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, w końcu Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku.

Wydział Budowlany Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej zajmował początkowo pomieszczenia w budynku przy ul. Grunwaldzkiej i Sosnowej. Ze względu na braki lokalowe, w latach 50. ubiegłego wieku zajęcia odbywały się w wynajmowanych salach szkół średnich w różnych częściach Białegostoku. Od 1988 r. wydział dysponuje własnym budynkiem, zlokalizowanym na terenie kampusu przy ul. Wiejskiej 45 E.

Od 1980 roku wydział może nadawać stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, a od 1988 r. w dyscyplinie budownictwo. W roku 2008 uzyskał prawa do habilitowania w dyscyplinie naukowej budownictwo, a w 2015 w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska. W ciągu siedemdziesięcioletniej działalności wypromowano tu ponad 20 tysięcy absolwentów.

– *Wydział miał i nadal ma mocną pozycję* – podkreśla dziekan WBiNŚ, prof. dr hab. inż. Michał Bołtryk. – *Mamy doświadczoną kadrę i dobrze wyposażone laboratoria. Nasi absolwenci zasilają wszystkie przedsiębiorstwa podlaskie, jednostki samorządowe i usługowe. Są łącznikiem między wydziałem a innymi podmiotami, co umożliwia naszą obecność w sferze gospodarczo – społecznej Podlasia*.

Kamieniem milowym w historii wydziału było przekazanie do użytku w 2015 roku Centrum INNO-EKO-TECH, czyli Innowacyjnego Centrum Dydaktyczno-Badawczego Alternatywnych Źródeł Energii, Budownictwa Energooszczędnego i Ochrony Środowiska Politechniki Białostockiej. Na 8 tys. m^2 powstało 36 laboratoriów i blisko 700 stanowisk badawczych. INNO-EKO-TECH łączy działalność dydaktyczną i zintegrowane badania naukowe, prowadzone przez Wydziały: Budownictwa i Nauk o Środowisku, Elektryczny i Mechaniczny.

– B*adania prowadzone w centrum skupiają się na odnawialnych źródłach energii, budownictwie energooszczędnym oraz ochronie środowiska. W INNO-EKO-TECH opracowujemy rozwiązania i technologie innowacyjne ze szczególnym uwzględnieniem minimalizacji kosztów technologii wytwarzania energii* – wyjaśnia prof. dr hab. inż. Michał Bołtryk.

Fot. Gabriela Kościuk

Dziś na Wydziale Budownictwa i Nauk o Środowisku kształci się 1800 studentów i 55 doktorantów, pracuje 176 nauczycieli akademickich, w tym 21 profesorów tytularnych, 33 doktorów habilitowanych, 107 adiunktów, 12 asystentów i 5 wykładowców. Kadrę nauczycielską wspomaga 21 pracowników administracyjnych i 35 inżynieryjno-technicznych. WBiNŚ kształci na studiach I stopnia na dziewięciu kierunkach oraz siedmiu na studiach II stopnia, posiada uprawnienia do nadawania stopnia doktora oraz doktora habilitowanego w dwóch dyscyplinach naukowych: inżynieria lądowa i transport oraz inżynieria środowiska, górnictwo

Fot. Michał Obrycki

Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

fantastyczna hala do prowadzenia badań, czy szereg nowoczesnych laboratoriów, ale przede wszystkim wspaniali, kreatywni naukowcy. Nawiązaliśmy liczne kontakty międzynarodowe z najlepszymi światowymi uczelniami technicznymi, a program studiów wydziału przyciąga swoim poziomem i jakością kształcenia studentów z Europy i Azji. Ekologiczny wymiar budownictwa, poszanowanie środowiska, zwrócenie uwagi na znaczenie ekosystemów leśnych czyni z Wydziału Budownictwa i Nauk o Środowisku jednostkę naukowo-dydaktyczną odpowiadającą aktualnym trendom XXI wieku.

i energetyka. W 2017 roku Komitet Ewaluacji Jednostek Naukowych ocenił działalność naukową i badawczo-rozwojową wydziału, przyznając mu wysoką ocenę A.

– *Stawiamy na kierunki silnie sprzężone z gospodarką i kształcenie obcokrajowców. Mamy tu studentów z piętnastu krajów, podwójne dyplomowanie, kierunki prowadzone wyłącznie w języku angielskim* – wymienia prof. Michał Bołtryk, dziekan Wydziału Budownictwa i Nauk o Środowisku.

– *Naszą szansę upatrujemy także w uruchomieniu kształcenia w języku rosyjskim oraz nowatorskich kierunkach, które przygotowujemy przy współpracy z Wydziałami Elektrycznym i Mechanicznym PB: w ofercie mamy już ekoenergetykę, pojawi się także energetyka cieplna.*

Z Wydziałem Budownictwa i Nauk o Środowisku od 30 lat związana jest Jej Magnificencja rektor Politechniki Białostockiej. – *Tu studiowałam i tu pracuję* – podkreśla dr hab. inż. Marta Kosior-Kazberuk, prof. PB.

Pracę w PB dr hab. inż. Marta Kosior-Kazberuk rozpoczęła w 1995 roku na stanowisku asystenta w Katedrze Konstrukcji Betonowych na ówczesnym Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska. Była prodziekanem do spraw studenckich i dydaktyki, kierowała Katedrą Konstrukcji Budowlanych. Działalność dydaktyczną na WBiNŚ prowadzi nieprzerwanie, pełniąc jednocześnie funkcje kierownicze: prorektora i rektora.

– *Przez ostatnie dekady nasz Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku rozwijał się niezwykle dynamicznie* – podkreśla rektor Politechniki Białostockiej. – *To nie tylko nowe budynki,*

Obchody jubileuszu 70-lecia Wydziału Budownictwa i Nauk o Środowisku rozłożone są na niemal cały 2021 rok. W programie są m.in. wystawa historycznych zdjęć, premiera filmu o historii wydziału oraz konferencje naukowe i naukowo-techniczne, np.:„Lasy ochronne miast. Stan obecny i przyszłość", „Engineering Sciences & Business 2021: konferencja w ramach współpracy nauk inżynieryjnych i biznesu – EngSci&Biz2021", 17 czerwca 2021 r.; X International Scientific Conference Environmental Engineering Through a Young Eye Innovations – Sustainability – Modernity – Openness (ISMO'21), 14 maja 2021 r.; VII Międzynarodowa konferencja „Turystyka na obszarach przyrodniczo cennych", czy też„52. Konferencja Naukowa „Inżynieria Przedsięwzięć Budowlanych oraz The International Colloquium Modern Technologies in Construction. Challenges of the 21ST Century", 18–20 października 2021 r.

Aleksandra Toczydłowska

Fot. Michał Obrycki

Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

Czy MS Project nadaje się do bieżącej aktualizacji harmonogramu i analizy opóźnień?

Dr hab. inż. Mieczysław Połoński, prof. emerytowany uczelni, Instytut Inżynierii Lądowej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

1. Wprowadzenie

Obecnie, przy realizacji coraz bardziej złożonych technologicznie obiektów budowlanych, problem planowania i bieżącej kontroli rzeczowej i finansowej inwestycji staje się coraz trudniejszy. Tradycyjne metody kontrolowania projektów budowlanych sprowadzają się do dwóch głównych zakresów (pomijając zgodność ze stawianymi wymaganiami jakościowymi). Pierwszy to porównanie rzeczywistego postępu prac do planu bazowego, śledzenie ewentualnych zmian w tym zakresie oraz ich wpływu na dalszy przebieg robót i dotrzymanie zakładanego terminu zakończenia robót (nazywany często analizą opóźnień – *Impacted as Planned*). Drugi zakres obejmuje kontrolę finansową projektu, a więc porównanie kosztów planowanych do kosztów rzeczywistych w momencie przeprowadzanej kontroli.

Należy pamiętać, że poprawnie wykonana aktualizacja harmonogramu w jakimkolwiek specjalistycznym oprogramowaniu do tego stworzonym nie polega na wykonaniu kolejnego statycznego harmonogramu, ale na wprowadzeniu do planu bazowego danych o rzeczywistym przebiegu robót i śledzeniu zmian, jakie spowoduje w dalszym przebiegu prac. Uzyskany wynik w dużym stopniu będzie zależał od pierwotnej budowy sieci zależności (plan bazowy), wprowadzonych w nim relacji, stosowania dat dyrektywnych, definicji kalendarzy itp. [1].

Wykonanie obu tych zadań wymaga zazwyczaj zastosowania odpowiednich narzędzi informatycznych, zwłaszcza podczas realizacji większych i dłużej trwających przedsięwzięć budowlanych. Obecnie jednym z najczęściej stosowanych w tym zakresie programów w Polsce jest Microsoft Project. Stosowany jest m.in. przy planowaniu i kontroli realizacji wielu obiektów infrastrukturalnych, takich inwestycji jak np.: stacje metra, szlaki kolejowe, stadiony, mosty, wiadukty, modernizacje stacji kolejowych, odcinki dróg itp.

2. Uwagi dotyczące planowania i kontroli robót budowlanych

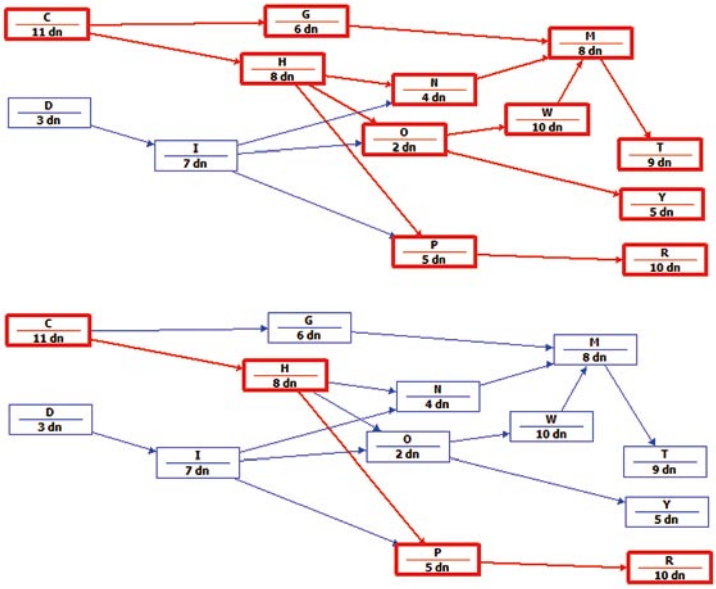
Przystępując do budowy jakiegokolwiek harmonogramu robót budowlanych zawsze musimy na początku określić cel, jakiemu ma on służyć [2]. Najogólniej możemy wyróżnić dwa przypadki:

- harmonogram będzie służył wyłącznie zaplanowaniu robót budowlanych, a więc określeniu planowanego terminu rozpoczęcia i zakończenia robót, przewidywanemu przebiegowi ścieżki krytycznej, określeniu planowanych terminów i zapasów czasu zadań, określeniu dat wyróżnionych kamieni milowych czy punktów kontrolnych, planowanemu rozkładowi niezbędnych nakładów finansowych itp.;
- oprócz zaplanowania robót harmonogram będzie służył do bieżącego zarządzania robotami, dokumentowania rzeczywistego postępu robót, analizowania wpływu zmian zachodzących w przebiegu robót na ich dalsze etapy oraz końcowy termin i/lub budżet budowy oraz do podejmowania decyzji dotyczących kolejnych etapów robót (przeplanowanie prac, podejmowanie środków zaradczych w celu nadrobienia opóźnień, aneksowanie umowy itp.). W tym wypadku niezbędne jest regularne, cykliczne aktualizowanie harmonogramu na podstawie bieżących informacji z budowy, wykonywanie odpowiednich obliczeń (czyli wykonywanie analizy opóźnień) i podejmowanie decyzji na szczeblu kierownictwa projektu co do dalszego sposobu realizacji robót.

Tryb wykorzystania harmonogramu będzie w dużym stopniu wpływał na sposób jego budowy, zastosowane rozwiązania, konstrukcję sieci zależności, użyte relacje między zadaniami, ustawienie opcji programu, analizowane parametry itp. Przypadek, gdy tylko planujemy roboty, jest znacznie łatwiejszy. W tym wypadku interesują nas głównie terminy zadań, ich zapasy czasu i przebieg ścieżki krytycznej. W takim trybie wykorzystania harmonogramu nie przewiduje się jego aktualizacji w przyszłości.

Inaczej jest, gdy harmonogram po zapisaniu planu bazowego (a więc wyjściowego harmonogramu na etapie planu) będzie podlegał kolejnym aktualizacjom. Konieczność uwzględnienia takiego zastosowania harmonogramu będzie zależna przede wszystkim od skali i złożoności danej inwestycji, jak również od postanowień konkretnej umowy regulującej obowiązki wykonawcy w tym zakresie. W tym wypadku wyniki, jakie uzyskamy w procesie aktualizacji planu bazowego w poszczególnych datach stanu, będą zależały m.in. od:

- konstrukcji sieci zależności i zastosowanych typów relacji między zadaniami,
- użycia ręcznego planowania dla wybranych zadań (tryb zadania),



Rys. 1. *Przebieg ścieżki krytycznej w sieci z kilkoma zadaniami początkowymi i końcowymi przy różnym ustawieniu opcji „Oblicz wiele ścieżek krytycznych"*

- zastosowania dat dyrektywnych oraz ich typów (sztywnych, półsztywnych),
- ustalonych i przypisanych kalendarzy do całego przedsięwzięcia, wybranych grup zadań, zasobów itp.,
- początkowych ustawień opcji programu lub ich zmiany w trakcie aktualizacji,
- sposobu wprowadzenia danych aktualizujących harmonogram (np. kolejności wykonanych operacji).

Powyższe oznacza przede wszystkim, że jeżeli na etapie formułowania planu bazowego zakłada się jego aktualizację w toku realizacji robót, konieczne jest a priori uwzględnienie wyżej wymienionych aspektów. W szczególności w takim przypadku należy – już na etapie planu bazowego, a następnie w kolejnych aktualizacjach – właściwie konstruować sieć zależności w harmonogramie wraz z poprawnie zastosowanymi relacjami między zadaniami, kalendarzami dla poszczególnych asortymentów robót, deklaracją dat dyrektywnych itp.

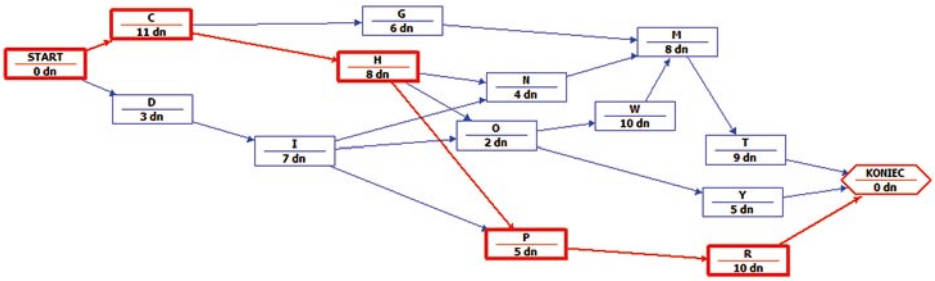
Podstawą wszystkich dalszych działań jest poprawna konstrukcja sieci zależności. W procesie budowy sieci jednopunktowej (a z taką mamy do czynienia w MS Project) należy szczególną uwagę zwrócić na dwa aspekty: liczbę zadań początkowych i końcowych w sieci oraz zastosowane relacje. Jeżeli chodzi o zadania początkowe (a więc bez poprzedników) i końcowe (bez następników) to MS Project dopuszcza definiowanie ich w dowolnej ilości. Jednak zastosowanie rozwiązania, gdy występuje ich więcej niż jeden (jeden początek i jeden koniec) ma swoje poważne konsekwencje w sposobie wyznaczenia przebiegu ścieżki krytycznej i zapasów czasu zadań i zależy od ustawienia opcji programu *Oblicz wiele ścieżek krytycznych*. Aby uniknąć takiej wieloznaczności, wystarczy wprowadzić nowe, pozorne zadanie początkowe o czasie równym zero, które zostanie połączone standardową relacją ZR z wszystkimi dotychczasowymi zadaniami początkowymi (rys. 1). Identyczne rozwiązanie należy zastosować do zadań końcowych. Po takiej modyfikacji przebieg ścieżki krytycznej zawsze będzie taki sam, niezależnie od ustawień wspomnianej wyżej opcji programu.

Jeżeli chodzi o stosowane relacje między dwoma zadaniami, używa się trzech typów relacji przedstawionych poniżej (pomijając relację rozpocznij – zakończ, która używana jest bardzo rzadko i do specyficznych celów) [3].

- Relacja ZR (zakończenie – rozpoczęcie) – ta relacja jest podstawowa i powinna stanowić większość połączeń w sieci zależności. Oznacza, że następnik może się rozpocząć po całkowitym zakończeniu poprzednika. Wydłużenie lub opóźnienie poprzednika powoduje opóźnienie następnika.
- Relacja RR (rozpocznij – rozpocznij) – następnik nie może się rozpocząć wcześniej niż poprzednik (może później, jeżeli wynika to np. z relacji z innymi zadaniami). Opóźnienie rozpoczęcia poprzednika powoduje opóźnienie następnika, jednak wydłużenie poprzednika nie zmienia terminu rozpoczęcia następnika.
- Relacja ZZ (zakończ – zakończ) – pozwala rozpocząć następnik przed zakończeniem poprzednika, jednak następnik nie może się zakończyć, dopóki całkowicie nie zakończy się poprzednik. Wydłużenie lub opóźnienie poprzednika powoduje opóźnienie następnika.

W każdym typie relacji to następnik dopasowuje się do poprzednika.

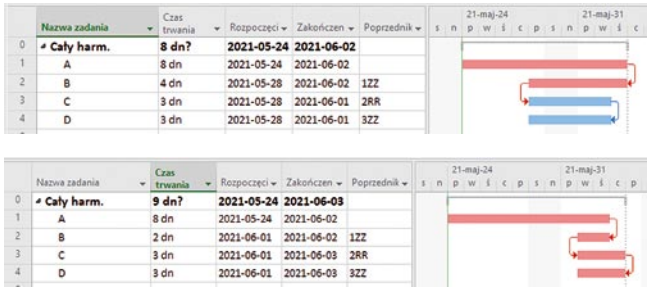
Dodatkową opcją udostępnioną przez MS Project jest możliwość deklarowania tzw. zwłoki na relacji, czyli dodatkowego czasu, jaki musi upłynąć, aby następnik mógł się rozpocząć. Zwłoka może być dodatnia, co opóźnia rozpoczęcie następnika, ale również ujemna, co przyspiesza jego rozpoczęcie. Czas zwłoki może być deklarowany w jednostkach



Rys. 2. *Przebieg ścieżki krytycznej w sieci z jednym zadaniem początkowym i końcowym niezależnie od ustawieniu opcji „Oblicz wiele ścieżek krytycznych"*

bezwzględnych (np. dniach, tygodniach itp.) lub w procentach czasu poprzednika. Przy jednostkach bezwzględnych niezależnie od zmiany czasu poprzednika i/lub następnika zwłoka pozostanie bez zmiany. Przy określeniu procentowym, np. po wydłużeniu czasu poprzednika, nastąpi automatyczne wydłużenie planowanej zwłoki.

Niepoprawne użycie relacji RR i ZZ może czasami prowadzić do zaskakujących efektów podczas modyfikacji czasów zadań harmonogramu [4]. Na przykład na rysunku 3 pokazano, jak skrócenie zadania krytycznego prowadzi do wydłużenia całego przedsięwzięcia! Bez wątpienia taki efekt może nieprzyjemnie zaskoczyć menadżera projektu podczas aktualizacji harmonogramu, a wynika on z błędnego zestawienia relacji RR i ZZ. Dlatego tak ważne jest, aby konstruując sieć zależności, brać pod uwagę konieczność aktualizacji w przyszłości budowanego harmonogramu i zwracać uwagę na konsekwencje zastosowanych rozwiązań.

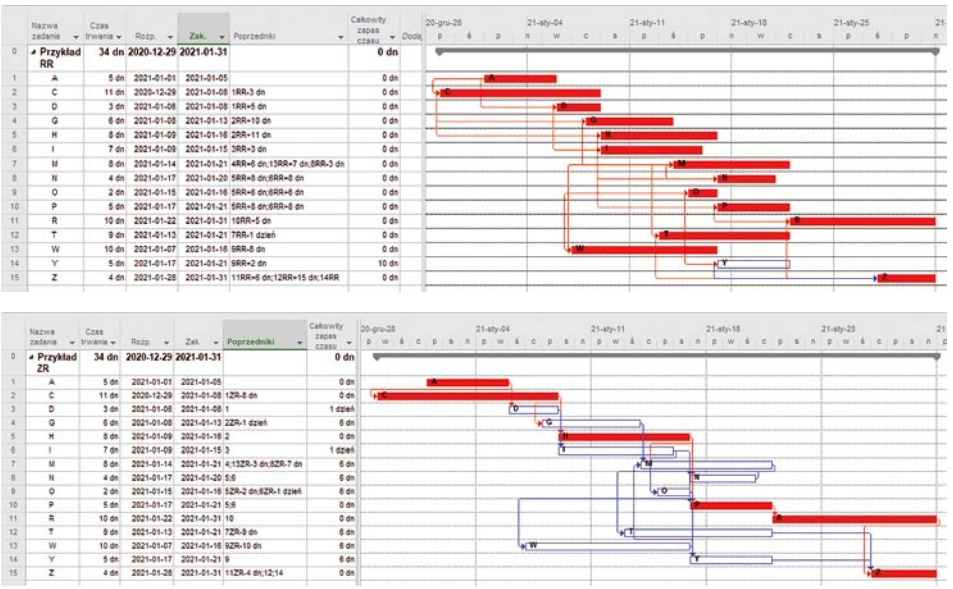


	Nazwa zadania	Czas trwania	Rozpoczęci	Zakończen	Poprzednik
0	Cały harm.	8 dn?	2021-05-24	2021-06-02	
1	A	8 dn	2021-05-24	2021-06-02	
2	B	4 dn	2021-05-28	2021-06-02	1ZZ
3	C	3 dn	2021-05-28	2021-06-01	2RR
4	D	3 dn	2021-05-28	2021-06-01	3ZZ

	Nazwa zadania	Czas trwania	Rozpoczęci	Zakończen	Poprzednik
0	Cały harm.	9 dn?	2021-05-24	2021-06-03	
1	A	8 dn	2021-05-24	2021-06-02	
2	B	2 dn	2021-06-01	2021-06-02	1ZZ
3	C	3 dn	2021-06-01	2021-06-03	2RR
4	D	3 dn	2021-06-01	2021-06-03	3ZZ

Rys. 3. *Przykład wydłużenia terminu zakończenia przedsięwzięcia pomimo skrócenia czynności B leżącej na ścieżce krytycznej*

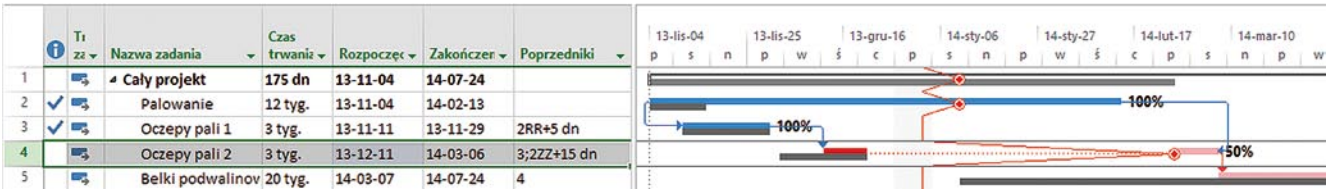
Korzystając z dostępnych typów relacji oraz zwłoki na etapie planowania można skonstruować harmonogramy, w którym terminy wszystkich zadań będą takie same (harmonogram Gantta), ale zastosowane relacje zupełnie różne. Można taki sam harmonogram Gantta zbudować np. na samych relacjach ZR, RR czy ZZ lub na ich kombinacji. Przykład budowy dwóch harmonogramów pokazano na rysunku 4. Pierwszy zbudowany jest wyłącznie na relacjach RR, drugi tylko na relacjach ZR. Jak można zauważyć, wszystkie czasy, terminy rozpoczęcia i zakończenia zadań są takie same, a przebieg ścieżki krytycznej i zapasów czasu różny. Jednak z chwilą rozpoczęcia aktualizacji planu bazowego każdy z tych harmonogramów będzie reagował inaczej. Wprowadzane zmiany w czasach i terminach rozpoczęcia/zakończenia zadań mogą (lub nie) wpływać na zmianę terminu zakończenia całego przedsięwzięcia, obliczane zapasy czasu zadań, ich terminy, przebieg ścieżki krytycznej itp. Obliczone terminy zadań mogą być również uzależnione od wielu innych czynników poza relacjami, np. dat dyrektywnych, definicji kalendarza, dostępności zasobów, jeżeli jest wykonywana ich analiza itp. Dlatego tak ważne jest, aby menadżer, który tworzy plan bazowy, znając przeznaczenie harmonogramu, już podczas jego sporządzania przewidywał reakcje harmonogramu na zastosowane rozwiązania, zwłaszcza gdy harmonogram ma służyć do śledzenia i analizy opóźnień projektu oraz podejmowania decyzji w celu ich likwidacji i realizacji projektu zgodnie z pierwotnymi założeniami (czyli według planu bazowego).



Rys. 4. *Przykład budowy sieci zależności opartej na różnych typach relacji (RR rys. górny, ZR rys. dolny) prowadzący do tych samych terminów wykonania zadań i różnych zapasów czasu*

3. Krótka charakterystyka programu MS Project ze szczególnym uwzględnieniem możliwości śledzenia i kontroli opóźnień w realizacji robót budowlanych

Microsoft Project jest jednym z najstarszych profesjonalnych programów do zarządzania projektami. Po raz pierwszy został udostępniony w 1984 roku i od tego czasu w kolejnych wersjach stale jest rozwijany i udoskonalany. Od dłuższego czasu jest jednym z elementów sztandarowego produktu firmy Microsoft, czyli pakietu Office. Kolejne wersje wprowadzały nowe możliwości, co z jednej strony rozszerzało jego moc obliczeniową i zdolność do modelowania coraz bardziej złożonych przypadków z praktyki inżynierskiej, z drugiej coraz bardziej uzależniało jego poprawne wykorzystanie od właściwego przygotowania użytkownika i dobrej znajomości licznych opcji i ustawień programu [5].



Rys. 5. *Przykład widoku umożliwiającego śledzenie skutków zachodzących zmian w harmonogramie w trakcie realizacji i ich wpływ na terminy kolejnych zadań*

Ponieważ artykuł dotyczy możliwości śledzenia postępu robót, porównywania ich z planem bazowym, prowadzenia analizy opóźnień i wprowadzania do harmonogramu ustalonych działań naprawczych skupiono się na przedstawieniu kilku narzędzi dostępnych w MS Project służących do tego celu.

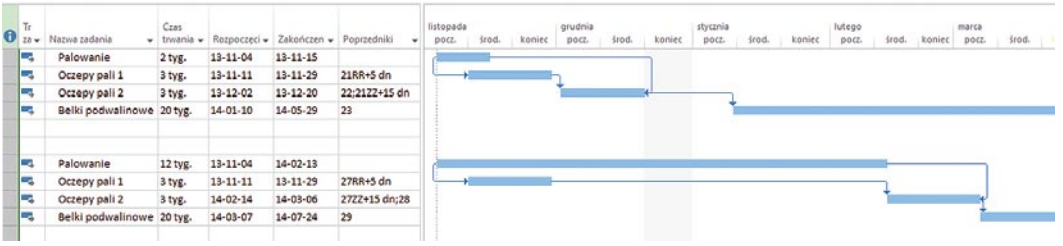
Z chwilą zapisania planu bazowego (można tworzyć kilka kolejnych jego wersji, np. po podpisaniu aneksu zmieniającego planowany termin zakończenia) istnieje możliwość wprowadzania do harmonogramu danych na temat rzeczywistych terminów (ew. również kosztów) zrealizowanych już prac. Definiuje się datę stanu (czyli termin, do którego odnoszą się wprowadzane dane), a następnie grupowo lub indywidualnie dla poszczególnych zadań określa się zaawansowanie prac. Każde zadanie może zostać oznaczone jako zakończone (w planowanym lub zmienionym terminie), będące w trakcie wykonania (z podaniem procentowego zawansowania, daty faktycznego rozpoczęcia, czasu, jaki jest potrzebny do jego zakończenia, jeżeli jest inny niż wynika to z planu bazowego) lub nierozpoczęte. Nie ma ograniczeń w zakresie wprowadzanych dat, czyli każde zadanie może być opóźnione lub przyspieszone w stosunku do planu bazowego.

Jeżeli wprowadzane dane o rzeczywistych terminach dotychczasowej realizacji zadań (do daty stanu) odbiegają od planu bazowego (a tak jest bardzo często w praktyce) wpływa to na terminy robót, które dopiero mają się zacząć. Z punktu widzenia śledzenia skutków wprowadzanych zmian i analizy opóźnień ważne jest, jak ma reagować harmonogram. Istnieją dwa zasadnicze sposoby aktualizowania harmonogramów, głównie zależne od ustawień opcji programu, zastosowania zadań planowanych ręcznie i użycia dat dyrektywnych (można również te dwa sposoby częściowo łączyć). Pierwszy polega na dopuszczeniu, aby wprowadzane dane z aktualizacji powodowały przeplanowanie zadań nierozpoczętych oraz niezrealizowanej części zadań w trakcie wykonania i ustalenia nowego terminu zakończenia całego przedsięwzięcia (ew. nowej ścieżki krytycznej). Ten sposób wybierany jest najczęściej i najlepiej nadaje się do wykonania analizy opóźnień. Drugi sposób polega na niedopuszczeniu do zmiany terminów zapisanych w planie bazowym. W tym wypadku, w razie opóźnień zadań przekraczających ich planowane zapasy czasu, mogą pojawić się ich ujemne wartości, świadczące o występujących konfliktach, braku możliwości wykonania części zadań w planowanych terminach oraz dotrzymania planowanego terminu zakończenia robót. W zależności od zastosowanego rozwiązania analiza opóźnień przebiega nieco inaczej. W pierwszym wypadku należy skupić się na porównywaniu terminów wykonania zadań z planu bazowego z obliczonymi przez program nowymi datami oraz ocenie, czy ewentualne opóźnienia zagrażają realizacji kontraktu zgodnie z umową (ocena zależy od tego, jak w umowie są zdefiniowane kamienie milowe projektu, od czego zależy fakturowanie kolejnych etapów robót itp.). W drugim przypadku, ponieważ planowane terminy nie uległy zmianie, podczas analizy opóźnień wykonywanej po przeprowadzonej aktualizacji harmonogramu należy skoncentrować się na zmianach zapasów czasu zadań, zwłaszcza tych, które osiągnęły wartości ujemne.

W obu omawianych przypadkach program udostępnia odpowiednie narzędzia i dane (w postaci tabelarycznej lub graficznej), na podstawie których może być wykonana analiza opóźnień, ocena zaawansowania prac i podjęte decyzje co do dalszego sposobu realizacji robót. Skutki wdrożonych działań można będzie prześledzić po wykonaniu kolejnej aktualizacji, z nową datą stanu. Na zrzucie ekranowym z programu (rys. 5) pokazano jeden z przykładowych widoków umożliwiających odczytanie stanu zaawansowania robót dla poszczególnych zadań oraz śledzenie skutków zachodzących zmian w harmonogramie i ich wpływ na terminy kolejnych zadań.

Częstotliwość aktualizacji harmonogramu zależy od menadżera projektu (lub zapisów kontraktu) i wpływają na nią takie parametry, jak czas realizacji całego przedsięwzięcia, sprawność zespołu zarządzającego, dostęp do niezbędnych danych do wykonania aktualizacji, liczba podwykonawców, szczegółowość harmonogramu, występujące opóźnienia w przebiegu prac itp. Odrębnym zagadnieniem jest decyzyjność i szybkość reakcji kierownictwa projektu na wnioski płynące z kolejnych aktualizacji harmonogramu.

Czasami podnosi się zarzut, że MS Project nie pozwala łączyć tych samych zadań dwoma różnymi typami relacji, co może mieć znaczenie podczas aktualizacji harmonogramu. Dotyczy to sytuacji, gdy – tak jak w pokazanym poniżej przypadku palowania i oczepów pali (rys. 6) – z jednej strony nie ma możliwości rozpoczęcia następnika bez określonego stopnia zaawansowania poprzednika, a jednocześnie następnik nie może zostać zakończony bez zakończenia poprzednika. Co prawda tego rodzaju uwarunkowanie technologiczne występuje stosunkowo rzadko, jednak w specyficznych warunkach technologicznych może się pojawić.



Tr za	Nazwa zadania	Czas trwania	Rozpoczęci	Zakończen	Poprzedniki
	Palowanie	2 tyg.	13-11-04	13-11-15	
	Oczepy pali 1	3 tyg.	13-11-11	13-11-29	21RR+5 dn
	Oczepy pali 2	3 tyg.	13-12-02	13-12-20	22;21ZZ+15 dn
	Belki podwalinowe	20 tyg.	14-01-10	14-05-29	23
	Palowanie	12 tyg.	13-11-04	14-02-13	
	Oczepy pali 1	3 tyg.	13-11-11	13-11-29	27RR+5 dn
	Oczepy pali 2	3 tyg.	14-02-14	14-03-06	27ZZ+15 dn;28
	Belki podwalinowe	20 tyg.	14-03-07	14-07-24	29

Rys. 6. *Przykład połączenia dwóch tych samych zadań różnymi typami relacji*

Faktycznie MS Project nie udostępnia takiej możliwości, co nie znaczy, że nie można wymaganego efektu obliczeniowego osiągnąć w inny sposób. W dolnej części rysunku 6, na zrzucie ekranowym z programu MS Project pokazano, jak to zrobić.

Załóżmy, że zadaniami, które muszą być połączone dwoma różnymi relacjami są zadania *Palowanie* i *Oczepy pali*. *Oczepy pali* mogą się rozpocząć z pewnym opóźnieniem po rozpoczęciu *Palowania*, i nie mogą się zakończyć przed ich zakończeniem plus pewna zwłoka. W celu rozwiązania tego problemu zadanie *Oczepy pali* podzielono na dwa etapy (proporcja podziału czasu i wartości zastosowanej zwłoki są tu przykładowe). Pierwszy etap połączono relacją RR + 5 dn. z *Palowaniem*, a drugi etap relacją ZZ + 15 dn. z *Palowaniem* i zwykłą relacją ZR z *Belkami podwalinowymi*. Oba etapy zadania *Oczepy pali* połączono relacją zwykłą ZR. Dzięki takiemu rozwiązaniu, opóźnienie wykonania *Palowania* np. z 2 do 12 tygodni opóźni rozpoczęcie wykonania kolejnego zadania *Belki podwalinowe*.

Należy jednak pamiętać, że omawiany tu przypadek jest specyficzny i dlatego użyto nietypowych relacji. Natomiast co do zasady podstawowym rozwiązaniem jest relacja ZR (zakończenie – rozpoczęcie) i ona powinna stanowić podstawę konstrukcji sieci zależności.

Jak widać, różnego rodzaju uwarunkowania technologiczne i organizacyjne występujące w praktyce inżynierskiej nie ograniczają możliwości prowadzenia analizy opóźnień z wykorzystaniem oprogramowania MS Project. Natomiast podstawowe znaczenie ma tu należyte wykorzystanie funkcjonalności programu przez konkretnego użytkownika. Kluczową rolę odgrywa – co wydaje się oczywiste – zadbanie o odpowiednią konstrukcję sieci zależności. Dopiero szczegółowa analiza natury powiązań technologicznych pomiędzy poszczególnymi zadaniami oraz sposobu jej odzwierciedlenia w danym harmonogramie może stanowić bazę do ewentualnych rozważań o poprawności lub wadliwości konkretnej analizy opóźnień dla danego projektu.

4. MS Project a metoda Earned Value Management

Dodatkową możliwością kontroli robót i analizy opóźnień, którą oferuje program MS Project są wbudowane wskaźniki metody Earned Value Management (EVM). Od 1987 r. metoda EVM zalecana jest przez największą amerykańską organizację menadżerską PMI (Project Management Institute) w podręczniku „A Guide to the PM Body of Knowledge (PMBOK@Guide)", a w 1988 r. Departament Obrony USA opublikował oficjalne standardy i wytyczne wykorzystania metody. System EVM stanowi technikę monitorowania i raportowania statusu projektu opartą na trzech podstawowych parametrach związanych z kosztami [6]:

- PV (BCWS) – planowany koszt pracy, czyli przewidywany do poniesienia koszt zaplanowanej do wykonania pracy, jaki powinien zostać osiągnięty w momencie weryfikacji,
- AC (ACWP) – rzeczywisty koszt wykonanej pracy, czyli faktycznie poniesiony koszt pracy rzeczywiści wykonanej w momencie weryfikacji,
- EV (BCWP) – planowany koszt wykonanej pracy, czyli planowany do poniesienia koszt pracy rzeczywiście wykonanej w momencie weryfikacji.

Metoda może być wykorzystywana zarówno przez samych wykonawców robót do kontroli postępów robót i ponoszonych kosztów, jak również przez zamawiającego (lub jednostki, które go reprezentują) do śledzenia, czy wystawiane przez wykonawcę wnioski o przejściowe świadectwa płatności w świetle aktualnego zaawansowania robót mieszczą się w planie budżetowym. Analiza bieżących wskaźników EVM pozwala powiązać rzeczowe zaawansowanie robót z ich kosztami oraz z odpowiednim wyprzedzeniem ostrzec o zagrożeniu wykonywania robót niezgodnie z planem i umożliwić podjęcie działań zapobiegających takiemu rozwojowi sytuacji. W przypadku braku możliwości skutecznego przeciwdziałania występowania takich zagrożeń dostępna będzie przynajmniej ocena skutków ich wystąpienia w założonym horyzoncie czasowym. Metoda EVM ma jeszcze jedną ważną zaletę: pozwala szacować ostateczny koszt i termin zakończenia projektu na podstawie tendencji, jakie się ujawniły podczas dotychczasowej realizacji obiektu. Dzięki przeprowadzonym badaniom stwierdzono, że przy 40–50% zaawansowaniu projektu, przy systematycznym przebiegu prowadzonych kontroli, poprawne użycie metody EVM połączone z realistycznym oszacowaniem przebiegu dalszych robót daje możliwość przewidzenia wyniku końcowego, zarówno co do kosztu jak i terminu zakończenia robót.

5. Podsumowanie

Reasumując charakterystykę programu MS Project, należy stwierdzić, że jest on uniwersalnym narzędziem dostosowanym do planowania, zarządzania i kontrolowania wykonania

projektów budowlanych. Umożliwia wykonanie oceny postępu robót, analizy opóźnień oraz wpływu ewentualnych opóźnień na dalszy przebieg robót dla szerokiej gamy obiektów budowlanych. Proces weryfikacji harmonogramu w kolejnych datach stanu jest tu ściśle powiązany z możliwością wykonania analizy opóźnień. Sama analiza opóźnień z zastosowaniem programu MS Project może być wykonana w trzech fazach procesu inwestycyjnego:

- na etapie planowania przed rozpoczęciem robót – jako element wykonywanej analizy ryzyka projektu,
- w trakcie wykonywanych robót – jako narzędzie do oceny zmian w planie bazowym wynikających z rzeczywistego postępu prac i ich wpływu na dalszy przebieg robót oraz planowany termin zakończenia całego przedsięwzięcia (lub koszt),
- po zakończeniu robót – do analizy przyczyn rozbieżności pomiędzy planem bazowym a faktycznym przebiegiem prac.

Program przy jego właściwym wykorzystaniu oraz regularnym wysyceniu realistycznymi i aktualnymi danymi z placu budowy pozwala ocenić faktyczny stan zaawansowania robót i poniesionych nakładów finansowych, występujące przesunięcia terminów (zwłaszcza opóźnienia), zmiany zapasów czasu, zmiany w przebiegu ścieżki krytycznej itp. Uzyskane z programu informacje stanowią z kolei podstawę do podjęcia działań naprawczych, których efekty zostaną odnotowane w kolejnych aktualizacjach. W ten sposób cały proces od planowania, poprzez zarządzanie budową, analizę opóźnień po podejmowane działania naprawcze został zespolony w ciąg wzajemnie skoordynowanych działań. Potwierdzają to zarówno przykłady z praktyki inżynierskiej, jak i prowadzone badania.

Należy jednak pamiętać, że MS Project to tylko narzędzie, którego efektywne wykorzystanie w dużym stopniu zależy od użytkownika, jego znajomości programu, doświadczenia, umiejętności zorganizowania sprawnego systemu zbierania aktualnych i wiarygodnych danych na budowie, zdolności poprawnego interpretowania wyników obliczeń, decyzyjności. Zasadnicze znaczenie dla poprawnego procesu planowania, bieżącego zarządzania budową i wykonywanej analizy opóźnień ma również bardzo dobra znajomość realizowanej inwestycji, szeregu istniejących uwarunkowań, jej aktualnego stanu oraz umiejętność realistycznej oceny aktualnej i przyszłej sytuacji. Nadmierny optymizm co do dalszego przebiegu prac i/lub czysto mechaniczna interpretacja „suchych" danych z kolejnych wersji aktualizacji harmonogramu w programie, bez znajomości realiów budowy i programu, może prowadzić do wyciągania fałszywych wniosków.

BIBLIOGRAFIA

[1] Połoński M., Jak skrócić zagrożony termin zakończenia robót na obiekcie budowlanym? Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – Ryzyko międzynarodowej kooperacji przedsiębiorstw, red. nauk. Jadwiga Bizon-Górecka, Bydgoszcz, 2010, str. 340–351

[2] Jaworski K. M., Metodologia projektowania realizacji budowy, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1999

[3] Połoński M., Wpływ budowy sieci zależności na przebieg ścieżki krytycznej i wyniki aktualizacji harmonogramu sieciowego. Czasopismo techniczne 1-B/2010 Zeszyt 2 Rok 107, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2010, str. 325–340

[4] Połoński M., Pruszyński K., Stosowanie rozszerzonych typów relacji w harmonogramach przedsięwzięć budowlanych. Problemy przygotowania i realizacji inwestycji budowlanych, Warsztaty inżynierów budownictwa Puławy 22–24 października 2008 r., Warszawa, str. 279–288

[5] Chatfield C., Johnson T., Microsoft 2019: Project 2019 Krok po kroku (ebook), Wydawnictwo Promis

[6] Połoński M., Kontrola kosztów realizacji obiektu budowlanego metodą Earned Value, Praca zbiorowa pod redakcją T. Kasprowicza, SIPB KILiW PAN, 2015, str. 81–125

Aktualne problemy BHP w Budownictwie

Seminarium w dniu 20.10.2021 r., sala nr 407, Wydział Inżynierii Lądowej PW
al. Armii Ludowej 16, Warszawa

PATRONAT MEDIALNY Przegląd budowlany

Agenda seminarium:

10^{15} – 10^{45} Powitanie gości, inauguracja seminarium
10^{45} – 11^{15} Zagrożenia w budownictwie – budynki wysokie mieszkalne
11^{15} – 11^{45} Bezpieczeństwo współpracy z robotem przemysłowym w budownictwie
12^{15} – 12^{45} Wypadki na placach budów – studia wybranych przypadków
12^{45} – 13^{15} Bezpieczeństwo w wymaganiach kontraktowych – korzyści finansowe, jakościowe i BHP
13^{15} – 13^{45} Środki ochrony indywidualnej – wymagania zasadnicze
13^{45} – 14^{15} Planowanie i organizacja robót budowlanych z wykorzystaniem narzędzi Porozumienia dla Bezpieczeństwa w Budownictwie
14^{15} – 14^{45} Podsumowanie bieżącej edycji studiów podyplomowych „Bezpieczeństwo i higiena pracy w budownictwie" realizowanych na Wydziale Inżynierii Lądowej PW

Organizatorzy:

Okręgowy Inspektorat Pracy w Warszawie
Wydział Inżynierii Lądowej Politechnika Warszawska
Porozumienie dla Bezpieczeństwa w Budownictwie
POLSKI ZWIĄZEK PRACODAWCÓW BUDOWNICTWA
Polskie Towarzystwo Politechniczne

Narzędzia wspomagające wzrost kwalifikacji w przemyśle budowlanym UE

Dr inż. Paweł Nowak, dr inż. Aleksander Nicał, dr inż. Jerzy Rosłon, dr inż. Mariola Książek-Nowak, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska

1. Wprowadzenie

Sektor budowlany odgrywa ważną rolę w gospodarce europejskiej. Generuje prawie 10% PKB i zapewnia 20 milionów miejsc pracy. Podniesienie poziomu wykształcenia kadr w tym sektorze jest bardzo ważne ze względu na efektywność i trwałość branży budowlanej. Istnieje duża migracja inżynierów, kierowników budowy w sektorze budowlanym ze względu na różny stan rozwoju gospodarczego krajów UE. Z tego względu niezwykle ważne jest, aby kwalifikacje i umiejętności personelu budowlanego i kierowników budowy były uznawane i certyfikowane w ten sam sposób w całej UE. Głównym celem projektów jest:

- rozszerzenie – we współpracy ponadnarodowej – Biblioteki Menedżera Budowlanego (19 podręczników powstałych w poprzednich projektach Leonardo da Vinci TOI i kolejne 6 pozycji w ERASMUS+ – wszystkie dostępne bezpłatnie na stronie www.cloemcv.il.pw.edu.pl, strona internetowa odwiedzana przez ponad 27 tys. beneficjentów) oraz
- przygotowanie szkoleń dla specjalisty ds. robót wykończeniowych, umożliwiającego ich wdrażanie i stosowanie w różnych krajach oraz w unijnych systemach kształcenia i szkolenia zawodowego.

2. Projekt ERASMUS+ CLOEMC V

Projekt CLOEMC V – którego pełen tytuł brzmi Common Learning Outcomes for European Managers in Construction, Part V – o numerze 2019-1-PL01-KA202-064996 jest realizowany w terminie 01.12.2019 – 28.02.2022.

Rys. 1. *Logo i kod QR projektu CLOEMC V [2]*

Promotorem jest Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, Polska (www.il.pw.edu.pl), a partnerzy to: Technische Universitat Darmstadt, Niemcy (www.tu-darmstadt.de), Universitat Politecnica de Valencia, Hiszpania (www.upv.es), Association of Building Surveyors and Construction Experts, Irlandia (www.aeebc.org), Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa, Polska (www.psmb.pl) oraz Korporacja RADEX S.A., Polska (www.korporacjaradex.pl).

CLOEMC V, jak wskazuje nazwa, jest piątym już wydaniem projektu. Poprzednie fazy były realizowane w latach: CLOEMC IV w 2015–2017, CLOEMC III w 2012–2013, zaś CLOEMC I oraz II w 2009–2011. Warto zaznaczyć, że projekty z numerami I, II i III były powiązane z programem Leonardo da Vinci. Projekt CLOEMC V związany jest z dyrektywą unijną 89/48/EWG w sprawie zawodów regulowanych. Głównym celem projektu jest udoskonalenie wspomnianej dyrektywy tak, by powstał spójny i jednolity system certyfikacji, oceny i porównywania kwalifikacji menedżerskich w branży budowlanej, jako że kształcenie w tym zakresie jest różne w poszczególnych państwach Wspólnoty Europejskiej [4]. Umożliwi on przede wszystkim większą mobilność na europejskim rynku pracy, a także efektywną wymianę wiedzy i doświadczeń między ekspertami z różnych krajów. W ramach projektu CLOEMC V powstanie sześć podręczników do Biblioteki Menedżera Budowlanego (Construction Managers' Library, CML). Zarys każdego z podręczników przedstawiono dalej. Każdy z nich zawierać będzie wprowadzenie, szczegółowo opisane rezultaty nauczania, zestaw studiów przypadku oraz obszerną bibliografię i linki internetowe/pozycje literatury, które mogą zostać wykorzystane do poszerzenia swojej wiedzy.

- M26: Mentoring i coaching w budownictwie – podręcznik ten skupia się między innymi na tzw. umiejętnościach miękkich w zarządzaniu budową [6]. Podręcznik ten obejmie: techniki mentoringu i coachingu, miękkie aspekty zarządzania, studia przypadków itp. Doświadczenia i badania partnerów [3] pokazują, że istnieje przepaść pokoleniowa między doświadczonymi inżynierami i menedżerami z wieloletnią praktyką a młodymi, nowymi pracownikami pracującymi przy projektach budowlanych. Podręcznik da nowatorskie, wielokulturowe podejście do tematu przekazywania wiedzy. Proponowana treść książki to: historia, definicje, korzyści płynące z mentoringu, techniki mentoringu, mentoring sytuacyjny, nadzorczy, flash, programy mentoringu korporacyjnego, mentoring w edukacji, mentoring mieszany, mentoring odwrócony.
- M27: Aspekty archeologiczne i ochrony dziedzictwa w budownictwie – w tym podręczniku można znaleźć

np. przystępnie przedstawione aspekty prawne związane z dziedzictwem historycznym i pracą archeologów na budowie. W podręczniku autorzy podadzą: regulacje prawne związane z ochroną dziedzictwa narodowego, współpracę z archeologami na terenie budowy, archeologią dla kierowników budowy, opis prac konserwatorskich, innowacyjne podejście budujące pomost między pracownikami budowlanymi a ekspertami archeologami. Proponowana treść książki to: krótka historia archeologii europejskiej, rodzaje stanowisk archeologicznych, proces archeologiczny i jego elementy, zagadnienia prawne i organizacyjne; przepisy unijne i krajowe (organy publiczne, procedury administracyjne, uprawnienia).

- M28: Przełomowe innowacje w zarządzaniu budową – ten podręcznik jest powiązany głównie z wykorzystaniem branży IT w budownictwie [1, 5]: aplikacje wspomagające i usprawniające pracę menedżera, rozszerzona rzeczywistość (AR). W podręczniku autorzy zaprezentują: definicje przełomowych innowacji, innowacyjne aplikacje IT w budownictwie [10], ochronę danych, Big Data, Rozszerzoną Rzeczywistość [11] itp. Sektor budowlany z trudem nadąża za szybkim rozwojem kadry kierowniczej, narzędziami i metodami informatycznymi. Podręcznik pokaże interesariuszom sektora budowlanego ogromne możliwości unowocześnienia ich codziennego życia zawodowego. Proponowana treść książki to: przegląd przełomowych innowacji z przeszłości (np. tablica kreślarska – CAD), zastosowania przełomowych innowacji – budowa modułowa i prefabrykacja jako substytut procesu montażu i produkcji na placu budowy; druk 3D, robotyka i produkcja addytywna elementów betonowych jako substytut deskowań; druk 3D, robotyka i wytwarzanie addytywne elementów stalowych jako zamiennik wstępnego montażu; technologia czujników i polisensoryczna identyfikacja procesów na placu budowy (jako substytut dokumentacji analogowej i ręcznej oraz identyfikacji procesów; wirtualne szkolenia do niebezpiecznych prac na budowach, sztuczna inteligencja – uczenie maszynowe i głębokie uczenie się w budownictwie.
- M29: Nowoczesna gospodarka o obiegu zamkniętym w budownictwie – szczególnie istotny, jako że w 2018 roku Unia Europejska zaleciła przejść na gospodarkę o obiegu zamkniętym (minimalizującą zużycie surowców i produkcję odpadów do minimum). Podręcznik ten obejmie następujące aspekty zarządzania projektem i budową, w ramach realizacji planu działania na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym 2018, który został zalecony przez Komisję Europejską, na przykład: gospodarka odpadami, górnictwo miejskie, procedury prawne i technologie związane z rozbiórkami itp. W 2018 roku Komisja Europejska przyjęła ambitny pakiet dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, który obejmuje środki, jakie pomogą stymulować przejście Europy na gospodarkę o obiegu zamkniętym, pobudzić globalną konkurencyjność,

Rys. 2. *Schemat gospodarki o obiegu zamkniętym (źródło: https://cyrkularni.pl/pl/gospodarka-o-obiegu-zamknietym/)*

wspierać zrównoważony wzrost gospodarczy i tworzyć nowe miejsca pracy. To innowacyjne podejście powinno znaleźć zastosowanie w budownictwie i zostanie przedstawione w podręczniku.
Proponowana treść książki to: definicja gospodarki o obiegu zamkniętym, koncepcje gospodarki o obiegu zamkniętym, w tym podrozdziały dotyczące górnictwa miejskiego i BIM w LCA (*Life Cycle Assessment*) [9], perspektywa europejska – Europejski Zielony Ład, Gospodarka o obiegu zamkniętym w projektowaniu, budowie, utrzymaniu obiektu i rozbiórkach.

- M30: Przystępne budownictwo mieszkaniowe – podręcznik porównujący różne szkoły projektowania i stawiania budynków mieszkalnych, a także skupiający się na aspektach związanych z wygodą mieszkania zwłaszcza dla osób starszych i niepełnosprawnych. Ten podręcznik obejmie następujące aspekty zarządzania projektem i budową, na przykład: porównanie różnych koncepcji projektów mieszkaniowych w zakresie technologii i metod, kosztów, czasu i osiągalnych standardów, strategii renowacji istniejących budynków, możliwości zamieszkania, komfortu, dostępności, zwłaszcza dla osób starszych oraz osób niepełnosprawnych ze specjalnymi potrzebami itp. Podręcznik ten pokaże innowacyjne metody projektowania z podkreśleniem takich aspektów, jak wygoda, dostępność. Proponowana treść książki to: podstawowe informacje i definicje, statystyka (rynek mieszkaniowy UE, prawa własności), rozwój podaży mieszkań, potrzeby społeczeństwa, technologiczne metody budowy i typologia mieszkań [5], strategie modernizacji i renowacji istniejących budynków, cyfryzacja w przestrzeni życiowej – *Ambient Assisted Living* (AAL), systemy inteligentnego domu.
- M31: Zrównoważony rozwój społeczny w budownictwie – podręcznik skupiony na społecznym oddziaływaniu budowy i budowli, podający kryteria społeczne, które

należy brać pod uwagę w projektach i metody określania wspomnianego wpływu. W podręczniku przedstawiono sposoby oceny wyników społecznych projektów budowlanych, kryteria społeczne, które należy uwzględnić w projektach budowlanych, wskaźniki do oceny wyników społecznych projektów budowlanych, metody ważenia oceny ogólnych wyników społecznych projektu. Celem tej książki jest opracowanie metody, która pomoże firmom budowlanym w ocenie społecznej projektów budowlanych, zgodnie z zaleceniami opublikowanymi przez Komisję Europejską i Program Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska. Firmy budowlane koncentrują się głównie na kosztach, harmonogramie i jakości, aby utrzymać konkurencyjność. Chociaż firmy muszą odpowiedzieć na wyzwania związane ze zrównoważonym rozwojem i stać się jednostkami odpowiedzialnymi społecznie, niewiele uwagi poświęca się wzmocnieniu praktyk zrównoważonego rozwoju społecznego w firmach budowlanych, utrudniając transformację branży w kierunku ogólnego zrównoważonego rozwoju. Obecnie najważniejszym ograniczeniem, które istnieje w celu uwzględnienia kwestii społecznych w każdym projekcie budowlanym, jest brak jasnych i użytecznych definicji tego, czym jest zrównoważony rozwój społeczny w budownictwie, jakie czynniki decydują o jego ocenie oraz metodologie, które można w tym celu zastosować. Proponowana treść książki to: definicje zrównoważonego rozwoju w branży budowlanej, problemy i wyzwania, przeszkody we wdrażaniu praktyk zrównoważonego rozwoju społecznego w budownictwie, korzyści z wdrażania zrównoważonych praktyk społecznych, kluczowe czynniki zrównoważonego rozwoju społecznego w budownictwie, znaczenie zrównoważonego rozwoju społecznego w budownictwie z różnych perspektyw (firmy, projektu, obiektu, zamówień, społeczeństwa), wskaźniki oceny społecznej, pomiar zrównoważenia społecznego w branży budowlanej: infrastruktura i perspektywa przedsiębiorstw, propozycja metody oceny społecznej zamówień na roboty budowlane.

Projekt CLOEMC pomaga rozwinąć umiejętności podstawowe i przekrojowe, takie jak przedsiębiorczość (prowadzenie małych i średnich firm budowlanych w całej UE), zarządzanie (lepsze wykorzystanie środków unijnych na projekty budowlane) oraz kompetencje językowe (polska, angielska, niemiecka i hiszpańska wersja podręczników) umożliwi użytkownikom doskonalenie umiejętności językowych) w dziedzinach kształcenia i szkolenia dorosłych [7]. Przejrzysta struktura wiedzy zawarta w Bibliotece Kierowników Budowy (CML) umożliwia opracowanie odpowiednich metod oceny i innowacyjnych metod certyfikacji kierowników budów w UE. Wyniki poprzednich projektów CLOEMC I-IV pomogły już w stworzeniu pierwszych podstaw takich metod przez AEEBC (tytuł EurBE) i PSMB. Projekt będzie promował wykorzystanie zintegrowanego nauczania przedmiotowo-językowego (CLIL) w celu zwiększenia kompetencji językowych wśród uczniów z różnych dziedzin edukacji, ponieważ podręczniki będą powszechnie dostępne (podobnie jak 25 poprzednich) w czterech wersjach językowych. Treść podręczników, przygotowanych na podstawie doświadczeń Partnerstwa międzynarodowego, wzmocni możliwości mobilności pracowników budowlanych w całej UE. Personel budowlany zdobędzie dodatkową wiedzę zwiększającą jego kompetencje i umiejętności potrzebne do prowadzenia zarówno przedsiębiorstw budowlanych w warunkach gospodarki rynkowej oraz projekty budowlane współfinansowane z UE. Pomoże im także działać w wielokulturowym środowisku – odpowiednim dla placu budowy i wielokulturowych globalnych firm budowlanych. Projekt wzmacnia współpracę między przemysłem a sektorem edukacyjnym. CLOEMC V będzie promować dostęp do otwartych zasobów edukacyjnych (OER) i uczenie się za ich pośrednictwem, ponieważ podręczniki będą dostępne dla wszystkich zainteresowanych stron w internecie. Karta EurBE promowana przez AEEBC i PSMB wśród 360 tys. profesjonalistów EU to doskonały sposób na przyczynienie się do rozwoju Europejskiego Obszaru Umiejętności i Kwalifikacji. Promuje większą spójność między różnymi unijnymi i krajowymi narzędziami przejrzystości i uznawania, wspierając uznawanie i walidację uczenia się pozaformalnego i nieformalnego.

3. Projekt ERASMUS+ IPCIC

Kolejnym z projektów realizowanych na Wydziale Inżynierii Lądowej PW jest projekt IPCIC. Jego pełna nazwa to Improvement of Professional Competences in Construction (Udoskonalenie kwalifikacji zawodowych w dziedzinie budownictwa), numer projektu 2018-1-PL01-KA202-050616. Promotorem projektu jest Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa, Polska (www.psmb.pl), a partnerami są: Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, Polska (www.il.pw.edu.pl), Erbud S.A., Polska (www.erbud.pl), Centro Edile A. Palladio, Włochy (www.centroedilevicenza.it), Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego Nr 1 w Warszawie, Polska (www.ckziu1.edu.pl) oraz Viesoji Istaiga Vilniaus Statybininku Rengimo Centras, Litwa (www.vsrc.lt) oraz Projekt rozpoczęto 01.09.2018 r., jego zakończenie zaplanowano na 31.08.2021r.

Rys. 3. *Logo i kod QR projektu IPCIC*

Sektor budowlany wymaga wysoko wykwalifikowanych pracowników ze względu na ciągły rozwój technologii (np. nowe materiały ekologiczne i zrównoważone technologie).

Rys. 4. *Film ETOS pracy w budownictwie – rezultat projektu IPCIC, dostępny tu: https://chmura.il.pw.edu.pl/index.php/s/Qgonc4SxGpWsYif*

Obecnie we wszystkich krajach UE nie ma wystarczającej liczby wykwalifikowanych pracowników budowlanych. Według badań przeprowadzonych przez partnerów projektu oraz AEEBC (*The Association of European Experts in Building and Construction*) obecny system kształcenia i szkolenia zawodowego wymaga poprawy. W odpowiedzi na tę potrzebę celem projektu IPCIC jest udoskonalenie nie tylko samych metod edukacji, ale podejścia do nauki budownictwa. Aby była ona jeszcze skuteczniejsza, zdecydowano się na zastosowanie modelu nauki poprzez pracę. W tym celu jednym z partnerów jest firma budowlana. Kolejną innowacją jest zmodernizowanie obecnych metod nauczania tak, aby były zgodne z nowymi regulacjami prawnymi i odpowiadały na nowoczesne trendy w branży budowlanej. Partnerzy chcą to osiągnąć poprzez uzupełnienie klasycznych metod nauki o filmy instruktażowe oraz o nowoczesne zasoby edukacyjne. Będą one zawierały wiedzę niezbędną dla specjalistów od prac wykończeniowych ze szczególnym naciskiem na efektywność pracy i edukacji, przepisy BHP i umiejętności miękkie. Zasoby te zostaną przygotowane w kilku językach, dzięki czemu kursanci będą mogli nauczyć się specjalistycznego słownictwa nie tylko w języku polskim. Ma to na celu zwiększenie konkurencyjności wyszkolonych pracowników, również poprzez prezentację praktyk krajów uczestniczących. Projekt jest skupiony wokół trzech specjalizacji: monter instalacji wodno-kanalizacyjnych, monter zabudowy suchej oraz glazurnik.

Projekt podzielono na pięć etapów:

- Etap 1: Opracowanie programu kursów;
- Etap 2: Opracowanie metodologii nauczania;
- Etap 3: Opracowanie materiałów dydaktycznych i scenariuszy filmów instruktażowych;
- Etap 4: Opracowanie materiałów filmowych (filmy instruktażowe i tłumaczenia tekstów);
- Etap 5: Opracowanie materiałów do szkolenia nauczycieli.

4. Podsumowanie

Głównym efektem projektów przedstawionych w tym artykule jest poprawa edukacji personelu budowlanego na wszystkich poziomach – od pracowników fizycznych, przez studentów, po wysoko wykwalifikowanych menedżerów. Wspomniane projekty pozwalają również na rozpoznanie potrzeb w zakresie kwalifikacji personelu budowlanego, uznanie stosowanych systemów edukacji, certyfikacji personelu i akredytacji studiów (takich jak studia podyplomowe „Zarządzanie w Budownictwie" prowadzone na Politechnice Warszawskiej www.spzwb.il.pw.edu.pl), programów i kursów szkół technicznych w UE [2]. W projektach tych zastosowano innowacyjne podejście do edukacji – kształcenie na odległość i mieszane. Projekty dydaktyczne ERASMUS+ są również niezwykle przydatne do zacieśnienia współpracy między różnymi podmiotami na europejskim rynku gospodarczym: instytucjami szkolnictwa wyższego, organami zawodowymi, firmami, szkołami średnimi i przedsiębiorstwami [8]. Projekty tworzą pozytywną synergię systemów gospodarczych i edukacyjnych.

BIBLIOGRAFIA

[1] Böde K., Różycka A., Nowak P., Development of a Pragmatic IT Concept for a Construction Company Sustainability, Sustainability 12/2020
[2] Frydrych M., Górka M., Laskowski-Słomianko A., Nowak P., Rosłon J., Dydaktyczne projekty ERASMUS+ realizowane na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej [w:] Kwartalnik naukowo-gospodarczy Klastra COP 1/2020
[3] Książek M. V., Nowak P., Diversity management aspects in construction, Acta Scientiarum Polonorum, Seria: Architectura, 2017
[4] Książek M. V., Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Europejskie podstawy nauczania menedżerów budowlanych, Materiały Budowlane 6/2016
[5] Książek M. V., Nowak P., Kivrak S., Rosłon J. H., Ustinovichius L., Computer-aided decision-making in construction project development, Journal of Civil Engineering and Management 21(2)2015
[6] Nicał A. K., Rosłon J., Nowak P., Książek-Nowak M. V., New trends in construction education and training, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.), IATED Academy, Edulearn Procedings, 2018
[7] Nicał A. K., Książek M. V., Nowak P., Rosłon J., Foremny A. O., Distance Learning within Management in Construction – Polish, Norwegian and Icelandic Experiences in Blended Learning. Procedia Engineering, 2017
[8] Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Innovations in Construction Personnel Education, MATEC Web of Conferences 86/2016
[9] Rosłon J., Książek-Nowak M., Nowak P., Zawistowski J., Cash-Flow Schedules Optimization within Life Cycle Costing (LCC), Sustainability 12/2020
[10] Rosłon J., Książek-Nowak M., Nowak P., Schedules Optimization with the Use of Value Engineering and NPV Maximization, Sustainability 12/2020
[11] Rosłon J., Nowak P., Nicał A. K., Modern approach to education in construction industry, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.) (red.), IATED Academy, Edulearn Procedings, 2018

Szkolenie z wykorzystania technologii rzeczywistości rozszerzonej w wybranych obszarach budownictwa w UE

Dr inż. Aleksander Nicał, dr inż. Paweł Nowak, dr inż. Jerzy Rosłon, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska

1. Wprowadzenie

Branża budowlana odgrywa istotną rolę w gospodarce Unii Europejskiej. Sektor ten zapewnia 20 milionów bezpośrednich miejsc pracy i jest odpowiedzialny za około 10% Produktu Krajowego Brutto Unii Europejskiej. Dodatkowo budownictwo tworzy nowe miejsca pracy, napędza wzrost gospodarczy i zapewnia rozwiązania służące wyzwaniom społecznym, klimatycznym i energetycznym. Komisja Europejska wśród celów wymienia m.in. pomoc dla sektora budowlanego w osiągnięciu większej konkurencyjności, oszczędności zasobów i rozwoju koncepcji budownictwa zrównoważonego. Cele te wpisują się w ogólne tendencje w budownictwie dotyczące m.in. rozwoju technik informatycznych w procesach decyzyjnych, w tym BIM (*Building Information Modeling*), ograniczenia emisji szkodliwych odpadów i wsparcia dla aspektów środowiskowych [1, 2, 3, 4, 5]. Podkreśla się także dla budownictwa potrzebę rozwoju w zakresie:

- szkoleń specjalistycznych i uatrakcyjnienia sektora, w szczególności dla pracowników fizycznych, uczelni technicznych i uniwersytetów;
- innowacji, rozumianej poprzez bardziej aktywne przyjmowanie nowych technologii.

W zakresie tym opracowane już zostały publikacje odnoszące się do szkoleń dla menedżerów budownictwa [6], personelu budowlanego [7], w tym także prowadzonych w trybie nauczania zdalnego i hybrydowego [8]. Problematyka wdrażania innowacji w nauczaniu dla sektora budownictwa, w oparciu o techniki wirtualne, poruszona została także jeszcze przed wybuchem pandemii COVID-19 [9, 10]. Wśród kolejnych ważnych kwestii, z którymi mierzy się budownictwo jest m.in. jakość [11] oraz bezpieczeństwo i higiena pracy (BHP). Prace budowlane są jednym z najczęstszych źródeł poważnych, często śmiertelnych wypadków nie tylko w Polsce, ale w całej Unii Europejskiej. W związku z tym, że życie ludzkie jest najważniejszą wartością, istnieje ogromna potrzeba ciągłego podnoszenia poziomu BHP w budownictwie. Należy także zaznaczyć, że problem ten został poruszony w Dyrektywie Europejskiej 2001/45/WE, która zobowiązuje do podejmowania odpowiednich działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa i higieny pracy.

2. Projekt ARSC

Projekt ARSC – Bezpieczny montaż okładzin kamiennych z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej (*Augmented Reality for Stone Cladding Safe Assembling Operation*) o numerze 2019-1-PL01-KA202-065001 jest realizowany w ramach Programu ERASMUS+ w okresie od 01.11.2019 do 31.10.2021. Głównym celem tego projektu jest poprawa bezpieczeństwa na placach budowy w trakcie prowadzenia montażu okładzin kamiennych, poprzez zapobieganie wypadkom w pracy, w szczególności upadkom z wysokości. Wypadki te są najczęstszą przyczyną śmiertelnych obrażeń wśród pracowników sektora budownictwa. W celu osiągnięcia tego celu, tj. zmniejszenia liczby wypadków, opracowywany jest system szkoleń, składający się z podręcznika i oprogramowania rzeczywistości rozszerzonej, który ma wspomóc pracowników budów w zapoznawaniu się z kluczowymi kwestiami odnoszącymi się do bezpieczeństwa, a także dokształcić w dziedzinie wykonywania okładzin z kamienia [12]. Projekt ten skierowany został do inżynierów budownictwa, studentów budownictwa, robotników budowlanych, ale także do uczelni technicznych, techników budowlanych oraz małych i średnich przedsiębiorstw (SME). Rezultaty projektu udostępnione zostaną dla wszystkich osób zainteresowanych, zgodnie z ideą Otwartych Zasobów Edukacyjnych. Logo i kod QR umożliwiający szybko dostęp do strony www. projektu pokazano na rysunku 1.

Rys. 1. *Logo i QR kod projektu ARSC*

Promotorem projektu jest Korporacja RADEX S.A., Polska (www.korporacjaradex.pl), a partnerzy to: University of Valencia, Hiszpania, (www.uv.es), Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, (www.il.pw.edu.pl), Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (www.psmb.pl), University of Granada, Hiszpania (www.ugr.es), Uniwersytet Techniczny w Darmstadt, Niemcy (www.tu-darmstadt.de).

Przewidywane rezultaty projektu obejmują:

- O1: Mapę podstawowych umiejętności monterów okładzin kamiennych,
- O2: Raport dotyczący technologii okładzin kamiennych i kosztów,
- O3: Podręcznik BHP oraz procedury montażu okładzin kamiennych,
- O4: Oprogramowanie Augmented Reality (AR) do montażu okładzin kamiennych (wybrane procedury),
- O5: Rozwój systemu szkoleniowego.

3. Projekt ARFAT

Projekt ARFAT – Szkolenie z montażu deskowań w rozszerzonej rzeczywistości (*Augmented Reality Formwork Assembly Training*) o numerze 2016-1-PL01-KA202-026102 był realizowany w ramach Programu ERASMUS Plus w okresie od 01.12.2016 do 30.11.2018. Głównym celem projektu było zmniejszenie wypadkowości podczas prac budowlanych, polegających na wykonywaniu deskowań i ustawianiu oraz montażu rusztowań. Projekt był odpowiedzią na oczekiwania pracowników budowlanych oraz pracodawców, którzy stwierdzili, że istnieje duże zapotrzebowanie na szkolenia budowlane z wykorzystaniem AR.

Rys. 2. *Logo i QR kod projektu ARFAT*

Osiągnięcie postawionych celów możliwe było poprzez przygotowanie systemu szkoleń. System szkoleń zawierał wiedzę na temat deskowań i rusztowań, ze szczególnym uwzględnieniem efektywności pracy i przepisów BHP. Dodatkowo projekt przyczynił się do poprawy mobilności personelu budowlanego, dzięki swojej międzynarodowej treści (prezentacja praktyk z krajów uczestniczących w projekcie) oraz wielojęzycznej formie (rys. 2). Przyczyniło się

Rys. 3. *Poster projektu ARFAT w języku angielskim*

to korzystnie w zakresie opanowania przez użytkowników słownictwa specyficznego dla deskowań i rusztowań. Promotorem projektu był Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (www.il.pw.edu.pl), a partnerzy to: University of Valencia, Hiszpania (www.uv.es), Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (www.psmb.pl), University of Valencia, Hiszpania (www.uv.es), Uniwersytet Techniczny w Darmstadt, Niemcy (www.tu-darmstadt.de), Fundación Laboral de la Construcción, Hiszpania (www.fundacionlaboral.org) oraz firma PERI, Polska (www.peri.com.pl). Szczegółowymi rezultatami intelektualnymi projektu są:

- O1: Potwierdzenie wyników nauczania,
- O2: System szkoleniowy ARFAT,
- O3: Podręcznik ARFAT (okładka pokazana na rys. 4).,
- O4: Aplikacja ARFAT na urządzenia android OS i iOS,
- O5: Markery ARFAT AR,
- O6: Filmy instruktażowe ARFAT.

Rys. 4. *Okładka podręcznika szkoleniowego opracowanego w ramach projektu ARFAT; wszystkie materiały z projektu ARFAT oraz jego rezultaty są dostępne dla wszystkich zainteresowanych, zgodnie z ideą Otwartych Zasobów Edukacyjnych*

4. Projekt setTAR

Projekt setAR – Szkolenie w zakresie bezpiecznego wykonywania robót ziemnych wspomagane technologią rzeczywistości rozszerzonej (*Safe Earthworks Training with the use of Augmented Reality*) o numerze 2020-1-PL01-KA202-081555 jest realizowany w ramach Programu ERASMUS+ w okresie od 01.12.2020 do 30.11.2022 (rys. 5). Głównym celem projektu jest ograniczenie liczby wypadków występujących na placach budów w trakcie wykonywania robót ziemnych. Potrzeba realizacji projektu wynikła ze specyfiki wykonywania robót ziemnych, w tym m.in. obecności ciężkich maszyn budowlanych (koparki, spycharki, samochody samowyładowcze w urobkiem ziemnym), występujących przewyższeń w terenie oraz możliwości obsunięcia znacznych mas ziemnych. Ponadto, na podstawie wcześniej zrealizowanych projektów (ARFAT) z wykorzystaniem technologii rzeczywistości rozszerzonej, została potwierdzona przez grupy docelowe potrzeba dalszego wykorzystania tej technologii do szkoleń w budownictwie. Grupami docelowymi projektu są inżynierowie i technicy budowlani, pracownicy budowlani, operatorzy sprzętu budowlanego, uczelnie wyższe, technika oraz małe i średnie przedsiębiorstwa budowlane.

Rys. 5. *Logo i QR kod projektu setAR*

Projekt setAR przestrzega ram ET2020, opracowując aktualne kształcenie i szkolenie zawodowe, zapewniające dopasowanie rynku pracy do wymagań dotyczących umiejętności. Jest również zgodny z inicjatywą „edukacji otwierającej" poszerzającej dostęp do edukacji poprzez OER.
Rozwijanie umiejętności poprzez szkolenie setAR wspiera również polityki UE, takie jak „Komunikat z Burges", „Kształcenie i szkolenie zawodowe na rzecz lepszego wzrostu umiejętności i zatrudnienia" oraz „Program na rzecz nowych umiejętności i zatrudnienia".
Promotorem projektu jest Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (www.il.pw.edu.pl), a partnerzy to: University of Valencia, Hiszpania (www.uv.es), Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (www.psmb.pl), Uniwersytet Techniczny w Darmstadt, Niemcy (www.tu-darmstadt.de) oraz Fundación Laboral de la Construcción, Hiszpania (www.fundacionlaboral.org).
Szczegółowymi rezultatami intelektualnymi projektu są:

- O1: Potwierdzenie wyników nauczania,
- O2: System szkoleniowy setAR,
- O3: Podręcznik setAR,
- O4: Aplikacja setAR na urządzenia android OS i iOS,
- O5: Markery setAR AR,
- O6: Filmy instruktażowe setAR.

Szkolenie setAR będzie dostępne dla wszystkich zainteresowanych, a jego innowacyjna forma wpasowuje się w wymagania ery digitalizacji.

5. Podsumowanie

Technologia rzeczywistości rozszerzonej stanowi przyszłość w zakresie szkoleń przy użyciu urządzeń mobilnych i komputerów. Wyniki ze zrealizowanego projektu ARFAT w Programie ERASMUS+ potwierdzają spełnienie oczekiwań użytkowników, którymi w tym przypadku są kadry inżynierskie, specjalizujące się w robotach budowlanych. Ponadto bardzo dobry odbiór wyników projektów przez grupy docelowe, tj. osoby związane z branżą budowlaną oraz instytucje zajmujące się kształceniem w tym obszarze i ich dalsze oczekiwania kolejnych szkoleń, stanowią wyzwanie dla kolejnych i trwających obecnie projektów (ARSC i setAR). Zmieniające się okoliczności funkcjonowania branży budowlanej, w tym pandemia COVID-19 oraz wynikające z tego ograniczenia wpływają na coraz większe zapotrzebowanie na szkolenia w formule internetowej w sposób zdalny. Wydaje się, że okres po zakończeniu pandemii może w znaczący sposób wpłynąć na formułę prowadzenia nauczania. Ponadto, związana w branżą budowaną praca w terenie, zwykle wiążąca się ze znaczną liczbą nadgodzin i ograniczoną mobilnością, będzie przyczyniać się do dalszego rozwoju takich narzędzi kształcenia. Zaznaczyć należy także pozytywny wpływ projektów w Programie ERASMUS+ na zacieśnianie współpraca pomiędzy instytucjami szkolnictwa wyższego i średniego oraz przedsiębiorstwami z sektora budownictwa.

BIBLIOGRAFIA

[1] Foremny A., Nicał A., Building Information Modeling: stan obecny i kierunki rozwoju, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe 14/2013, str. 1759–1766
[2] Nowak P., Książek M., Draps M., Zawistowski J., (). Decision making with use of Building Information Modeling, Procedia Engineering 153/2016, str. 519–526
[3] Böde K., Różycka A., Nowak P., Development of a Pragmatic IT Concept for a Construction Company, Sustainability, Sustainability, 12/2020
[4] Książek M. V., Nowak P., Kivrak S., Rosłon J. H., Ustinovichius L., Computer-aided decision-making in construction project development, Journal of Civil Engineering and Management 21(2)2015
[5] Ibadov N., Ecology of building solutions in the engineering of construction projects, Arabian Journal of Geosciences, tom 13, 13/2020, DOI:10.1007/s12517-020-05356-0
[6] Książek M. V., Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Europejskie podstawy nauczania menedżerów budowlanych, Materiały Budowlane 6/2016
[7] Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Innovations in Construction Personnel Education. MATEC Web of Conferences 86/2016
[8] Nicał A. K., Książek M. V., Nowak P., Rosłon J., Foremny A. O., Distance Learning within Management in Construction – Polish, Norwegian and Icelandic Experiences in Blended Learning, Procedia Engineering, 2017
[9] Rosłon J., Nowak P., Nicał A. K., Modern approach to education in construction industry, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.) (red.), IATED Academy, Edulearn Procedings, 2018
[10] Nicał A. K., Rosłon J., Nowak P., Książek-Nowak M. V., New trends in construction education and training, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.), IATED Academy, Edulearn Procedings, 2018
[11] Nicał A., Anysz H., The quality management in precast concrete production and delivery processes supported by association analysis, International Journal of Environmental Science and Technology 17(1)2020, str. 577–590
[12] Frydrych M., Górka M., Laskowski-Słomianko A., Nowak P., Rosłon J., Dydaktyczne projekty ERASMUS+ realizowane na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej [w:] Kwartalnik naukowo-gospodarczy Klastra COP 1/2020

Serdecznie zapraszamy autorów do publikowania
w „Przeglądzie Budowlanym"
Za publikację w miesięczniku „Przegląd Budowlany" uzyskuje się 5 punktów

BIM w szkoleniu kadry architektonicznej i inżynierskiej

Dr inż. Paweł Nowak, dr inż. Aleksander Nicał, dr inż. Jerzy Rosłon, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska

1. Wprowadzenie

Budownictwo jest sektorem przemysłu, które podlega ciągłej aktualizacji ze względu na integrację nowych technologii przy projektowaniu przedsięwzięć oraz uwzględnienie aspektów środowiskowych materiałów budowlanych [1, 2, 3]. Ta nieustanna i szybka modernizacja systemu pracy wymaga stałego i ustawicznego dokształcania specjalistów z branży, z których większość ma ponad 20-letnie doświadczenie zawodowe. W Europie jest około 600 000 architektów, z których 64% ma ponad 40 lat [4]. Podobne tendencje zauważyć można wśród inżynierów budowlanych. W ostatnich latach nastąpił duży spadek liczby architektów i inżynierów pracujących samodzielnie, na rzecz wzrostu zatrudnienia w dużych firmach i przedsiębiorstwach. Odsetek specjalistów pracujących indywidualnie spadł nawet o 50% w ciągu ostatniej dekady. Tendencje te sugerują, że zarówno architekci, jak i inżynierowie budowlani wracają do zatrudnienia w firmach, zamiast prowadzenia pracy w ramach wolnego zawodu. Zakładają przy tym, że będą musieli dostosowywać się do systemów projektowych ustalonych w firmach, nastawionych na modernizację i integrację innowacyjnych metodologii [5, 6]. Proces ten jest szczególnie trudny dla profesjonalistów z dużym doświadczeniem, których wyszkolenie nie pasuje do obecnych narzędzi projektowych. W niniejszym artykule zaprezentowano 3 projekty pozwalające na wzrost kompetencji kadry architektonicznej i inżynierskiej (zarówno młodej, jak i doświadczonej).

2. BIMhealthy

Projekt ERASMUS+ BIMhealthy – którego pełen tytuł brzmi „La Vivienda como Estrategia para la Promoción de la Salud desde un Enfoque Intersectorial y Multidisciplinario" (Budownictwo mieszkaniowe jako promocja zdrowia uwzględniająca podejście międzysektorowe i wielodyscyplinarne) – o numerze 2019-1-ES01-KA203-065060 jest realizowany w terminie 01.12.2019–30.11.2021.

Przeciętny człowiek w mieszkaniu spędza około 12–14 godzin na dobę (a w czasie pandemii nawet więcej), a w budynkach ogólnie ok. 90% czasu dobowego. Wpływ budynku na organizm ludzki jest zatem znacznie większy niż wpływ środowiska zewnętrznego. Jednym z głównych celów projektu jest promowanie prozdrowotnego budownictwa mieszkaniowego. BIMhealthy stawia także na efektywność energetyczną budowli poprzez zmniejszenie zużycia energii przez budynki o 20%, zmniejszenie emisji CO_2 o 20% i zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych do 20%. Wykorzystanie technologii BIM pozwala na uzyskanie większej kontroli nad różnymi aspektami projektu, co pozwala łatwiej analizować różnego rodzaju wpływy mającej powstać budowli [7].

Rys. 1. *Logo i kod QR projektu BIMhealthy [8]*

Promotorem projektu jest Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Marteriales, Hiszpania (www.ctmarmol.es), a w skład partnerstwa wchodzą uznane uniwersytety europejskie: Universidad Católica San Antonio de Murcia, Hiszpania (www.ucam.edu), Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, Polska (www.il.pw.edu.pl) oraz Transilvania University of Brasov, Rumunia (www.unitbv.ro), specjaliści w zakresie zdrowia: Fundació per al Foment de la Investigació Sanitària i Biomèdica de la Comunitat Valenciana, Hiszpania (www.fisabio.san.gva.es/isabial), a także znana w zakresie BIM firma Datacomp, Polska (www.datacomp.com.pl/en/).

Projekt BIMhealthy skupia się na kwestiach zdrowotnych w kontekście budownictwa mieszkaniowego. Założenia projektu obejmują między innymi:

- promowanie wiedzy na temat wpływu budynków na zdrowie ich mieszkańców,
- uwrażliwianie przedstawicieli branży budowlanej na aspekt zdrowotny projektowanych i wznoszonych budynków,
- zintegrowanie narzędzi BIM dotyczących efektywności energetycznej budynku w każdym etapie jego powstawania,
- zapewnienie profesjonalistom branży budowlanej dostępu do szkoleń i informacji na temat aspektów zdrowotnych zdrowotny projektowanych i wznoszonych budowli,
- opracowanie ogólnodostępnego narzędzia komputerowego ułatwiającego branie pod uwagę czynnika zdrowotnego przy projektowaniu z wykorzystaniem BIM. Narzędzie to jest dostępne za darmo na stronie internetowej projektu (kod QR – rysunek 1).

3. UrbanBIM

Pełna nazwa projektu ERASMUS+ UrbanBIM, to: „Innovative educational integration of urban plannings based on BIM-GIS technologies and focused on circular economy challenges". Projekt ten koncentrował się na wykorzystaniu elementów BIM do zarządzania miastami oraz dydaktyki. Numer projektu to: 2018-1-RO01-KA203-049458, a czas realizacji zawierał się w datach 01.10.2018 – 30.09.2020. Promotorem projektu był Universitatea Transilvania din Brasov, Rumunia (www.unitbv.ro), partnerami byli: Asociatia Romania Green Building Council, Rumunia (www.rogbc.org), Universidad de Sevilla, Hiszpania (www.us.es), Asociacion Empresarial de Investigacion Centro Tecnologico del Marmol y la Piedra, Hiszpania (www.ctmarmol.es), Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, Polska (www.il.pw.edu.pl) oraz Datacomp Sp. z o.o., Polska (www.datacomp.com.pl).
Partnerstwo projektu zaobserwowało potrzebę zmodyfikowania systemu edukacji szkolnictwa wyższego, tak aby poprawić jego jakość i efektywność. Zmiany polegały na wprowadzeniu innowacyjnych metod, treści i procedur na uczelniach wyższych. Projekt miał na celu zwiększenie świadomości, jakie niosą za sobą korzyści z racjonalnego wykorzystania energii i materiałów budowlanych. W ramach projektu UrbanBIM opracowano: kursy, szkolenia i materiały dydaktyczne dla studentów i specjalistów z zakresu budownictwa i architektury. Wszystkie opracowane materiały dostępne są na stronie internetowej projektu (kod QR – rysunek 2).

Rys. 2. *Logo i kod QR projektu UrbanBIM [8]*

Projekt skupiał się również na LCA (Life Cycle Assessment), zagadnienie to odpowiada za identyfikację problemów środowiskowych związanych z budownictwem [2]. LCA jest także coraz częściej stosowane w procesie powstawania nowych materiałów i wprowadzaniu ich na rynek. Rosnące znaczenie LCA jest widoczne w coraz popularniejszym oznakowaniu ekologicznym: Deklaracji Środowiskowej Produktu (Environmental Product Declaration, EPD). Deklaracje środowiskowe często są wymagane popytem na rynku, czego przykładem może być LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) w budownictwie. Korzyści z LCA potrafią być znaczące: wiarygodne, przejrzyste dane zarówno dla producentów, jak i konsumentów, umożliwiające podejmowanie lepszych decyzji dotyczących produkcji i użytkowania materiałów budowlanych. W Polsce najczęściej wykorzystywane są cztery międzynarodowe systemy certyfikacji (w porządku alfabetycznym): BREEAM, DGNB, HQE i LEED [9]. Piąty, najnowszy WELL Building Standard, koncentruje się wyłącznie na ocenie wpływu budynku na zdrowie człowieka, obejmuje tylko kilka budynków w kraju.

4. BIMEPD

Projekt ERASMUS+ nr 2020-1-ES01-KA204-083128 – BIMEPD – „Adapted senior training program on BIM methodologies for the integration of EPD in sustainable construction strategies" (dostosowany dla seniorów program szkoleniowy z zakresu metodologii BIM i integracji EPD w ramach strategii zrównoważonego budownictwa) przewidziany jest na okres 31.12.2020 – 30.12.2022. Projekt BIMEPD polega na opracowaniu i rozwinięciu materiałów multimedialnych opartych na BIM (*Building Information Modelling*) i uwzględniających wyzwania związane z LCA i EPD materiałów budowlanych. Rezultaty projektu będą wykorzystywane jako materiały szkoleniowe w edukacji dorosłych, profesjonalistów z branży architektonicznej. Strona projektu jest w przygotowaniu, a link do niej będzie dostępny już niedługo na stronie WIL PW pod adresem wskazanym w kodzie QR – rysunek 3.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Rys. 3. *Logo programu i kod QR strony WIL PW ERASMUS+*

Wymagania środowiskowe są coraz ważniejszym kryterium przy zamówieniach publicznych i prywatnych oraz przy dokonywaniu wyboru przez konsumentów. Firmy i specjaliści dysponują różnymi mechanizmami akredytacji i komunikowania doskonałości środowiskowej swoich produktów i usług, w tym wspomnianych już deklaracji środowiskowych produktów (EPD). EPD zapewniają wiarygodny, odpowiedni, przejrzysty, porównywalny i weryfikowalny profil środowiskowy, który pozwala wyróżnić się produktowi przyjaznemu dla środowiska, w oparciu o środowiskową ocenę cyklu życia (LCA) zgodnie z międzynarodowymi normami i ilościowymi danymi środowiskowymi. Life Cycle Thinking zakłada formę globalnej analizy, która nie tylko obejmuje tradycyjne parametry, ale także bierze pod uwagę wszystkie procesy zachodzące w całym cyklu życia („od kołyski do grobu"). Instytucje takie jak Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych (United Nations Environment Programme) lub Komisja Europejska (za pośrednictwem Europejskiej Platformy LCA) promują jego zastosowanie w zakresie poprawy środowiska produktów i procesów we wszystkich sektorach, w tym w budownictwie. Projekt BIMEPD pogłębi powiązania pomiędzy technologią BIM i koncepcją zrównoważonego budownictwa na poziomie profesjonalnym, wykorzystując przepływ wiedzy w budownictwie w powiązanych modelach. Dodatkowo opracowana zostanie metodologia uczenia się dostosowana do potrzeb pokolenia profesjonalistów zagrożonych wykluczeniem

z rynku pracy z powodu braku kwalifikacji w nowych technologiach projektowania i kontroli [10, 11].

Planowanymi wymiernymi rezultatami tego projektu będą:

- określenie kompetencji i umiejętności architektów w obecnych systemach szkoleniowych oraz profesjonalistów powyżej 45 roku życia na rynku pracy, w odniesieniu do technologii BIM i EPD;
- określenie najbardziej odpowiednich metod nauczania i systemów/procesów oceniania w uczeniu się dorosłych w oparciu o BIM i EPD;
- opracowanie programu kwalifikacji dostosowanego do osób dorosłych – kursów kształcenia ustawicznego dla architektów, obejmującego najnowsze technologie i wyzwania środowiskowe, które doskonale pasują do aktualnej metodologii pracy opartej na technikach informatycznych;
- zapewnienie profesjonalistom z branży innowacyjnego narzędzia cyfrowego, które łączy pełną metodologię BIM do projektowania budynków z różnymi zmiennymi, jakie określają wpływ budynku na środowisko;
- zapewnienie profesjonalistom innowacyjnych i interaktywnych zasobów w celu zdigitalizowania treści szkoleń w zakresie technologii BIM i EPD.

5. Podsumowanie

Głównym założeniem opisanych powyżej, prowadzonych i zakończonych projektów jest wzrost wiedzy i kompetencji kadry architektonicznej i inżynierskiej (zarówno młodej, jak i doświadczonej). Wszystkie opracowane rezultaty projektów BIMhealthy, UrbanBIM i BIMEPD są lub będą dostępne za darmo dla wszystkich zainteresowanych (linki do stron internetowych zamieszczono na rysunkach 1, 2, 3). Podejście takie ma zapewnić trwałość efektów i jak najszerszą promocję nowoczesnego, zdrowego i ekologicznego budownictwa.

Projekty wykorzystują innowacyjne podejście do edukacji – kształcenie na odległość i mieszane [12]. Jest to szczególnie istotne w czasach pandemii. Dodatkowo projekty ERASMUS+ są niezwykle przydatne do zacieśnienia współpracy między: instytucjami szkolnictwa wyższego, organami zawodowymi, firmami, szkołami średnimi i przedsiębiorstwami [13].

BIBLIOGRAFIA

[1] Ibadov N., Ecology of building solutions in the engineering of construction projects, Arabian Journal of Geosciences, tom 13, 13/2020, DOI:10.1007/s12517-020-05356-0

[2] Rosłon J., Książek-Nowak M., Nowak P., Zawistowski J., Cash-Flow Schedules Optimization within Life Cycle Costing (LCC), Sustainability 12/2020

[3] Nicał A. K., Rosłon J., Nowak P., Książek-Nowak M. V., New trends in construction education and training, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.), IATED Academy, Edulearn Procedings, 2018

[4] Mirza & Nacey Research Ltd, The Architectural Profession in Europe 2014 A Sector Study, 2015

[5] Böde K., Różycka A., Nowak P., Development of a Pragmatic IT Concept for a Construction Company. Sustainability, Sustainability12/2020

[6] Książek M. V., Nowak P., Kivrak S., Rosłon J. H., Ustinovichius L., Computer-aided decision-making in construction project development. Journal of Civil Engineering and Management 21(2)2015

[7] Nowak P., Książek M., Draps M., Zawistowski J., Decision making with use of Building Information Modeling, Procedia Engineering 153/2016, str. 519–526

[8] Frydrych M., Górka M., Laskowski-Słomianko A., Nowak P., Rosłon J., Dydaktyczne projekty ERASMUS+ realizowane na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, [w:] Kwartalnik naukowo-gospodarczy Klastra COP 1/2020

[9] Ćwik K., Nowak P., Choice of design solutions for BREEAM international certificate, MATEC Web of Conferences, E D P Sciences, 117/2017, str. 1–6, DOI:10.1051/matecconf/201711700031

[10] Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Innovations in Construction Personnel Education, MATEC Web of Conferences, 86/2016

[11] Rosłon J., Nowak P., Nicał A. K., Modern approach to education in construction industry, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.) (red.), IATED Academy, Edulearn Procedings, 2018

[12] Nicał A. K., Książek M. V., Nowak P., Rosłon J., Foremny A. O., Distance Learning within Management in Construction – Polish, Norwegian and Icelandic Experiences in Blended Learning. Procedia Engineering, 2017

[13] Książek M. V., Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Europejskie podstawy nauczania menedżerów budowlanych, Materiały Budowlane 6/2016

Koncepcja zintegrowanej analizy kosztów i generowanego śladu węglowego w cyklu życia budynku

Dr hab. inż. Krzysztof Zima, prof. uczelni, mgr inż. Apolonia Przesmycka, Katedra Zarządzania w Budownictwie, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska

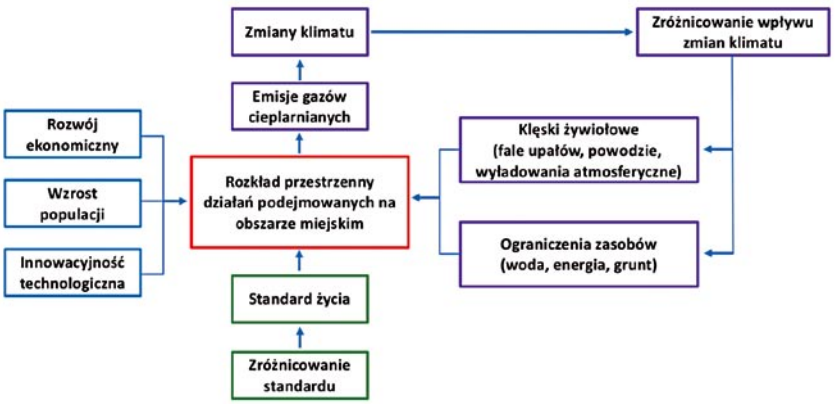
1. Wprowadzenie

Rosnąca świadomość ekologiczna silnie wpływa na zainteresowanie i decyzje wielu rządów na całym świecie związane ze zrównoważonym rozwojem. Poprawa efektywności energetycznej i niższa emisja CO_2 stają się jednym z głównych celów poprawy stanu środowiska, ponieważ sektor budowlany w znacznym stopniu przyczynia się do globalnej emisji gazów cieplarnianych (GHG), a około jedna trzecia globalnego końcowego zużycia energii ma miejsce w budynkach. Głównym źródłem emisji GHG z budynków jest energia wykorzystywana do ogrzewania, chłodzenia, oświetlenia czyli ich użytkowanie. Należy również wspomnieć, że budynki także emitują spore ilości gazów cieplarnianych podczas ich budowy w oparciu o użyte materiały i odpady budowlane. Ponadto, według Międzynarodowej Agencji Energetycznej, budynki obecnie są odpowiedzialne za 40% zużycia energii w większości krajów, a przewiduje się, że popyt w tym sektorze wzrośnie o 60% do 2050 roku. [1]

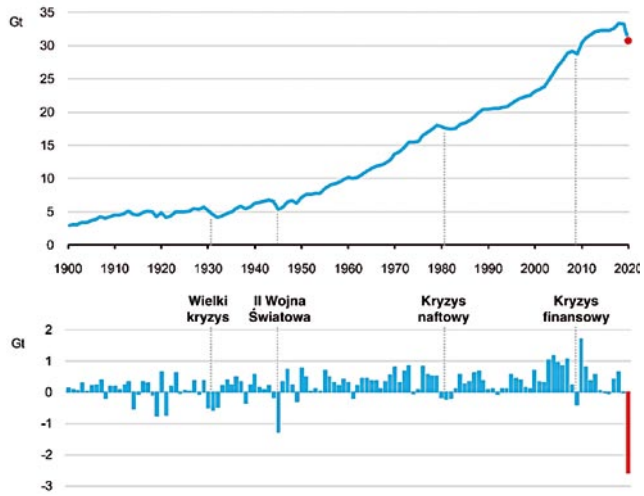
2. Problematyka śladu węglowego w gospodarce

Emisja dwutlenku węgla, który jest głównym komponentem gazów cieplarnianych, na przestrzeni ostatnich dekad, wzrasta stopniowo wraz z rozwojem technologicznym. Gazy cieplarniane mają znaczący wpływ na środowisko (np. globalne ocieplenie klimatu) przyczyniając się do jego deterioracji. Emisje gazów cieplarnianych zależne są od wielu aspektów. Ma na nie wpływ sytuacja ekonomiczno-gospodarcza, zróżnicowanie społeczne oraz innowacyjność.
Te wszystkie czynniki determinują rozkład przestrzenny działań podejmowanych na danym obszarze miejskim. W konsekwencji otrzymujemy określoną ilość gazów cieplarnianych, która może w sposób istotny wpłynąć na zmiany klimatu prowadzące do klęsk żywiołowych lub też ograniczeń zasobów (rys. 1).

Zgromadzone i udostępnione dane przez Międzynarodową Agencję Energetyczną (MAE) przedstawiające globalne emisje CO_2 związane z energią potwierdzają wspomniany znaczący wzrost produkcji dwutlenku węgla na przestrzeni ostatniego wieku (rys. 2). Wykres pokazuje również wpływ kryzysu COVID-19 na istotne obniżenie globalnego zapotrzebowania na energię, co przyczyniło się do obniżenia emisji CO_2. Według Raportu Stanu Globalnego dla Budynków i Budownictwa [3] MAE oszacowało, że wpływ COVID-19 na światowy przemysł budowlany był poważny, a działalność budowlana spadła o 10–25% w porównaniu z 2019 r.
Według statystyk Urzędu Statystycznego Unii Europejskiej Eurostat emisja CO_2 w 2019 r. w Unii Europejskiej (EU-27) w sektorze budownictwo i nieruchomości wyniosła aż 12% (na podstawie rysunku 3) całkowitej emisji CO_2 wytwarzanej przez kraje Unii Europejskiej.
Ponadto należy również przybliżyć statystyki globalne, które pokazują, że sektor budownictwa na całym świecie wykazuje także wzrost zarówno emisji, jak i zużycia energii. Budowa i eksploatacja budynków odpowiadają za największy udział zarówno w globalnym zużyciu energii końcowej (35%), jak i emisji CO_2 związanych z energią (38%) w 2019 r. (rys. 4). Przy czym aż 28% emisji pochodzi z eksploatacji budynków, natomiast do pozostałych 10% przyczynia się zużycie energii potrzebnej do produkcji materiałów oraz technologii używanych w budownictwie (jest to tzw. wbudowany ślad węglowy). Są to stosunkowo duże frakcje, lecz przy obecnych możliwościach wykorzystania rozwiązań zrównoważonego budownictwa i racjonalnego planowania w połączeniu z nowoczesnymi systemami zarządzania w budownictwie – możliwe do obniżenia.



Rys. 1. *Relacja między działaniami na obszarze miejskim i zmianą klimatu; źródło: [2]*

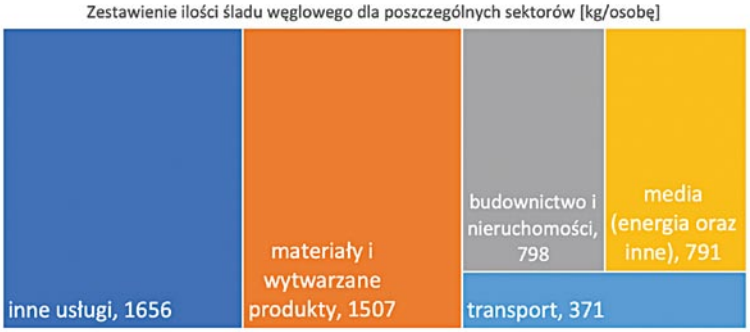


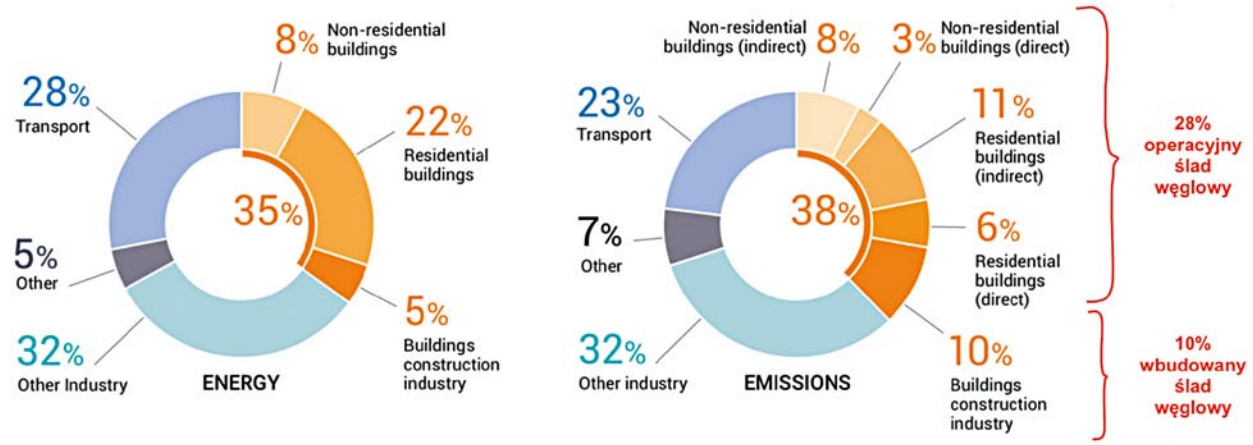
Rys. 2. *Globalne emisje CO_2 związane z energią i roczna zmiana, 1900–2020 (źródło: Global Energy Review 2020, The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO_2 emissions, Międzynarodowa Agencja Energetyczna – MAE)*

Jednak wymaga to większych działań wszystkich uczestników pojawiających się na różnych etapach procesów i działań łączących się w ogromne łańcuchy decyzji zależnych od siebie podejmowanych w sektorze budownictwa. Inwestorzy, decydenci, projektanci, budowniczowie i inni uczestnicy tego łańcucha na całym świecie powinni podejmować działania mające na celu dekarbonizację globalnych zasobów budowlanych i poprawę ich charakterystyki energetycznej. Stąd proponowana analiza rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych w aspekcie kosztowo-środowiskowym mogłaby pomóc w optymalizacji wyborów we wszystkich fazach cyklu życia budynku oraz mieć wpływ na poszczególne decyzje uczestników tego sektora.

Celem artykułu jest analiza istotności problematyki śladu węglowego oraz pokazanie wstępnej koncepcji systemu wspomagania podejmowania decyzji inwestycyjnych na podstawie zintegrowanej analizy kosztów i wielkości śladu węglowego w całym cyklu życia budynku. W ramach dalszych prac nad wspomnianą koncepcją podjęta zostanie analiza kosztów i wielkości emisji gazów cieplarnianych dla poszczególnych faz procesu budowlanego pozwalająca wdrażać rozwiązania i przeciwdziałać negatywnemu wpływowi na środowisko, bez zwiększania kosztów budowy. Udział w każdej z faz ilości wyprodukowanego węgla na potrzeby wybudowania i użytkowania budynku jest zależny przede wszystkim od wykorzystanych w nim materiałów oraz przyjętych rozwiązań projektowych. Analiza symulowanego cyklu życia będzie się opierać na rozwiązaniach uwzględniających zarówno wbudowany (ECF – *Embodied Carbon Footprint*) i operacyjny (OCF – *Operational Carbon Footprint*) ślad węglowy przy uwzględnieniu kosztów, aby opracować zoptymalizowany schemat systemu wspomagania podejmowania decyzji w poszczególnych fazach cyklu życia. Przy czym ECF, czyli wbudowany ślad węglowy, to ilość CO_2 wyemitowanego podczas realizacji obiektu budowlanego i obejmuje m.in. wydobycie surowców, produkcję materiałów, transport, budowę obiektu oraz rozbiórkę i utylizację materiałów po zakończeniu eksploatacji. Natomiast OCF to ilość CO_2

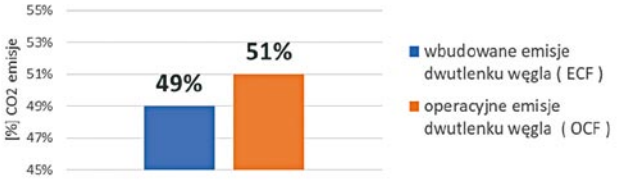
Rys. 3. *Zestawienie ilości śladu węglowego dla szerokiej grupy produktów. Rozmiar każdego prostokąta reprezentuje względną wielkość śladu CO_2 dla tej grupy produktów; opracowane na podstawie: https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=File:CO_2_footprints,_by_product_group,_EU-27,_2019.png*





Rys. 4. *Globalny udział energii końcowej i emisji dla sektora budownictwa, 2019; źródło: [3]*

emitowana podczas fazy eksploatacji obiektu budowlanego, która obejmuje użytkowanie, zarządzanie i konserwację obiektu. OCF to operacyjny ślad węglowy dla studium przypadku budynku, tj. emisja CO_2 związana z pokryciem zapotrzebowania na ogrzewanie pomieszczeń, wentylację, ciepłą wodę użytkową, oświetlenie i urządzenia. [4]
Istotną różnicą pomiędzy operacyjnymi i wbudowanymi emisjami dwutlenku węgla jest ograniczona możliwość modyfikacji wielkości wbudowanego śladu węglowego. Wielkość ECF należy odpowiednio oszacować już na etapie projektowania budynku. W przeciwieństwie do operacyjnych emisji dwutlenku węgla, które można z czasem zmniejszyć dzięki renowacji budynków pod kątem efektywności energetycznej i wykorzystaniu energii odnawialnej, wbudowane emisje dwutlenku węgla są blokowane od razu po wybudowaniu budynku.
Według organizacji Architecture 2030, szacuje się, że do roku 2050, uwzględniając wszystkie nowo powstałe konstrukcje w okresie 2020–2050, wbudowane emisje dwutlenku węgla i operacyjne emisje dwutlenku węgla będą niemalże zrównoważone (rys. 5).



Rys. 5. *Całkowite emisje dwutlenku węgla z nowych konstrukcji na świecie w latach 2020–2050; źródło: [5]*

3. Analiza literatury ogólnoświatowej z zakresu śladu węglowego

3.1. Terminologia i zakres analizy w VOSviewer

Wyniki przeprowadzonej analizy literatury opierają się na zastosowaniu słów kluczowych i ograniczeniach wprowadzonych do wyszukiwania zaawansowanego w bazie danych scopus. Wyselekcjonowane z bazy wyniki wprowadzone zostały do programu VOSviewer w celu analizy powiązań otrzymanego wykazu literatury dla zadanego obszaru tematycznego. Zaobserwowanie zależności i relacji pomiędzy wybranymi słowami kluczowymi (*carbon footprint*, *embodied carbon*, *CO_2 emission*, *emissions*, *greenhouse gases*, *cost*, *building*, *contruction*, *LCC*) wymagało utworzenia 10 zestawów danych.
Za pomocą programu VOSviewer wersja 1.6.16 stworzone zostały wizualizacje w formie map zawierających elementy – „items". Elementami nazywani są np. badacze, publikacje, słowa terminy itp. Każdorazowo wygenerowana mapa zawiera jeden typ elementu. Pomiędzy dowolnymi parami elementów mogą znajdować się połączenia/linki – „links". Link/połączenie to relacja między dwoma elementami. W ramach analizy wykorzystano relacje pomiędzy współautorstwem wśród wyselekcjonowanych na podstawie publikacji badaczy oraz powiązania współwystępowania między terminami. Ponadto pomiędzy dowolną parą elementów nie może być więcej niż jedno połączenie. Każdy link ma siłę – „the strength of a link", reprezentowaną przez dodatnią wartość liczbową. Im wyższa ta wartość, tym mocniejszy link. Siła linku może np. wskazywać na liczbę cytowanych odniesień wspólnych dla dwóch publikacji, liczbę publikacji, których współautorami są dwaj badacze (dla linków współautorskich) lub liczbę publikacji, w których dwa terminy występują razem (dla powiązań współwystępowania). Czasami wszystkie połączenia między elementami mają jedną siłę. VOSviewer nie pokazuje wówczas siły linku. Elementy i linki razem tworzą sieć – „network". Sieć jest zatem zbiorem elementów wraz z połączeniami między elementami. Elementy grupowane są w klastry. Klaster to zbiór – „set" elementów zawartych na mapie. Klastry w VOSviewer nie nakładają się. Oznacza to, że element może należeć tylko do jednego klastra. Klastry nie muszą obejmować wszystkich elementów na mapie. W związku z tym mogą istnieć pozycje, które nie należą do żadnego klastra. Klastry są oznaczone numerami klastrów. Jeśli istnieje tylko jeden klaster, ten klaster ma zwykle klaster numer 1, jeśli istnieją dwa klastry, klastry te mają zwykle klastry o numerach 1 i 2 i tak kolejno. Elementy w VOSviewer mogą mieć różne atrybuty – „attributes". Jeśli elementy zostały przypisane do klastrów, to numery klastrów mogą być przykładem atrybutu. Program uwzględnia również wagę elementu – „weight". Element o wyższej wadze jest uważany za ważniejszy niż element o niższej wadze. W wizualizacji mapy elementy o wyższej wadze są bardziej widoczne niż elementy o niższej wadze.
Na wizualizacji przedstawiającej sieci elementy są reprezentowane przez ich etykietę – „label" i domyślnie również przez okrąg lub ramkę. W celu odróżnienia typu analizy, dla każdego zestawu danych została przydzielona etykieta w formie okręgu dla omówienia połączeń między elementami, jakimi są autorzy publikacji oraz w formie ramki dla określania połączeń między elementami słowa klucz. Rozmiar etykiety i okręgu/ramki przedmiotu określa waga elementu. Im wyższa waga elementu, tym większa etykieta i okrąg/ramka. W przypadku niektórych elementów etykieta może nie być wyświetlana. Odbywa się to w celu uniknięcia nakładania się etykiet. Kolor elementu jest określany przez klaster, do którego należy element. Natomiast linie pomiędzy elementami reprezentują linki. Analiza literatury obejmuje również wizualizację typu „overlay", dzięki której zdiagnozowano intensyfikację elementów w danym okresie czasowym. Pasek kolorów przedstawia oś czasową i pozwala określić, w jaki sposób wyniki są mapowane na kolory.
Interpretacja omawianych zestawów danych w programie VOSviewer obejmowała typ analizy „co-authorship" – współautorstwo dla analizy grupy autorów publikujących w zadanym zakresie tematycznym ograniczonym przez wymienione słowa kluczowe dla pełnej metody liczenia – „counting method: Full counting". W programie dopuszczono dowolną liczbę współautorów w publikowanych dokumentach. Ograniczono liczbę

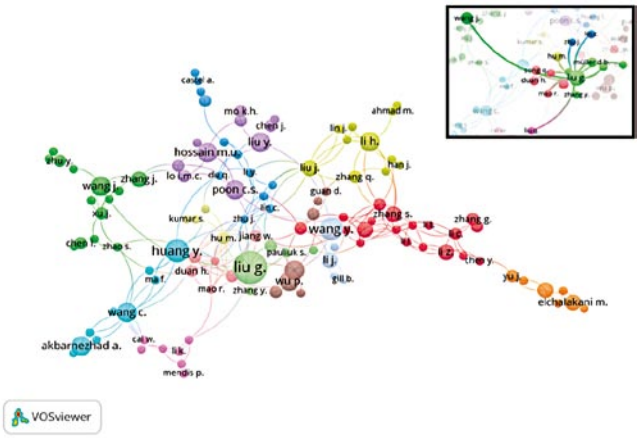
autorów jednego dokumentu do 10, aby odrzucić opracowania ze byt dużą liczbą badaczy. Ze względu na stosunkowo niewielką liczbę publikacji dla niektórych zestawów danych przyjęto do analizy każdego autora, który posiada choć jedną publikację z badanego zakresu. W ramach próby interpretacji słów kluczowych wybrano typ analizy „co-occurrence" – współwystępowanie dla pełnej metody liczenia – „counting method: Full counting" oraz jednostki analizy wszystkich słów kluczowych – „unit of analysis – All keywords".

3.2. Baza danych Scopus – parametry wyszukiwania

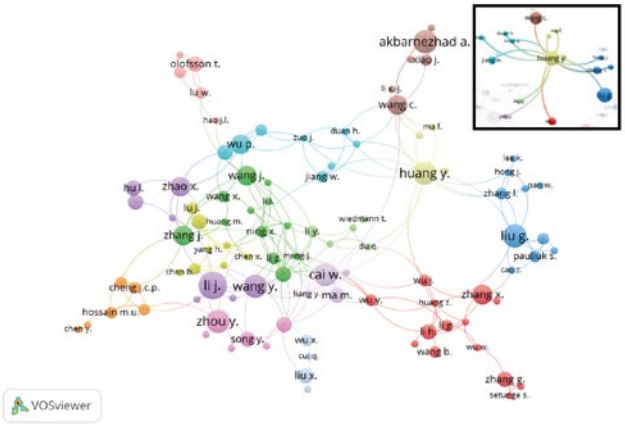
Zestawy danych przygotowane na podstawie bazy Scopus obejmują analizę literatury ogólnoświatowej w omawianym zakresie tematycznym skupiającym się na emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia obiektu wyrażanych jako ekwiwalent dwutlenku węgla, pokazując wartość emisji w ujęciu kosztowym oraz poszukując zależności pomiędzy tymi dwoma aspektami. Pierwsze zestawy stworzone zostały, aby zidentyfikować dostępność i wymiar publikacji dostępnych w tematyce śladu węglowego w budownictwie. W związku z brakiem możliwości wyboru parametru określającego budownictwo kubaturowe, w większości podjęto próbę uwzględnienia słowa kluczowego, jakim jest „budynek" – „building". Kolejne zestawy zawierały słowa kluczowe uwzględniające aspekt kosztów. Różniły się natomiast próbą określenia formy śladu węglowego. Poza hasłem wiodącym wykorzystano: emisja CO_2, emisje, gazy cieplarniane, węgiel zawarty. Dokonano również sprawdzenia hasła „LCCF" – *Life Cycle Carbon Footprint*, lecz ze względu na to, że po ograniczeniu hasła do zakresu tematycznego inżynierii – „engineering" pokazały się jedynie 2 wyniki, z czego tylko jeden dotyczył budownictwa kubaturowego, nie zdecydowano się na dalszą analizę dla tego zagadnienia. Część wyników wyszukiwania zostało ograniczonych do: „typ dokumentu: artykuł i referat konferencyjny; temat: Inżynieria" (document type: Article and Conference paper; subject area: Engineering).

Stworzono następujące zestawy danych:

- (1) KEY („carbon footprint" AND „construction"),
- (2) KEY ("carbon footprint" AND "building"),
- (3) KEY ("carbon footprint" AND "LCC" AND "building"),
- (4) KEY ("embodied carbon" AND "cost" AND "building"),
- (5) KEY ("CO_2 emission" AND "cost" AND "building"),
- (6) KEY ("carbon footprint" AND "cost" AND "building") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) AND LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")),
- (7) KEY ("emissions" AND "cost" AND "building") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")),
- (8) KEY ("greenhouse gases" AND "cost" AND "building") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")),
- (9) KEY ("carbon footprint" AND "construction" AND "cost") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")),



Rys. 6. *Sieć zestawu (1) – relacje pomiędzy współautorstwem*



Rys. 7. *Sieć zestawu (2) – relacje pomiędzy współautorstwem*

- (10) KEY ("CO_2 emission" AND "construction" AND "cost") AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) AND LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")).

3.3. Analiza wyników poszczególnych zestawów danych w VOSviewer

W pierwszym etapie analiz naświetlono powiązania pomiędzy śladem węglowym i budową oraz śladem węglowym i budynkiem. Wynikiem tych wyszukiwań są następujące ilości publikacji – dla zestawu „ślad węglowy" i „budowa" – 827 artykułów, natomiast dla „ślad węglowy" i „budynek" – 1063 artykułów. W tym etapie nie wprowadzono dodatkowych ograniczeń w celu ogólnej identyfikacji autorów publikujących w tej dziedzinie oraz określeniu pomiędzy nimi powiązań dla badanych dokumentów. Ponadto brak innych ograniczeń pozwolił na identyfikację wiodących słów kluczowych dla szeroko zdefiniowanego zakresu tematycznego. Sieć powiązań między badaczami przy założeniu, że usunięto badaczy z sieci, którzy nie mają między sobą powiązań – „not connected to each other" przedstawiono na rysunku 6. Ze względu na dużą liczbę publikacji przyjęto do analizy każdego autora, który posiada choć dwie publikacje z badanego zakresu.

Dla zestawu (1) otrzymano 13 klastrów dla największego zbioru składającego się z 117 elementów otrzymanego

spośród 279 elementów, tj. badaczy posiadających co najmniej 2 publikacje. Można tu wyróżnić jednego autora Liu G. (element o najwyższej wadze na rysunku 6 – największy okrąg w klastrze 11 jasnozielonym), który charakteryzuje się najwyższą liczbą całkowitej siły linków – „total link strength" równą 19. Ma on aż 15 połączeń między elementami – liczba ta wskazuje na liczbę powiązań współautorskich danego badacza z innymi badaczami.

Dla zestawu (2) otrzymano 14 klastrów dla największego zbioru autorów powiązanych ze sobą, składającego się ze 100 elementów, otrzymanego spośród 349 elementów również dla opcji badaczy posiadających minimum 2 publikacje. W otrzymanym zbiorze tak samo wyróżnić można jednego autora Huang Y. (element o najwyższej wadze na rysunku 7 – największy okrąg w klastrze 13 jasnożółtym), który charakteryzuje się najwyższą liczbą całkowitej siły linków – „total link strength" równą 17. Ma on aż 15 powiązań współautorskich wspomnianego badacza z innymi badaczami. W zestawie pierwszym wykazano powiązania tego samego autora (Huang Y.) z 10 autorami. W (2) zestawie danych również dominują autorzy z Azji, tworząc największą sieć powiązań.

Analizując wizualizacje typu „overlay" dla zestawu danych (1) i (2) zaobserwowano, że na przestrzeni ostatnich lat nie spada zainteresowanie tematyką śladu węglowego w budownictwie. Ponadto stwierdzenie to jest również właściwe dla badaczy z sieci, którzy nie posiadają między sobą powiązań. Wyraźnie można dostrzec dominację publikacji powstałych na przestrzeni ostatnich 4–5 lat.

- (1) KEY („carbon footprint" AND „construction") – 827 artykułów,
- (2) KEY ("carbon footprint" AND "building") – 1063 artykułów,
- (3) KEY ("carbon footprint" AND "LCC" AND "building") –3 artykuły.

W ramach tego zestawu wyszukiwania haseł otrzymano jedynie 3 artykuły reprezentowane przez dwa klastry – dwie publikacje są ze sobą powiązane na zasadzie współautorstwa (2015 r. i 2021 r.). Natomiast trzeci artykuł opracowany został przez badaczy z Chin (2020 r.).

- (4) KEY („embodied carbon" AND „cost" AND „building") – 25 artykułów.

Dla podanych haseł zidentyfikowano 77 autorów, a zatem średnio przypada 3 autorów na jeden artykuł. Z tego jedynie 8 z nich jest autorem/współautorem co najmniej dwóch publikacji w tym zakresie tematycznym. W sumie tworzą oni trzy klastry, z czego jeden z nich składa się z 5 autorów powiązanych ze sobą wspólnymi publikacjami.

- (5) KEY („CO2 emission" AND „cost" AND „building") – 66 artykułów.

W tym wyszukiwaniu pojawia się 12 autorów, którzy są autorem/współautorem co najmniej dwóch publikacji. Pozostałych 187 osób opublikowało choć 1 artykuł zajmujący się badaną tematyką. Wymienionych 12 autorów tworzy 5 klastrów, z czego najsilniejszy z nich łączy ze sobą 7 autorów, wśród których tylko jeden autor posiada więcej niż 2 publikacje.

- (6) KEY („carbon footprint" AND „cost" AND „building") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, „ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, „cp")) AND LIMIT-TO (SUBJAREA, „ENGI")) – 78 artykułów.

Słowa kluczowe wskazane w tym zestawie pozwalają na wyodrębnienie 174 publikacji uwzględniających wybraną tematykę w wielu dziedzinach nauki. Ten zestaw oraz każde następne wyszukiwanie uwzględnia nałożenie dodatkowych ograniczeń w celu zawężenia baz danych i zidentyfikowania jak największych zbiorów autorów i publikacji zajmujących się śladem węglowym i kosztami w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynierii lądowej oraz pokrewnych. Kolejnym ograniczeniem, jakie wprowadzono, jest redukcja rodzaju typu dokumentu. W tym celu wyszukiwanie zawężono do dwóch typów dokumentów, jakimi są artykuł i referat konferencyjny. Po nałożeniu omówionych ograniczeń uzyskano 78 publikacji opracowanych przez 460 autorów, przy czym 20 naukowców posiadających co najmniej 2 publikacje tworzy 11 odrębnych klastrów, niepowiązanych wspólnymi publikacjami.

- (7) KEY ("emissions" AND "cost" AND "building") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) – 698 artykułów.

Dla podanych haseł zidentyfikowano aż 2069 autorów, a 3 z nich posiada w swoim dorobku po 7 publikacji w tym zakresie tematycznym. Około 13% naukowców posiada co najmniej 2 publikacje dla powyższych ograniczeń i wybranych słów kluczowych. Wśród tych 13% jest 88 autorów, którzy są powiązani ze sobą wspólnymi publikacjami, tworząc sieć składającą się z 13 klastrów. W tym zestawie dominują publikacje z ostatnich 5 lat.

- (8) KEY ("greenhouse gases" AND "cost" AND "building") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) – 293 artykuły.

Kombinacja słów kluczowych z gazami cieplarnianymi tworzy 33 klastry uwzględniające autorów posiadających co najmniej 2 publikacje. Naukowcy nie tworzą rozbudowanych sieci powiązań współautorskich. Świadczy o tym zjawisko braku połączeń między klastrami.

- (9) KEY („carbon footprint" AND „construction" AND „cost") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, „ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, „cp")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, „ENGI")) – 37 artykułów.
- (10) KEY ("CO_2 emission" AND "construction" AND "cost") AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) – 29 artykułów.

Dwa ostatnie zestawy charakteryzują się tym, że również nie tworzą rozbudowanych sieci powiązań współautorskich. Wielu autorów posiada tylko jedną publikację w zadanych obszarach tematycznych. W obu zestawach można zauważyć publikacje na przestrzeni ponad 10 lat. Nie widać szczególnego wzrostu zainteresowania tymi hasłami w ciągu kilku ostatnich lat.

4. Koncepcja metody analizy kosztów i śladu węglowego

4.1. Uzasadnienie konieczności zintegrowanej analizy kosztów i śladu węglowego

Analizując całokształt wyników otrzymanych na podstawie stworzonych zestawów danych, należy stwierdzić, że problematyka związana z emisją dwutlenku węgla jest aktualna i cały czas się rozwija. Ponadto liczne artykuły opublikowane w ostatnich latach (2015–2021) poruszają również aspekt kosztów, potwierdzając tym samym konieczność rozwinięcia koncepcji. Na podstawie analiz w programie VOSviewer można zaobserwować, że tematyka publikacji związana ze śladem węglowym jest podejmowana przez wielu naukowców. Na mapach bibliometrycznych utworzonych za pomocą programu widać dziesiątki klastrów o małej liczbie elementów, czyli o niewielu autorach, którzy posiadają powiązania współautorskie. Ponadto siła połączeń w większości analiz powyższych zestawów danych jest równa 1, co wskazuje na niską liczbę publikacji (równą 1), których współautorami jest ten sam zestaw badaczy. Taka konstrukcja map świadczy o dużym rozproszeniu publikacyjnym (wyróżniono na rysunku 8 w prawym górnym rogu).

W ramach analizy literatury określono również zakres słów kluczowych występujących w największych zestawach danych, tj. w zestawie (1), (2). Dla określenia wiodących słów kluczowych przyjęto, że minimalna liczba wystąpień danego słowa wynosi 5. Założenie to przyjęto w celu intensyfikacji wagi słów oraz w celu umożliwienia identyfikacji elementów na mapie – nadmiar elementów prowadzi do wielowarstwowego ich nakładania się i uniemożliwia identyfikację.

Analizując mapy (rys. 8), można zauważyć, że pomimo wyboru słów kluczowych, które nie uwzględniają w sobie aspektów kosztów, hasła związane z tematyką finansową pojawiają się. Może to świadczyć o tym, że aspekty kosztów i emisji CO_2 w budownictwie są już analizowane, natomiast trudno jest stwierdzić, w jakim zakresie. Diagnozując współwystępowanie słów, należy zauważyć, iż stosunkowo dużą wagę ma słowo „China", co jest uzasadnione, gdyż spora liczba publikacji pochodzi właśnie z Chin. Analizując wizualizację typu „overlay" dla występujących słów, należy wspomnieć, że zadana tematyka jest już badana od kilku lat i konsekwentnie poszerzana o nowe pojęcia.

Należy również zwrócić uwagę na hasło *Building Information Modelling* (BIM), które w aspekcie wyszukiwanych haseł śladu węglowego i budynku pojawiło się już około 2017 roku. Metodologia łączenia BIM z metodami szacowania ilości śladu węglowego i kosztami zdecydowanie mogłaby wpisywać się w koncepcję zintegrowanej analizy kosztów i generowanego śladu węglowego w cyklu życia budynku.

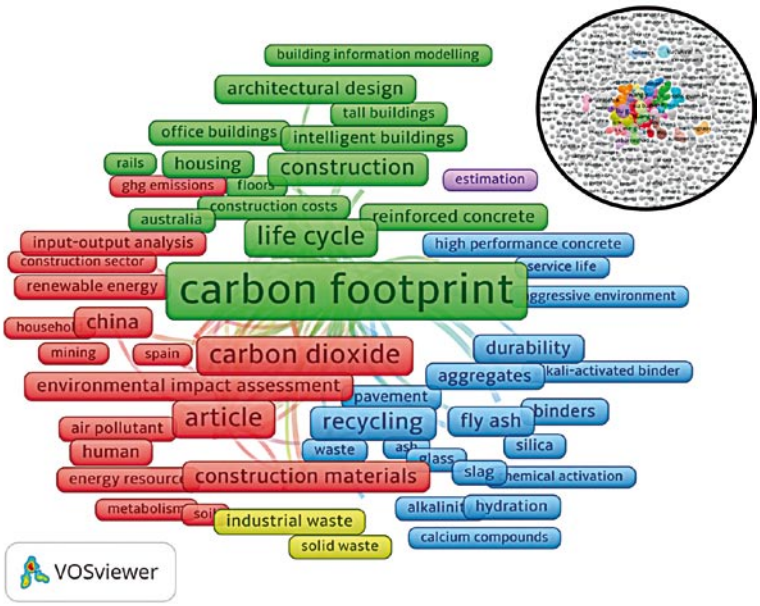
Podsumowując, mapy sieci autorów publikacji oraz słów kluczowych wyraźnie wskazują na wysoką rangę tematyki śladu węglowego i jej powiązania z wieloma gałęziami inżynierii, nakreślając również ścieżkę związaną z aspektem kosztów budowy. Zatem istnieje konieczność podjęcia próby zintegrowania śladu węglowego z kosztami w cyklu życia obiektu budowlanego.

4.2. Koncepcja

Problem, który został przedstawiony powyżej, ma charakter naukowy, ale także praktyczny. Planowane badania mają za zadanie przedstawić podejście optymalizacyjne do cyklu życia oparte na symulacji, z uwzględnieniem operacyjnego śladu węglowego (OCF) i wbudowanego śladu węglowego (ECF) budynku. W szczególności znalezienie i przeanalizowanie różnicy między konstrukcją zoptymalizowaną pod kątem cyklu życia (OCF & ECF) i zoptymalizowaną pod kątem wydajności operacyjnej (tylko OCF) jest głównym celem planowanego badania.

W budowaniu aplikacji występuje problem optymalizacji wspomagającej podejmowanie decyzji, zazwyczaj pojawia się wiele celów trudnych do pogodzenia ze względu na sprzeczny ich charakter. Zwykle funkcją celu są techniczne parametry eksploatacyjne budynku (np. zużycie energii w cyklu życia, trwałość budynku, ślad węglowy w cyklu życia itp.) lub parametry związane z kosztami (np. koszty eksploatacji, koszty budowy itp.).

Koncepcja proponowana przez autorów dotyczy zintegrowanej analizy kosztów (LCC) oraz śladu węglowego w cyklu życia budynku (LCCF), reprezentującego wpływ na środowisko. Funkcje celu zależą od decyzji inwestorskich oraz zmiennych projektowych. Zwykle w przypadku budynków zmienne decyzyjne są przedstawiane jako zmienne projektowe, takie jak grubość



Rys. 8. *Sieć słów kluczowych zestawu (1)*

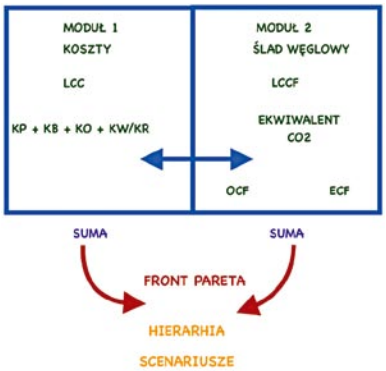
izolacji przegród zewnętrznych budynku, typy okien, typ systemu ogrzewania, źródła odnawialne na miejscu itp. Niektóre elementy przedstawianej koncepcji są już analizowane przez naukowców i nakreślają istotność zmiennych projektowych na CO_2, często wraz z wpływem na koszty. Przykładowo badacze z Finlandii [4] rozważali takie zmienne projektowe, jak różne opcje grubości izolacji przegród zewnętrznych, typy okien, systemy grzewcze, jednostki odzysku ciepła i obszar PV. Jednym z ciekawszych wniosków jest to, że wpływ obszaru PV jest bardziej skuteczny w zmniejszaniu operacyjnego śladu węglowego niż jego niewielki wpływ na wzrost wbudowanego śladu węglowego. Natomiast autorzy artykułu [6] w ramach swoich badań dokonali próby określenia zależności między śladem węglowym a kształtem budynku. W optymalizacji rozważali trzy poziomy analizy: pierwszy uwzględniał konstrukcję budynku; drugi wewnętrzny rozkład stref zabudowy, a trzeci szczegółowe elementy budynku. Badaczom udało się określić zakres kompromisu pomiędzy kosztem konstrukcji a emisją węgla wbudowanego, który został oszacowany na poziomie 2–5%. Drugim, ciekawszym wnioskiem jest optymalizacja emisji dwutlenku węgla w cyklu życia i kosztów dla całego budynku, która pokazała, że istnieją duże kompromisy, rzędu 10–50%, w przypadku, gdy uwzględnione zostały również emisje operacyjnego śladu węglowego.

Przytoczone przykładowe publikacje uzasadniają potrzebę szczegółowej analizy zmiennych wpływających na koszty i ślad węglowy w budownictwie kubaturowym na etapie decyzji inwestorskich w celu znalezienia optymalnych rozwiązań.

Koncepcja metody zintegrowanego szacowania kosztów i wielkości emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia budynku wspomagającej podejmowania decyzji inwestycyjnych z uwzględnieniem korzyści środowiskowych została pokazana schematycznie na rysunku 9.

Moduł 1 ma służyć klasycznej analizie kosztowej przeprowadzanej w ujęciu kosztów cyklu życia obiektu. Uwzględnione mają być: koszty produkcji (KP), koszty budowy (KB), koszty operacyjne (KO), koszty wycofania (KW)/koszty recyklingu (KR).

Moduł 2 ma przedstawiać cykl życia śladu węglowego (LCCF), który składa się z operacyjnego śladu węglowego (OCF) i wbudowanego śladu węglowego (ECF).



Rys. 9. *Koncepcja metody zintegrowanego szacowania kosztów i wielkości emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia budynku wspomagającej podejmowanie decyzji inwestycyjnych*

Procedura optymalizacji ma służyć do oceny relacji między różnymi układami zmiennych, w celu znalezienia optymalnych kombinacji, które zminimalizują ślad węglowy w cyklu życia (LCCF) i koszt cyklu życia (LCC) obiektu. Koncepcja opierać się będzie na metodzie scenariuszy i ich hierarchizacji, a wynikiem będą optymalne modele Pareto.

5. Podsumowanie

Aby osiągnąć neutralność emisyjną, należy wziąć pod uwagę środowisko naturalne. Trzeba więc rozważyć wielkość emisji gazów cieplarnianych w procesie wydobywania surowców, produkcji materiałów budowlanych, ich wbudowania oraz transportu w całym cyklu życia. Aby osiągnąć ten cel, według [7] konieczna jest zmiana metodologii opracowywania budżetu budowy. Obecnie budżet budowy obejmuje jedynie kalkulację kosztów budowy materiału i nie uwzględnia śladu klimatycznego produkcji materiałów, co powinno znaleźć odzwierciedlenie w kosztach środowiskowych. Decyzje dotyczące kosztów i wielkości emisji są istotne, ponieważ ostateczne rozwiązania projektowe muszą być skutecznie koordynowane z szerszym zespołem projektowym. Zintegrowane obliczenia kosztów i śladu węglowego powinny być teraz wykonywane dla wszystkich projektów budowlanych [8].

W artykule pokazano znaczenie tematyki śladu węglowego w budownictwie, dokonując analizy publikacji z wykorzystaniem programu VOSviewer. Wynikiem badań były następujące ilości publikacji – dla zestawu „ślad węglowy" i „budowa" – 827 artykułów, natomiast dla „ślad węglowy" i „budynek" – 1063 artykułów. Widać jeszcze pewne rozproszenie publikacji i brak współpracy, ale wyraźnie zaznacza się znaczenie tego typu problematyki w budownictwie. Autorzy zaproponowali także wstępną koncepcję zintegrowanej analizy kosztów i śladu węglowego, podkreślając jej znaczenie w przyszłości.

BIBLIOGRAFIA

[1] Planning for Climate Change: a strategic, values-based approach for urban Planners, united nations human settlements programme (UN-habitat), 2014
[2] Fernández R., Zubelzu S., Martínez R., Carbon Footprint and the Industrial Life Cycle From Urban Planning to Recycling, Springer International Publishing AG 2017, ISBN 978-3-319-54983-5 Fig. 2. Interaction between urban activities and climate change Source Prepared by authors
[3] United Nations Environment Programme 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector, Nairobi, 2020
[4] Pal S. K., Takano A., Alanne K., Siren K., A life cycle approach to optimizing carbon footprint and costs of a residential building, Building and Environment, tom 123, 10/2017, str. 146–162
[5] https://architecture2030.org/about/
[6] Eleftheriadis S., Schwartz Y., Raslan R., Duffour P., Mumovic D., Integrated Building Life Cycle Carbon and Cost Analysis Embedding Multiple Optimisation Levels, 4th Building Simulation and Optimization Conference, Cambridge, UK: 11–12 wrzesień, 2018
[7] Tažiková, A., Struková, Z., Reducing the carbon footprint by selecting building material, International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia, tom 20, 4.2, 2020, str. 227–234
[8] Zima K., Integrated analysis of costs and amount of greenhouse gases emissions during the building lifecycle, Archives of Civil Engineering, tom LXVII, 2/2021, str. 413–423

Gospodarka odpadami budowlanymi i rozbiórkowymi w europejskiej strategii zrównoważonego rozwoju – stan i perspektywa

Dr hab. inż. Małgorzata Ulewicz, Wydział Budownictwa, Politechnika Częstochowska

1. Wprowadzenie

Proces wznoszenia budynków i obiektów infrastruktury technicznej, a także ich remont, modernizacja i rozbiórka stanowi jeden z ważniejszych obszarów ingerencji człowieka w środowisko naturalne. Zarówno podczas procesu wznoszenia, jak i rozbiórki budynków i obiektów infrastruktury generowana są duże ilości odpadów, zazwyczaj obojętnych dla środowiska naturalnego. Jednak odpady te nie ulegają biodegradacji i z uwagi na ochronę środowiska powinny być odpowiednio zagospodarowane. Proces gospodarki odpadami budowlanymi i rozbiórkowymi, w skrócie odpadami C&D (ang. *Construction and Demolition*), obejmujący monitorowanie, zbieranie, transport, recykling i unieszkodliwianie odpadów powstałych podczas budowy, remontu lub rozbiórki obiektów budowlanych oraz infrastruktury technicznej powinien być prowadzony zgodnie z odpowiednimi uregulowaniami prawnymi w tym zakresie.

Ilość wytwarzanych odpadów budowlanych i rozbiórkowych, na świecie w latach 2015–2020, zgodnie z raportem IMARC, systematycznie rosła. Szacuje się, że w latach 2021–2026 światowy rynek gospodarki odpadami C&D będzie wzrastał na poziomie 5,3%, rocznie [1]. Również w krajach Unii Europejskiej, przez szereg lat, obserwowano wzrost ilości wytwarzanych odpadów C&D. W latach 2004–2018 odnotowano wzrost ilości generowanych odpadów C&D średnio o 2,9% rocznie. W 2018 roku wytworzono ponad 834 mln Mg odpadów C&D [2]. Zagospodarowanie takiej dużej ilości odpadów, zróżnicowanej pod względem rodzaju i właściwości jest procesem kosztownym, ale koniecznym ze względu na potrzebę ochrony środowiska naturalnego. Na świecie gospodarka odpadami C&D przebiega w różny sposób. Rządy niektórych krajów (np. USA, Wielka Brytania, Australia) wprowadziły rygorystyczne przepisy mające na celu ograniczenie i kontrolę nielegalnego usuwania oraz niewłaściwego zagospodarowania odpadów budowlanych i rozbiórkowych. Również w krajach UE podejmowane są działania mające na celu ograniczenie negatywnego wpływu odpadów C&D na środowisko naturalne. W krajach wspólnoty gospodarkę odpadami reguluje Dyrektywa 2008/98/WE, znowelizowana 5 lipca 2018 roku. Zgodnie z jej założeniami gospodarowanie odpadami w krajach UE należy ulepszyć i przekształcić w kierunku gospodarki materiałami w obiegu zamkniętym. Jest to zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju, którego celem jest zachowanie i poprawa jakości środowiska, ochrona zdrowia ludzkiego oraz zapewnienie rozważnego, efektywnego i racjonalnego wykorzystywania zasobów naturalnych.

2. Europejska strategia zrównoważonego rozwoju

Pojęcie trwały i zrównoważony rozwój (ang. *Sustainable Development*) po raz pierwszy zostało użyte pod koniec lat 60. XX wieku przez Barbarę Ward, założycielkę International Institute for Environment and Development, celem podkreślenia konieczności zintegrowania rozwoju gospodarczego kraju z ochroną środowiska przyrodniczego. Natomiast najbardziej rozpowszechniona definicja „Zrównoważonego rozwoju" pochodzi z opublikowanego w kwietniu 1987 roku, przez Światową Komisję ds. Środowiska i Rozwoju, raportu „Nasza wspólna przyszłość". Zgodnie z raportem zrównoważony rozwój to rozwój zaspokajający potrzeby obecnego pokolenia bez umniejszania możliwości zaspokajania swoich potrzeb przez przyszłe pokolenia. Koncepcja rozwoju zrównoważonego została szerzej rozpropagowana na Konferencji ONZ „Środowisko i Rozwój" w Rio de Janeiro w 1992 roku (na tzw. Szczycie Ziemi), gdzie przyjęto globalny program działań, tj. Agendę 21, czyli zbiór zaleceń i wytycznych niezbędnych do podjęcia celem zapewnienia trwałego i zrównoważonego rozwoju oraz Deklarację z Rio de Janeiro, tzw. Kartę Ziemi. Następnie zrównoważony rozwój był promowany na Światowym Szczycie Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu w 2002 roku oraz konferencji „Rio+20" w Rio de Janeiro w 2012 roku, gdzie przyjęto deklarację „Przyszłość, jaką chcemy mieć".

Zagadnienia zrównoważonego rozwoju znalazły odzwierciedlenie również w komunikacie Komisji Europejskiej „Europa 2020 – Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu" (KOM/2010/2020). Jak wynika z komunikatu, jednym z trzech istotnych priorytetów UE jest zrównoważony

rozwój, możliwy do osiągnięcia poprzez wspieranie gospodarki efektywnie korzystającej z zasobów naturalnych. Komisja UE opublikowała także komunikat „Plan działań na rzecz zasobooszczędnej Europy" (KOM/2011/571), w którym określono wpływ budownictwa na zasoby naturalne, energetykę, środowisko i zmianę klimatu oraz „Strategię na rzecz zrównoważonej konkurencyjności branży budowlanej i jej przedsiębiorstw" (KOM/2012/0433). Jej celem jest, między innymi, promowanie działań zmierzające do poprawy efektywności gospodarowania zasobami poprzez wzajemne uznawanie systemów zrównoważonego budownictwa w krajach UE. W kraju koncepcja zrównoważonego rozwoju znalazła swoje odzwierciedlenie w wielu strategiach i programach sektorowych, tj. Polityka Ekologiczna Państwa 2030, Polityka Klimatyczna Polski oraz Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.). Najszerzej pojęcie zrównoważonego rozwoju zostało zdefiniowane w ustawie Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r., w której w sposób kompleksowy uregulowane zostały zasady ochrony środowiska oraz warunki korzystania z jego zasobów. Ogólne zasady zrównoważonego rozwoju znalazły odzwierciedlenie również w Ustawie z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane. Zgodnie z art. 5 ustawy obiekty budowlane należy projektować i budować w oparciu o przepisy oraz zasady ochrony środowiska.

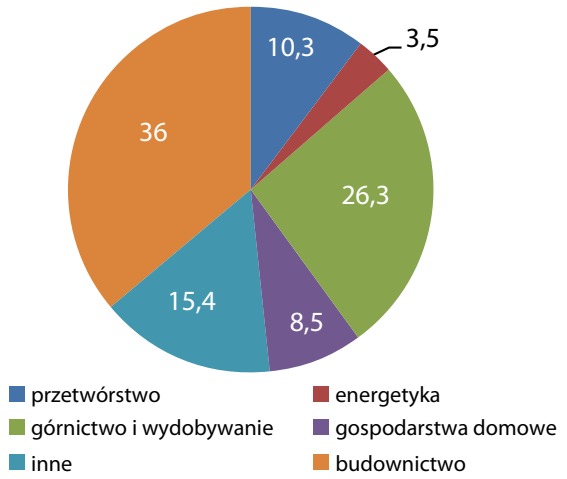
3. Recykling odpadów budowlanych i rozbiórkowych w krajach UE

W sektorze budowlanym odpady generowane są zarówno podczas wnoszenia obiektów budowlanych, jak i podczas ich remontu i rozbiórki. Pomimo zróżnicowania powstających odpadów pod względem rodzaju, właściwości i czystości materiału odpadowego w praktyce oba strumienie odpadów są określane jednym pojęciem jako odpady budowlane i rozbiórkowe (C&D) i analizowane łącznie. W grupie C&D odpady z rozbiórki stanowią aż 95,9%, a odpady z remontów i modernizacji obiektów jedynie 4,1%. W danych tych nie są uwzględniane odpady budowlane i remontowe wytwarzane przez indywidualne gospodarstwa domowe, które w postaci zmieszanej trafiają do strumienia odpadów komunalnych. Ilość odpadów C&D, która trafia do strumienia odpadów komunalnych, nie jest ujęta w opracowaniach statystycznych.

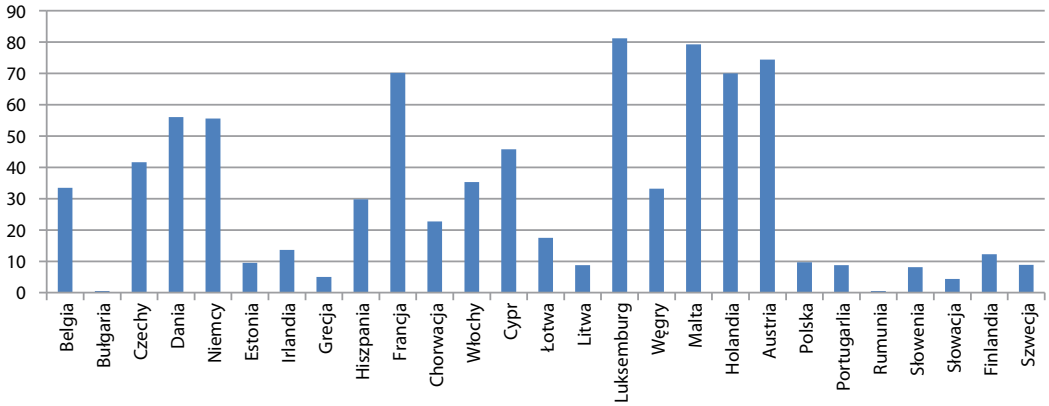
W krajach UE, gospodarkę odpadami reguluje Dyrektywa 2008/98/WE, znowelizowana w lipcu 2018 roku oraz Decyzja Komisji Europejskiej (2014/955/UE) z 18 grudnia 2014 r., zgodnie z którą odpady C&D klasyfikowane są w grupie 17. Grupa ta obejmuje odpady z budowy, remontu i rozbiórki obiektów mieszkaniowych i przemysłowych oraz infrastruktury drogowej i kolejowej. Zgodnie z dyrektywą wytwórca odpadów został zobowiązany do stosowania odpowiednich sposobów produkcji oraz do stosowania surowców i materiałów, które zapobiegają powstawaniu zwiększonej ilości odpadów lub pozwolą utrzymać ich ilość na możliwie najniższym poziomie. Natomiast wszystkie wytworzone odpady powinny być poddane procesom odzysku, w tym recyklingu, a składowane mogą być wyłącznie odpady, których unieszkodliwienie w inny sposób jest niemożliwe z przyczyn technologicznych.

W 2018 roku całkowita ilość odpadów wytworzonych w krajach UE-27 przez wszystkie rodzaje działalności gospodarczej i gospodarstwa domowe wyniosła 2 317 mln Mg. Średnio wytworzono 5,2 Mg odpadów na osobę (w Polsce aż 6,7 Mg/osobę). Z raportu wynika, iż 38,7% wytworzonych odpadów zostało zdeponowanych na składowiskach odpadów, 38,1% poddano recyklingowi, a 23,2% innym procesom odzysku. W całkowitym strumieniu odpadów w 2018 roku, odpady C&D (rys. 1) stanowiły aż 36% [2]. W krajach UE-27 wytworzono łącznie 834,12 mln Mg odpadów C&D. Procentowy udział odpadów C&D w ogólnej ilości wytworzonych odpadów w poszczególnych państwach członkowskich UE przedstawiono na rysunku 2. Ilość wytwarzanych odpadów w tej grupie jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych krajach. Największy udział odpadów C&D był raportowany w Luksemburgu (81,2%), Malcie (79,3%), Austrii (74,4%), Francji (70,2%) i Holandii (70%). Natomiast najmniejszy udział tych odpadów odnotowano w Bułgarii (0,1%), Rumuni (0,3%), Słowacji 4,4%, Grecji (5%) i Słowenii (8,1%).

W sektorze budowlanym wytwarzane są zarówno odpady obojętne, jak i niebezpieczne dla środowiska naturalnego. Wytworzone w 2012 roku odpady C&D w 97,5% były odpadami obojętnymi dla środowiska naturalnego, a 2,5% stanowiły odpady niebezpieczne. Najwięcej odpadów niebezpiecznych C&D wytworzono w Szwecji (13%), Danii (8%) i Holandii (7%). Natomiast 11 krajów zaraportowało wytwarzanie niebezpiecznych odpadów C&D w ilości poniżej 1%. Niektóre państwa członkowskie nie raportują żadnych odpadów zawierających azbest, co sugeruje, iż azbest nie jest



Rys. 1. *Wytworzone odpady w UE-27 w poszczególnych sektorach gospodarki w 2018 roku*

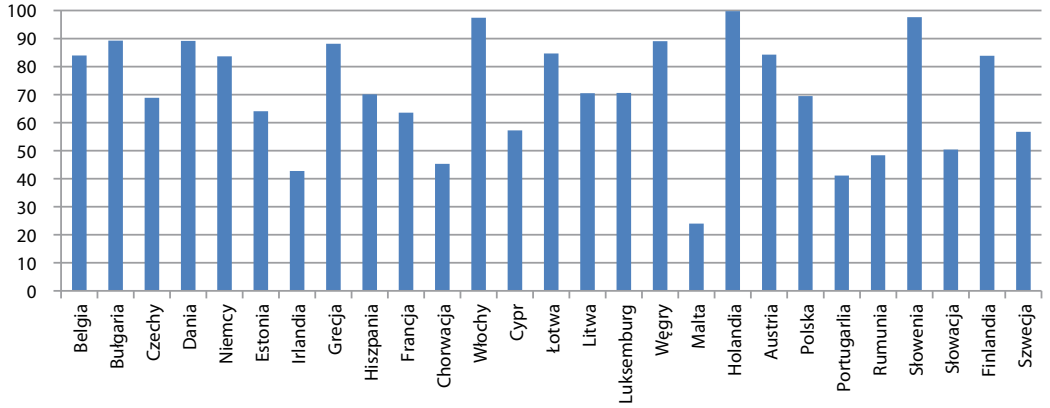


Rys. 2. *Wytworzone odpady C&D w UE- 27 w 2018 roku (% udział w całości odpadów), opracowanie na podstawie [2]*

zbierany oddzielnie od innych mineralnych odpadów C&D (np. w Irlandii odpady azbestowe są wytwarzane, ale nie pojawiają się w statystykach Eurostatu dla tego kraju). Również niewiarygodne niskie ilości niebezpiecznych odpadów C&D zgłoszone przez niektóre państwa członkowskie (np. Rumunię, Łotwę, Grecję i Bułgarię) ze względu na niespójną sprawozdawczość mogą w rzeczywistości nie być reprezentatywne dla „rzeczywistej" ilości odpadów niebezpiecznych wytworzonych w tych krajach. Poziom i sposób zagospodarowania odpadów niebezpiecznych w poszczególnych krajach wspólnoty był zróżnicowany. W Holandii, Danii i Francji poddano recyklingowi ponad 90% wytworzonych odpadów niebezpiecznych, podczas gdy kraje takie, jak Estonia, Litwa, Chorwacja i Portugalia odpady te spalały lub deponowały na składowiskach [3]. Efektowność gospodarki odpadami niebezpiecznymi od szeregu lat poprawia wprowadzony wymóg przez szereg państw członkowskich (np. Węgry, Irlandia, Polska, Słowacja i Szwecja) przeprowadzenia audytów (lub inwentaryzacji) przed rozbiórką w celu zidentyfikowania w strumieniu odpadów materiałów niebezpiecznych, w szczególności wyrobów azbestowych. Wymagania takie są zwykle powiązane z pozwoleniem/licencją na rozbiórkę obiektu budowanego.

Prace budowlane i rozbiórkowe generują duże ilości odpadów mineralnych (ponad 49%), betonowych (25%), drewnianych (5,8%), metalowych (2,5%), mieszanych, niejednorodnych (10,5%), a także szereg innych odpadów o niskiej wartości ekonomicznej [4]. Wytwarzane odpady mineralne były wykorzystywane przede wszystkim do rekultywacji terenów zdegradowanych oraz jako materiał dla drogownictwa. Średni poziom recyklingu mineralnych odpadów C&D w krajach wspólnoty wyniósł w 2016 roku 70,9% i był zróżnicowany w poszczególnych krajach UE (rys. 3). Odpady te wykorzystywane były również jako materiał do zasypywania wyrobisk (średnio w UE wykorzystywano w tym celu 16,4% odpadów). Do zasypywania wyrobisk, mineralne odpady C&D wykorzystywane były głównie w takich krajach, jak: Malta (76%), Irlandia (59,2%) i Portugalia (56,6%). Duża ilość mineralnych odpadów C&D w krajach wspólnoty, w analizowanym roku, była deponowana na składowiskach odpadów (średnio 11,4%). Najwięcej tego typu odpadów deponowała na składowiskach odpadów Słowacja (46,9%) oraz Cypr (42,8%) [5], a najmniej Holandia (0,2%), Luksemburg (0,3%) i Słowenia (2,3%). Materiał te nie trafiał na składowiska odpadów jedynie na Malcie. Również w przypadku innych rodzajów odpadów C&D poziom recyklingu jest zróżnicowany w poszczególnych krajach wspólnoty.

Zgodnie z dyrektywą ramową w sprawie odpadów, w krajach UE w 2020 r. co najmniej 70% (wagowo) wytworzonych odpadów C&D innych niż niebezpieczne (z wyjątkiem naturalnie występujących materiałów) powinno być poddanych recyklingowi lub przeznaczonych do powtórnego użycia. Średni poziom recyklingu wytworzonych w 2012 r. odpadów C&D w krajach wspólnoty wyniósł 56,8% [4]. Natomiast w 2016 roku poziom ten był wyższy i wynosił 89% [6], co jest zacznie powyżej rekomendowanego przez Komisję Europejską poziomu recyklingu dla tej grupy materiałów. Niestety poziom recyklingu i odzysku materiałów C&D był bardzo zróżnicowany w całej UE i wahał się granicach od poniżej 10 do ponad 90%. Wskaźnik recyklingu ponad 90% odnotowały kraje takie, jak: Holandia, Luksemburg, Włochy, Słowenia, Austria i Łotwa, a poniżej 10%: Finlandia, Grecja i Cypr [7]. Tak znaczne różnice w poziome recyklingu mogą być spowodowane zarówno różnym poziomem dostępności technologii recyklingu w poszczególnych krajach i uwarunkowanymi prawnymi, a także wiarygodnością raportowanych danych. Niska wiarygodność danych C&D w państwach UE wynika między innymi z dużej liczby wykrywanych podczas analizy (za pomocą zaawansowanych testów statystycznych) nieprawidłowych wartości, niedociągnięć w metodyce gromadzenia danych, a także z niespójności niektórych danych z danymi krajowymi i międzynarodowymi. Od szeregu lat niską wiarygodnością charakteryzują się dane raportowane przez np. Cypr, Rumunię, Bułgarię, Finlandię, Grecję, czy Irlandię [3]. Niemniej jednak biorąc pod uwagę średni stopień recyklingu odpadów C&D z 2016 roku, można stwierdzić, iż wymagany poziom recyklingu na rok 2020 został w tej grupie odpadów osiągnięty znacznie wcześniej. Wysokie wskaźniki odzysku odpadów z budowy i rozbiórki w krajach UE osiągnięto głównie dzięki wykorzystaniu odzyskanych odpadów do wypełniania wyrobisk oraz stosowaniu mało skomplikowanych procesów odzysku i recyklingu. Niestety taka forma recyklingu odpadów C&D zmniejsza możliwość przejścia do cyrkulacyjnej gospodarki tymi materiałami odpadowymi. Jednak jeżeli tej formy



Rys. 3. *Procent recyklingu mineralnej części odpadów C&D w UE- 27, opracowanie na podstawie [5]*

odzysku (wypełnienie wyrobisk odpadami) nie uwzględni się w obliczaniu poziomu recyklingu, to żadne państwo członkowskie nie osiągnęło wskaźnika recyklingu na poziomie 70%. Obecnie w pełnym cyklu zamkniętym jedynie zagospodarowywane są odpady metaliczne, podczas gdy inne rodzaje odpadów (np. płyty cementowo-azbestowe) są po zabezpieczeniu deponowane na specjalnych składowiskach odpadów. Tak więc, aby zbudować gospodarkę o rzeczywiście zamkniętym obiegu materiałów odpadowych C&D, należy wprowadzić zmiany zarówno legislacyjne (np. umożliwić recykling płyt cementowo-azbestowych), jak też udoskonalić techniki przetwórstwa. W przypadku recyklingu lub ponownego wykorzystania odpadów C&D jedną z typowych w UE przeszkód jest brak zaufania do jakości materiałów pochodzących z recyklingu, co ogranicza popyt na odzyskane materiały C&D. Dlatego KE podjęła szereg działań mających na celu zwiększenie zaufania do odzyskanych materiałów C&D oraz wspierających proces gospodarowania odpadami z budowy i rozbiórki. W 2016 roku Komisja Europejska opracowała protokół dotyczący procesu gospodarowania odpadami C&D, zgodny ze „Strategią Budownictwo 2020", który ma być inspiracją dla przedsiębiorców zajmujących się gospodarką odpadami, a w 2018 roku „Wytyczne dotyczące kontroli odpadów przed rozbiórką i renowacją budynków". Oba dokumenty są dokumentami rekomendującymi dobre praktyki. Komisja Europejska zaleca wprowadzenie kontroli przed rozbiórką obiektów budowlanych oraz stosowanie procesu segregacji odpadów u źródła, ze szczególnym uwzględnieniem wydzielenia odpadów niebezpiecznych, a także materiałów utrudnianych późniejszy proces recyklingu (np. pianki montażowej). Ponadto zwraca uwagę na konieczność stosowania w UE wspólnych nazwy dla poszczególnych frakcji odpadów C&D oraz konieczność poprawy procesu gromadzenia i tworzenia statystyk, co pozwoli na efektowne opracowanie strategii gospodarki odpadami, a także umożliwi porównanie danych z różnych państw członkowskich.

4. Recykling odpadów budowlanych i rozbiórkowych w Polsce

W Polsce gospodarkę odpadami reguluje Ustawa z 12 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U., 2013, poz. 21) oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów (Dz.U., 2014, poz. 1923). Zgodnie z katalogiem odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych) należą do grupy 17. Ilość wytworzonych odpadów z tej grupy oraz sposób ich zagospodarowania w latach 2011–2019 przedstawiono w tabeli 1 [8]. W analizowanym okresie ilość wytarzanych odpadów C&D raportowanych przez GUS maleje z wyjątkiem roku 2016. Trudno jest jednak przyjąć te dane za w pełni odzwierciedlające sytuację na krajowym rynku odpadów C&D, gdyż w analizowanym okresie występują istotne różnice pomiędzy danymi GUS i Eurostatu dla ewidencjonowanych odpadów ogółem (rzędu 24,9–42 mln Mg) oraz odpadów przemysłowych (w tym C&D) rzędu 27,9–44,2 mln Mg. Na spadek ilości odpadów raportowanych z pewnością miała wpływ nowelizacja rozporządzenia ministra środowiska, zgodnie z którą od 1 stycznia 2015 roku nastąpiły zmiany w rodzaju i ilości ewidencjonowanych odpadów. Pierwsza nowelizacja rozporządzenia od 1 stycznia 2015 roku (Dz.U. 2015, poz. 1431) zwiększyła poziom nieewidencjonowanych ilości wytwarzanych odpadów C&D dla ośmiu rodzajów odpadów z 1 Mg do 5 Mg. Obecnie od 1 stycznia 2020 roku (Dz.U. 2019, poz. 2531), po kolejnej nowelizacji rozporządzenia, poziom ten zwiększono do 10 Mg dla tych rodzajów odpadów i rozszerzono katalog o kolejne osiem rodzajów odpadów (tynki, tapety, okleiny, metale, zmieszane metale, zmieszane odpady betonu, gruz ceglany, materiały ceramiczne – dla nich zniesiono obowiązek ewidencjonowania w przypadku wytwarzania do 5 Mg). Wyjątek stanowią odpady gleby i ziemi, dla których obowiązek ewidencjonowania podniesiono do poziomu 20 Mg odpadów wytwarzanych rocznie przez przedsiębiorstwo. Do sytemu gospodarki odpadami trafią ponadto odpady C&D ze strumienia odpadów komunalnych, które nie są ewidencjonowane. Odpady C&D w strumieniu odpadów komunalnych nie są segregowane, chociaż badanie trackingowe świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski [9] przeprowadzone w październiku 2020 roku wykazały, iż Polacy na drugim miejscu po problemie zanieczyszczania powietrza (problem ten wskazało 59% ankietowanych) wskazują problemy związane z odpadami (50% ankietowanych) i konieczność segregacji odpadów. Jednak wprowadzone przez większość gmin

ograniczenia możliwości bezpłatnego oddania jedynie 1m^3 odpadów C&D roczne powoduje, iż materiał ten jest często w sposób nielegalny „oddawany/przemycany" z odpadami komunalnymi. Obecnie w Ministerstwie Środowiska i Klimatu trwają prace nad projektem nowelizacji ustawy o odpadach, ale z uwagi na fakt, iż nie są jeszcze dostępne wyniki konsultacji międzyresortowych, nie można określić, kiedy projektowana ustawa zostanie skierowana do parlamentu. Projekt ustawy o odpadach definiuje po raz pierwszy odpady budowlane i rozbiórkowe oraz nakłada obowiązek segregacji odpadów C&D u źródła na takie rodzaje, jak: drewno, metale, szkło, tworzywa sztuczne, gips i odpady mineralne (beton, cegła, płytki i materiały ceramiczne oraz kamienie). Projekt ustawy zakłada również dla odpadów C&D zniesienie wymaganego poziomu recyklingu oraz włączenie oceny cyklu życia do zamówień publicznych i unijnych ram finansowania. W projekcie ponadto określono minimalne obowiązkowe kryteria i cele dotyczące Zielonych Zamówień Publicznych (ZZP) i zasady stopniowego wprowadzenia obowiązkowej z nich sprawozdawczości. Obowiązek recyklingu lub wykorzystania materiałów pochodzących z recyklingu w ZZP jest stosowany w 11 krajach członkowskich wspólnoty, w tym w Polsce, ale uwzględnienie ekologicznych kryteriów w zamówieniach jest średnio na poziomie poniżej 20% [3].

Funkcjonalność sytemu gospodarki odpadami należy rozpatrywać, biorąc pod uwagę zarówno efektywność ekonomiczną podmiotów w nim uczestniczących, ale również aspekt ekologiczny i społeczny. Obecnie funkcjonujący system gospodarki odpadami jest wyjątkowo podatny na nadużycia. Wiele podmiotów prowadzących działalność z zakresu gospodarki odpadami wykorzystuje luki w prawie i brak odpowiednich narzędzi kontrolnych, a także prowadzi nierzetelną ewidencję odpadów. Obserwowane są praktyki tzw. krótkotrwałego magazynowania i następnie porzucania odpadów, podpalania, a także tzw. handel dokumentami, czyli wirtualny obieg dokumentów potwierdzających fikcyjny recykling. W 2018 r. Inspekcja Ochrony Środowiska ujawniła 471 przypadków nielegalnych działań w gospodarce odpadami (niezgodne z prawem spalanie odpadów oraz niewłaściwa rekultywacja wyrobisk, porzucania odpadów) [10]. Efektywność ekonomiczną sytemu gospodarki może zapewnić jedynie zintegrowany system gospodarki odpadami obejmujący cały „cykl życia odpadu" czyli okres od momentu jego wytworzenia, poprzez proces zbierania i transportu do miejsc, w których jest prowadzony proces jego przetwarzania (recykling, odzysk lub unieszkodliwianie). W systemie gospodarki odpadami C&D należy więc dążyć, aby dobór surowców i technologii wytwarzania materiałów budowalnych oraz wznoszenia obiektów w jak największym stopniu uwzględniał wykorzystane materiałów z recyklingu lub odzysku. Dobór technologii powinien uwzględniać również minimalizację powstawania produktów niezamierzonych procesu oraz możliwość recyrkulacji części opadów w ramach własnego systemu wytwórczego.

Tabela 1. *Odpady z 17 grupy wytworzone w latach 2011–2019 w Polsce, w tys. Mg*

Rok	Ogółem (*Grand total*)	Poddane odzyskowi (*Recovered*)	Unieszkodliwione (*Disposed*)	Magazynowane tymczasowo (*Temporarily Stored*)
2011	6817,2	6741,3	37,0	38,9
2012	4578,3	4571,2	9,1	48,0
2013	4598,2	4571,2	0,1	26,9
2014	4112,1	306,3	1,5	29,4
2015	5533,9	520,0	-	26,5
2016	7341,2	5009,0	244,5	11,6
2017	2895,0	1061,0	7,0	45,0
2018	3774,0	3388,0	17,0	36,0
2019	2931,0	1462,0	35,0	35,0

5. Podsumowanie

Racjonalna gospodarka zasobami naturalnymi należy do głównych priorytetów polityki Unii Europejskiej, co znajduje odzwierciedlenie w dokumentach określających strategiczne kierunki rozwoju zrównoważonego wspólnoty. Respektowanie zasad zrównoważonego rozwoju obliguje sektor budownictwa do ograniczenia zużycia zasobów naturalnych poprzez wykorzystanie materiałów recyklingowych oraz efektywnego gospodarowania odpadami C&D. Jednak zagospodarowanie dużej ilości zróżnicowanych pod względem morfologii i struktury odpadów C&D nie jest w pełni efektywne, a znaczna część odpadów nie jest przetwarzana w systemie gospodarki o obiegu zamkniętym. Poziom recyklingu odpadów C&D systematycznie wzrasta (w 2016 roku osiągnął średnio w krajach UE 89%), ale materiały odpadowe z sektora budownictwa są przetwarzane przede wszystkim z wykorzystaniem niskoefektywnych technologii lub jako materiał zasypowy.

BIBLIOGRAFIA

[1] https://www.imarcgroup.com/construction-demolition-waste-management-market
[2] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics#Total_waste _generation
[3] European Commission, Final report: Resource Efficient Use of Mixed Wastes – Improving management of construction and demolition waste, Deloittle, October 2017
[4] Ulewicz, M., Gospodarka materiałami i odpadami budowlanymi w aspekcie europejskiej strategii zrównoważonego rozwoju, Materiały Budowlane 12/2016, str. 18–21
[5] https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/construction-and-demolition-waste-challenges
[6] https://www.interregeurope.eu/smartwaste/news/news-article/11804/construction-demolition-waste-generation-in-the-eu
[7] https://www.collectors2020.eu/the-project/scope/construction-demolition-waste-cdw
[8] Dane GUS, Ochrona Środowiska, Warszawa; lata 2012–2020
[9] https://www.gov.pl/web/klimat/badania-swiadomosci-ekologicznej
[10] https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/szara-strefa-zarzadzanie-odpadami-KIG-7532.html

Skanowanie konstrukcji, wykorzystanie metody prądów wirowych i georadarowej do celów lokalizacji i detekcji zbrojenia

Mgr inż. Stefan Giryn, Diagnostyka konstrukcji

1. Wprowadzenie

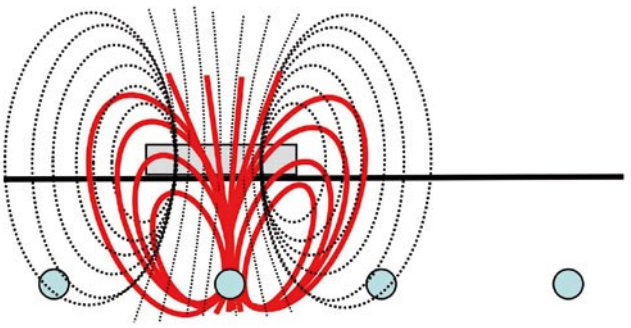
Modernizacje obiektów budowlanych i adaptacje, którym często towarzyszy zmiana funkcji, a co za tym idzie zmiana obciążeń użytkowych, to coraz częstsza praktyka na krajowym rynku budowlanym. Szczególnie w przypadku starszych obiektów często mamy do czynienia z brakiem dokumentacji archiwalnej lub z istotnymi odstępstwami w stosunku do zachowanej dokumentacji. W takich wypadkach przed przystąpieniem do prac projektowych, czy wykonawczych konieczne jest ustalenie, jak zbudowany jest obiekt. Coraz częściej także ze względu na panujący w trakcie procesu inwestycyjnego pośpiech drobne zmiany projektowe są wprowadzane już w trakcie budowy. W takich sytuacjach często jest konieczne wykorzystanie techniki cięcia, czy wiercenia diamentowego w żelbecie np. w celu wykonania zakotwień, czy nieplanowanych wcześniej przejść instalacyjnych.
Jednym z podstawowych badań nieniszczących pozwalających na określenie nośności, możliwości wzmocnienia elementów konstrukcyjnych, czy wykonania w nich przekuć i przewiertów jest skanowanie konstrukcji. W niniejszym artykule przedstawiono wykorzystanie do skanowania konstrukcji metody prądów wirowych (*Eddy Current* – EC) i georadarowej (*Ground Penetrating Radar* – GPR), umożliwiające nieniszczącą detekcję i lokalizację przebiegu zbrojenia, pomiary jego otuliny, np. do celów opinii i ekspertyz technicznych, inspekcji jakości wykonania robót żelbetowych np. do oceny bezpieczeństwa przeciwpożarowego, czy też wskazania bezpiecznych miejsc wiercenia w żelbecie.

2. Metoda prądów wirowych (Eddy Current) i georadarowa (GPR)

Pośród znanych metod lokalizacji i detekcji największą popularnością cieszą się metody elektromagnetyczne, takie jak metoda prądów wirowych (EC) i georadarowa (GPR). Są one coraz częściej wykorzystywane ze względu na stosunkowo nieskomplikowany proces pomiarowy. Co za tym idzie skanowanie konstrukcji metodami elektromagnetycznymi umożliwia uzyskanie względnie niskiej ceny jednostkowej badania. W przypadku najwyższej klasy urządzeń pomiarowych

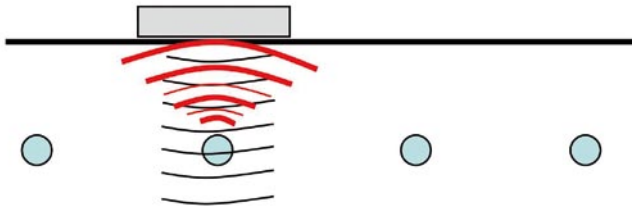
Rys. 1. *Wstępne wyniki można przeanalizować w trakcie badania lub zaraz po jego przeprowadzeniu na ekranie urządzenia*

badania te pozwalają uzyskać bardzo wysoką dokładność pomiarów. Niemniej istotny jest fakt, że wstępny podgląd wyników jest możliwy w trakcie badań lub też zaraz po ich wykonaniu, co daje możliwość podjęcia niektórych decyzji związanych z rezultatami badań in situ.
Chociaż obie omawiane metody zaliczają się do elektromagnetycznych metod detekcji, to ich działanie opiera się na innych zasadach. W pierwszej z nich, metodzie prądów wirowych, pomiar polega na analizie zmiany indukowanych prądów wirowych w przypadku położenia skanera nad obiektami ferromagnetycznymi w betonie lub z dala od nich (rys. 2). W ten sposób działa zdecydowana większość urządzeń wykrywających zbrojenie, od najprostszych detektorów przez



Rys. 2. *Schemat ideowy działania urządzeń opartych o metodę prądów wirowych (Eddy Current)*

nieco bardziej złożone urządzenia lokalizujące zbrojenie, określające grubość otuliny i średnicę prętów (jak np. starsze modele Proceq Profometer, Proceq Profoscope czy Elcometer serii 331) po najbardziej zaawansowane skanery zbrojenia na rynku jak np. Hilti Ferroscan PS200 i PS300, czy Proceq Profometer 650AI, które są w stanie także zwizualizować przebieg zbrojenia w badanym elemencie.
Głównym ograniczeniem tego typu systemów pomiarowych jest istota ich działania, jako że pomiar polega na analizie zmiany pola elektromagnetycznego emitowanego przez skaner, to mamy możliwość wykrycia jedynie ferromagnetycznych obiektów w betonie. I chociaż pręty zbrojeniowe urządzenia tego typu wykrywają z bardzo dużą dokładnością, a także niemalże bezbłędnie określają ich otulenie, a zaawansowane systemy nawet szacują średnicę prętów, to istota działania sprzętu powoduje, że nie wykryjemy nim np. coraz powszechniejszego zbrojenia kompozytowego, czy pustek w betonie, a elementy ferromagnetyczne w pierwszej warstwie uniemożliwiają detekcję kolejnych ich warstw.
Badanie metodą georadarową GPR polega na emisji przez antenę nadawczą w kierunku badanej konstrukcji fali elektromagnetycznej (radarowej) i analizie zarejestrowanej fali odbitej od elementów o zmiennych właściwościach dielektrycznych (rys. 3).



Rys. 3. *Schemat ideowy działania urządzeń opartych o metodę georadarową (Ground Penetrating Radar)*

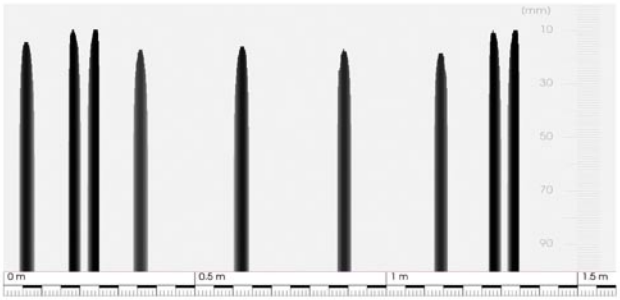
W związku z powyższym systemy lokalizowania i detekcji oparte o tę metodę (np. Hilti X-Scan PS1000, GSSI Structure Scan z serii Mini, czy Mala z serii CX) są w stanie wykryć nie tylko elementy ferromagnetyczne w betonie, a także elementy niemetaliczne, takie jak np. zbrojenie z prętów kompozytowych, peszle z przewodami lub kablami sprężającymi czy większe pustki w betonie. Co więcej, w odpowiednich warunkach możliwe jest także zarejestrowanie granicy ośrodka, w którym dokonujemy pomiaru, czyli pomiar grubości elementu konstrukcyjnego przy dostępie jednostronnym. Oznacza to, że zakres detekcji jest znacznie szerszy względem urządzeń opierających się na metodzie prądów wirowych. Chociaż w przeciwieństwie do skanerów opartych o metodę prądów wirowych lokalizacja, czy określenie otuliny nie jest tak dokładne w przypadku obiektów ferromagnetycznych, a oszacowanie ich średnicy jest niemożliwe, to wykrywanie także niemetalicznych obiektów, a przede wszystkim możliwość detekcji w sprzyjających warunkach nawet kilku warstw obiektów powoduje, że metoda georadarowa szybko zyskuje zwolenników.

3. Tryby skanowania, skany liniowe, a obrazowe

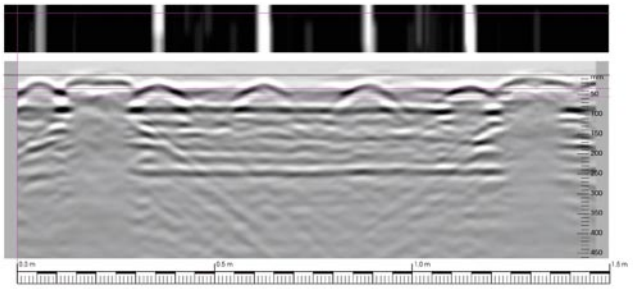
Należy zauważyć, że w przypadku większości urządzeń do skanowania niezależnie od metody działania czy producenta sprzętu wyróżniamy dwa podstawowe tryby skanowania.
Skanowanie liniowe, tj. tryb, w którym wykonujemy przejazd skanerem w linii, podczas którego skaner zbiera dane dotyczące obiektów znajdujących się prostopadle do niego w trakcie przejazdu. Efektem pomiaru w przypadku metody prądów wirowych jest profil z widoczną siłą sygnału (rys. 4) świadczącą o obecności prętów zbrojeniowych lub w przypadku metody georadarowej, tzw. radargram lub falogram (rys. 5).
Skanowanie obrazowe lub jak kto woli skanowanie powierzchniowe to tryb, w którym kolejne przejazdy skanera w poziomie (wiersze) i pionie (kolumny) oprogramowanie łączy w obraz 2D lub 3D. W przypadku większości urządzeń obraz ten ma wymiary 60x60 cm lub wielokrotność. Obraz taki pozwala na najdokładniejszą ocenę przebiegu zbrojenia w betonie.

4. Wyniki uzyskane skanowaniem różnymi metodami pomiarowymi

Bezpośrednie porównanie skanów wykonanych w tym samym miejscu odpowiednio Ferroscanem PS200 (EC) i X-Scanem PS1000 (GPR) pozwoli najlepiej zrozumieć różnice pomiędzy metodami skanowania.
Skany liniowe przedstawione na rysunkach zostały wykonane do celów ekspertyzy technicznej stropu kamienicy z lat 40. ubiegłego wieku, skanowanie przeprowadzono od spodu stropu płaskiego odcinkowego na belkach stalowych w poprzek tych belek. Główną konstrukcję nośną tego stropu stanowią belki dwuteowe IPN180 w rozstawie osiowym 110 cm. Na ich dolnych półkach jest oparta płyta żelbetowa o grubości 8 cm, a nad tą płytą znajduje się wypełnienie z gruzu/tłucznia ceglanego zespojonego zaprawą cementową o grubości 10 cm, tj. mniej więcej do wierzchu dwuteowników stalowych. Następnie są ułożone warstwy wykończeniowe, jastrych cementowy i gres na kleju.
Jak widać, skanowanie liniowe wykonane metodą prądów wirowych (rys. 4) pozwala określić wyłącznie rozmieszczenie prętów zbrojeniowych oraz belek (charakterystyczne



Rys. 4. *Skan liniowy stropu odcinkowego na belkach stalowych uzyskany skanowaniem metodą prądów wirowych (Ferroscan PS200)*

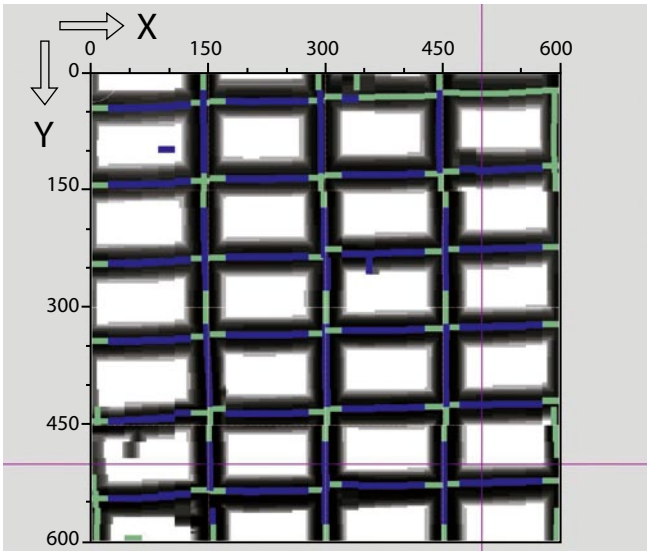


Rys. 5. *Skan liniowy uzyskany skanowaniem metodą georadarową (X-Scan PS1000)*

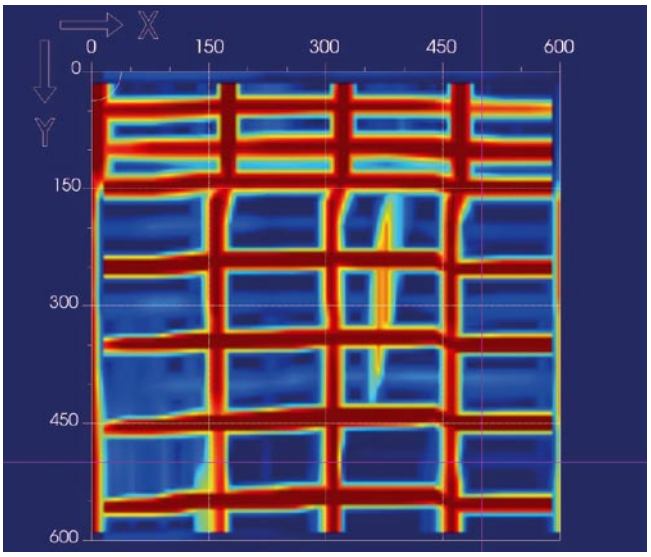
podwójne sygnały). Taki skan pozwala także na bardzo dokładny pomiar otuliny, a w przypadku urządzeń takich jak Proceq Profometer 650AI, czy Hilti Ferroscan PS300 także na oszacowanie średnicy wykrytych prętów zbrojeniowych.
W przypadku skanu liniowego wykonanego metodą georadarową (rys. 5) wyraźnie widoczne są hiperboliczne załamania fali od prętów zbrojeniowych równoległych do belek, dwa silne sygnały od dwuteowych belek, a także granice zmiany ośrodka; tylna ścianka płyty żelbetowej na głębokości około 8 cm i wierzch stropu na około 25 cm.
Skany obrazowe przedstawione na rysunkach zostały wykonane do celów wyznaczenia bezpiecznego miejsca wierceń pod zakotwienia wzmocnienia stropu w budynku użyteczności publicznej. Jak widać, w przypadku skanów obrazowych na pierwszy rzut oka różnice nie są aż tak duże, rysunek 6 przedstawia obraz zbrojenia uzyskany ze skanera działającego w oparciu o metodę indukcji elektromagnetycznej prądów wirowych – EC (w tym wypadku jest to obraz uzyskany skanowaniem betonu systemem lokalizacji i detekcji Ferroscan PS200). Skany obrazowe charakteryzują się tym, że pozostawiają znacząco mniejsze pole do ewentualnych błędów w interpretacji niż skany liniowe. W przypadku skanu, o którym mowa, wyraźnie jest widoczna regularna siatka zbrojenia o oczku 15x10 cm.
Obraz na rysunku 7 to skan uzyskany skanowaniem georadarem do betonu o wysokiej częstotliwości środkowej – GPR (obraz uzyskany skanowaniem betonu georadarem Hilti X-Scan PS1000 – 3 anteny, 5 ścieżek przy jednorazowym przejeździe, częstotliwość środkowa 2,0 GHz). Krótki, przebiegający pod niewielkim kątem względem zbrojenia pionowego obiekt, a także poziomy obiekt między dwoma pierwszymi od góry poziomymi prętami nie zostały wykryte skanowaniem Ferroscanem PS200, natomiast są wyraźnie widoczne w przypadku skanowania wykonanego X-Scanem PS1000. Oznacza to, że albo nie są to obiekty o właściwościach ferromagnetycznych, albo że blisko siebie położone pręty uniemożliwiają ich detekcję w przypadku metody prądów wirowych.
W przypadku wykorzystania do celów skanowania konstrukcji różnych metod pomiarowych bardzo istotna jest możliwość jednoczesnej analizy danych uzyskanych skanowaniem różnymi urządzeniami. Za sprawą nowoczesnego oprogramowania, takiego jak np. Profis Detection Office, możliwe jest połączenie i nałożenie na siebie wyników uzyskanych skanerami konstrukcji działającymi w oparciu o obie omawiane metody. Przykładowo (rys. 8) to obraz skanowania powstały z połączenia, nałożenia na siebie wyżej prezentowanych wyników. Jak wykazano, wykorzystanie do skanowania metody prądów wirowych i georadarowej pozwala oprócz lokalizacji obiektów także na sklasyfikowanie ich jako metalicznych lub niemetalicznych, a także na skorelowanie głębokości ich położenia. Przy czym określenie głębokości położenia obiektów w przypadku metody georadarowej umożliwia ustalenie stałej dielektrycznej skanowanego betonu z wysoką dokładnością. Jest to często niezmiernie istotne w wypadku skanowania betonu do celów analiz konstrukcyjnych, ponieważ pozwala na podstawie skanowania georadarem dość dokładnie oszacować grubość elementów żelbetowych przy dostępie jednostronnym.

5. Wyznaczenie bezpiecznego miejsca wiercenia

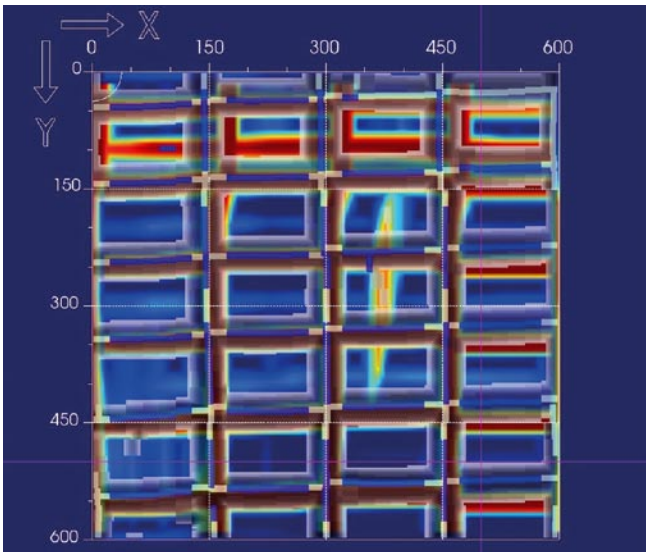
O ile w pewnych przypadkach przecięcie pojedynczych prętów zbrojenia pozostaje bez większego wpływu na bezpieczeństwo i trwałość konstrukcji, o tyle wiercenie np. w stropach sprężonych bez uprzedniej detekcji i lokalizacji zbrojenia powinno być surowo wzbronione, ponieważ przecięcie kabla sprężającego może prowadzić do awarii. Podobnie jest w przypadku innych odpowiedzialnych elementów konstrukcyjnych, takich jak np. płaszcz czy płyty denne zbiorników, płyty transferowe nad garażami, wytężone stropy itd.
Oprócz ryzyka związanego z przecięciem prętów zbrojeniowych, czy kabli sprężających, a więc ryzykiem osłabienia elementu konstrukcyjnego w trakcie wiercenia bez wcześniejszego wyznaczenia przebiegu obiektów w betonie może dojść także do uszkodzenia segmentów wiertła diamentowego i konieczności ich wymiany, porażenia prądem w przypadku przecięcia kabli pod napięciem, czy zniszczenia zabetonowanych instalacji.
Zaawansowane systemy lokalizacji i detekcji działające w oparciu o metodę prądów wirowych lub georadarową pozwalają określić z bardzo dużą dokładnością przebieg zbrojenia w elemencie, a następnie np. wytrasować je na powierzchni betonu, tak aby wiercenie we wskazanym miejscu było bezpieczne zarówno z punktu widzenia stateczności konstrukcji, jak też BHP. Tak jak przedstawiono wcześniej, wykorzystanie metody georadarowej pozwala wykryć nie tylko pręty zbrojeniowe i kable sprężające w betonie, ale także wszelkie inne obiekty o stałej dielektrycznej wyraźnie innej niż beton, w związku z czym metoda ta lepiej nadaje się do celów trasowania przebiegu obiektów w betonie. Poprawne jej użycie umożliwia wyznaczenie miejsca wiercenia, tak aby uniknąć uszkodzenia zbrojenia, kabli sprężających, czy instalacji w betonie. Co istotne, oprogramowanie komputerowe daje możliwość zwizualizowania planowanych wierceń wraz z ich średnicą i głębokością w widoku 3D (rys. 9).



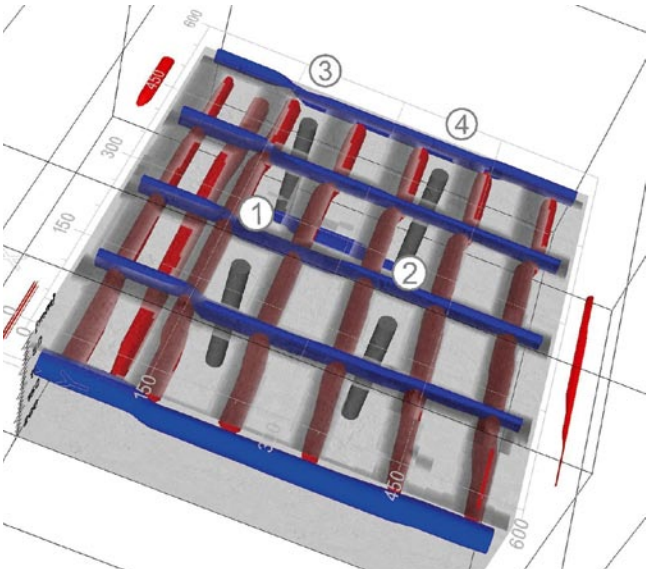
Rys. 6. *Skan obrazowy uzyskany skanowaniem metodą prądów wirowych (Eddy Current)*



Rys. 7. *Skan obrazowy, Imagescan uzyskany skanowaniem metodą georadarową (GPR)*



Rys. 8. *Połączenie obrazów skanowania uzyskanych obiema omawianymi metodami*



Rys. 9. *Otrzymane wyniki skanowania w widoku 3D, wraz z wizualizacją wyznaczonych, bezpiecznych miejsc wiercenia*

6. Podsumowanie

Pomimo zasadniczych różnic pomiędzy przedstawionymi metodami skanowania trudno mówić o przewadze jednej z nich. Metoda indukcji elektromagnetycznej prądów wirowych i georadarowa uzupełniają się. Wykorzystanie zalet obu z nich, a także dedykowanego specjalistycznego oprogramowania daje możliwość miarodajnego wyznaczenia położenia obiektów w betonie metodami nieniszczącymi przy zachowaniu racjonalnych kosztów.

Zaprezentowane w artykule skanowania porównawcze pozwalają stwierdzić, że doświadczony operator potrafiący przeanalizować uzyskane skanowaniem wyniki przy wykorzystaniu obu omówionych metod jest w stanie nie tylko wykryć w betonie obiekty, których nie dałoby się zlokalizować, wykonując pomiary wyłącznie jedną z nich, a także sklasyfikować je w oparciu o uzyskany rodzaj sygnału. Mając na uwadze powyższe, przystępując do skanowania konstrukcji, należy brać pod uwagę ograniczenia sprzętowe wynikające z metodologii pomiaru i jeżeli tylko jest taka możliwość, zaleca się wykonanie pomiarów obiema metodami.

BIBLIOGRAFIA

[1] Runkiewicz L., Diagnostyka obiektów budowlanych, Zasady wykonywania ekspertyz, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2020

[2] Drobiec Ł., Jasiński R.,. Piekarczyk A, Diagnostyka konstrukcji żelbetowych, Metodologia, badania polowe, Badania laboratoryjne betonu i stali, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010

[3] Strona internetowa firmy Diagnostyka konstrukcji, www.diagnostyka-konstrukcji.pl (dostęp 01.08.2021)

[4] Materiały własne firmy Diagnostyka konstrukcji

[5] Materiały szkoleniowe i reklamowe firmy Hilti

Innowacje na drogach

Przy użyciu najnowszego rodzaju lepiszcza, jakim jest asfalt wysokomodyfikowany (potocznie HiMA) Oddział Infrastruktury Unibep SA zrealizował projekt innowacyjnej nawierzchni SMA 11 z użyciem lokalnych kruszyw polodowcowych. Warstwa została wykonana na odcinku jezdni w trakcie realizacji budowy Węzła Porosły, co stanowi nowatorskie rozwiązanie w zakresie zastosowań lokalnych kruszyw polodowcowych.

Na wstępie chciałbym zaznaczyć osobom mniej wtajemniczonym, że asfalt jest tylko jednym ze składników gotowej mieszanki mineralno-asfaltowej (MMA). Udział asfaltu w mieszance MMA stanowi jedynie 4–6%, natomiast resztę jej składu stanowi mieszanka kruszyw mineralnych. Gotową mieszankę mineralno-asfaltową trzeba rozłożyć na wcześniej przygotowanej podbudowie, a następnie zagęścić, w celu otrzymania odpowiednich parametrów, co stanowi zwarty proces technologiczny. W związku z tym, potoczne używanie sformułowań do określania budowy warstw nawierzchni z MMA, określone jako: „układają asfalt", czy też „wylewają asfalt" jest bardzo nietrafione, patrząc od strony praktycznej. Asfalt, pomimo tak „skromnego" udziału, jest bardzo ważnym składnikiem spajającym całość mieszanki MMA, przez co wpływa na wiele jej cech fizycznych, w tym na jej wytrzymałość. Ocenia się, że około 40% odporności warstwy na koleinowanie to udział lepiszcza.

W ciągu ostatnich 30-40 lat nastąpił ogromny postęp w technologii produkcji asfaltów drogowych. Pojawiające się coraz większe natężenie ruchu oraz cięższe pojazdy zmuszają do ciągłej poprawy technologii budowania nawierzchni drogowych. W latach 70.–90. ubiegłego wieku nawierzchnie drogowe były wykonywane w dużej mierze z lepiszczy smołowych. Charakteryzowały się one specyficznym „zapachem" i znaczną podatnością na koleinowanie się. Każda osoba podróżująca w tych latach po kraju mogła zobaczyć drogi w bardzo złym stanie, które ulegały koleinowaniu i stawały się bardzo niebezpieczne zwłaszcza podczas opadów deszczu. Znaczną poprawę jakości wykonywanych dróg mogliśmy już zauważyć przy zastosowaniu asfaltów drogowych, które wykazywały dużo większą odporność mieszanki mineralno-asfaltowej na koleinowanie. Jednak ciągły przyrost liczby pojazdów ciężkich (często przeładowanych) sprawiał, że stosowane lepiszcze było zawsze o jeden krok do tyłu w stosunku do natężenia ruchu. Przełomowy okazał się okres po 2009 roku i przyjęcie do stosowania europejskich norm i standardów dotyczących modyfikowanych asfaltów drogowych.

Asfalt modyfikowany charakteryzuje się jeszcze lepszymi parametrami od asfaltu drogowego, a dodatkowo ma cechy sprężyste zwiększające odporność na odkształcenia mieszanki MMA. Ponadto przyjęte nowe kryteria, dodatkowe badania oraz wprowadzony wymóg Zakładowej Kontroli Produkcji pozwoliły spełnić oczekiwania rynku infrastruktury.
Obecne wykonywane nawierzchnie MMA są odporne na koleinowanie oraz spękania przy niskich temperaturach. „Żywotność" górnej warstwy ścieralnej określa się na okres 8–10 lat. Na jej trwałość, a w konsekwencji na wcześniejszą lub późniejszą wymianę duży wpływ ma jakość wykonanych prac oraz liczba i rodzaj poruszających się po wykonanej nawierzchni pojazdów.
Kolejnym ważnym krokiem przy ulepszaniu lepiszcza było stworzenie asfaltów wysokomodyfikowanych. Jest to o tyle istotna zmiana, ponieważ po raz pierwszy użyte lepiszcze poszło o krok dalej niż oczekiwania rynku infrastruktury, wynikające ze zwiększonego natężenia ruchu pojazdów. Użycie tego rodzaju lepiszcza pozwala na wydłużenie trwałości wykonanej warstwy oraz umożliwia wykonywanie mieszanek mineralno-asfaltowych z niestosowanych wcześniej materiałów mineralnych. W ten sposób przeszliśmy właśnie od lepiszczy smołowych do asfaltów wysokomodyfikowanych.
Oddział Infrastruktury Unibep SA przy budowie odcinka Węzła Porosły posłużył się najnowszym rodzajem lepiszcza, jakim jest asfalt wysokomodyfikowany (potocznie HiMA). To projekt – jak już pisaliśmy – innowacyjnej nawierzchni SMA 11 z użyciem lokalnych kruszyw polodowcowych. Nawierzchnia znakomicie sprawdza się, a z całej inwestycji możemy być dumni.
Warstwy ścieralne z SMA (mieszanek mastyksowo-grysowej) o nieciągłym uziarnieniu wymagają do jej produkcji specjalnych kruszyw. Materiały te transportowane są z południa Polski często po 600–700 km, co stanowi ogromne wyzwanie logistyczne oraz zwiększa koszty produkcji tej mieszanki.
Mamy nadzieję, że będzie to kolejny milowy krok w kierunku coraz to szerszego stosowania asfaltu HiMA, umożliwiający szerokie zastosowanie lokalnych kruszyw bez potrzeby ich kikusetkilometrowych transportów – co będzie miało także wymierną korzyść na środowisko naturalne.

Przemysław Kulmaczewski
Kierownik Grupy Laboratoriów,
Oddział Infrastruktury Unibep SA

Budowa Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego – BIM na każdym etapie realizacji

Budowa Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego w ramach rozbudowy Centrum Nauki Kopernik to jeden z pierwszych projektów w Polsce, w którym cały proces inwestycyjny jest przeprowadzany zgodnie z metodologią BIM, tj. od opracowania koncepcji architektonicznej, poprzez wybór projektanta, wykonawcy, realizację aż po późniejszą eksploatację budynku.

– *Realizacja inwestycji odbywa się w oparciu o modele BIM przekazane przez zamawiającego, które w miarę postępu prac są przez nas „nasycane" danymi na potrzeby późniejszej eksploatacji budynku* – mówi Rafał Homan, kierownik kontraktu Unibep SA, firmy, która jest generalnym wykonawcą inwestycji.
Jego zdaniem praca w środowisku BIM jest obecnie nieodzowna w szczególności przy skomplikowanych, złożonych i nietypowych projektach.

– *Budowę Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego bez wątpienia do takich projektów należy zaliczyć. Przy bardzo ograniczonej przestrzeni zaprojektowano wiele instalacji, detali architektonicznych, co w efekcie skutkuje bardzo dużym ryzykiem wystąpienia potencjalnych kolizji* – przekonuje Rafał Homan. – *Model BIM umożliwia wcześniejszą analizę, wykrycie oraz znalezienie sposobu na rozwiązanie problemu już na etapie przygotowywania produkcji. Praca w sposób „tradycyjny" na dokumentacji 2D na pewno nie pozwoliłaby na tak*

wnikliwą i skuteczną analizę, co w efekcie przełożyłoby się na wymiar finansowy i terminowy realizacji kontrakt – dodaje. Ale jednocześnie podkreśla, że BIM na projektach nieskomplikowanych i typowych nie powinien być obligatoryjny, bo korzyści z jego zastosowania mogą być trudno zauważalne i niewymierne ekonomicznie.

Rozpoczęcie realizacji Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego w ramach rozbudowy Centrum Nauki Kopernik w terenie mocno zurbanizowanym wiązało się z koniecznością rozwiązania szeregu problemów i kolizji z infrastrukturą podziemną.

– *Do najważniejszych z nich bez wątpienia należy zaliczyć kolizję z magistralą ciepłowniczą, która dostarcza ciepłą wodę do znacznej części Warszawy, a czas zakończenia prac z tym związanych ograniczony był wkrótce rozpoczynającym się sezonem grzewczym. Ponadto kolizje z liczną infrastrukturą elektryczną i teletechniczną, w tym Tramwajów Warszawskich, ZDM-Tunel Wisłostrady, instalacje światłowodowe operatorów telekomunikacyjnych i inne instalacje Państwowe… nastręczały dodatkowych trudności i czasami wręcz „chirurgicznego" planowania i realizacji prac* – przypomina kierownik kontraktu.

Dużym wyzwaniem realizacyjnym były też prace związane z wykonaniem podziemnego łącznika o długości prawie 22 m, scalającego komunikacyjnie istniejący budynek CNK z nowo budowanym budynkiem PPK oraz wykonanie palowania na potrzeby wzmocnienia gruntu przy bardzo ograniczonych przestrzeniach z uwagi na konieczność wykonania prac w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącej infrastruktury podziemnej tunelu Wisłostrady oraz istniejącego garażu podziemnego.

Szczególne powody do dumy? – *Zdecydowanie konstrukcja stalowa budynku. Została specjalnie zaprojektowana, mamy tu rozpiętości niemal mostowe – przęsło nad istniejącym garażem ma ponad 21 m rozpiętości* – nie ma wątpliwości Rafał Homan.

Zakończenie budowy i oddanie do użytku planowane jest na marzec 2022 roku. Przy realizacji inwestycji pracuje 9 pracowników kadry nadzorującej Unibep SA oraz do 100 pracowników z firm podwykonawczych.

Opinia

Paulina Targońska, koordynator BIM w Grupie Unibep:

– *W ostatnim czasie w naszej firmie przeprowadziliśmy szereg działań związanych z wdrażaniem metodologii BIM. Udało się ustandaryzować prace związane z modelowaniem poszczególnych branż oraz utworzyć szablony dokumentów, takich jak EIR, BEP i wielu innych obecnych w przetargach BIM.*

Obecnie w Biurze Technicznym skupiamy się na modelowaniu konstrukcji żelbetowych na nowo realizowanych inwestycjach. Modele są przekazywane kadrze budowy w celu ich bieżącego uzupełniania informacjami niezbędnymi do monitoringu ilości wbudowanego betonu. Każdorazowo kadra nadzorująca Unibep zostaje przeszkolona z obsługi niezbędnych programów.

Wszelkie prace związane z wdrażaniem BIM-u w Unibep SA są podyktowane sytuacją rynkową oraz działaniami Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii. W ostatnim czasie to ministerstwo wydało BIM Standard PL oraz Mapę drogową wdrożenia BIM w Polsce – dokumenty oparte na zbiorze norm ISO 19650.

Budimex i Lotos Asfalt pracują nad pachnącym asfaltem

Choć związki lotne uwalniające się z typowego gorącego asfaltu stosowanego do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych nie są szkodliwe dla człowieka, to charakteryzują się specyficznym zapachem. Dlatego Budimex wraz z LOTOS Asfalt wyprodukowali mieszankę o zapachu… kwiatów.

Komfort i bezpieczeństwo pracy jest istotnym elementem, który jeżeli jest zapewniony, zwiększa efektywność i zaangażowanie pracowników. Dla każdego komfort pracy oznacza coś innego. Dla pracowników którzy pracują przy wykonywaniu robót bitumicznych istotnym jest m.in. zapach, który jest nieodłącznym elementem pracy z gorącą mieszanką mineralno-asfaltową.

Asfalt drogowy 35/50 o obniżonej intensywności zapachowej powstał na bazie technologii opracowanej przez LOTOS Asfalt podczas wdrożenia asfaltu przemysłowego PS 95/35 S.

Jak mówi Cezary Godziuk, prezes zarządu spółki LOTOS Asfalt: – *Nasza firma szczególnie dba o środowisko naturalne i komfort pracowników, a politykę zrównoważonego rozwoju realizuje z sukcesem od wielu lat poprzez produkcję, wdrażanie i promowanie innowacyjnych ekologicznych produktów do budowy dróg. Do oceny nowego wyrobu podeszliśmy w oparciu o posiadane doświadczenie z asfaltem PS 95/35 S. Dodatek zastosowany w asfalcie o obniżonej intensywności zapachowej stanowi mieszaninę naturalnych i syntetycznych olejków eterycznych i ma przyjemny kwiatowy aromat.*

Związki zawarte w zastosowanym dodatku działają dwutorowo. Większość aktywnych związków działa jako neutralizator zapachu, wchodząc w reakcje w substancjami odorotwórczymi, obecnymi w oparach asfaltu, wskutek czego redukują ich lotność (przemieszczanie się). Pozostałe związki wywołują charakterystyczny zapach, inny niż typowy asfalt naftowy. Po zastosowaniu odpowiedniego udziału środków aktywnych, redukcji ulega stężenie związków złowonnych w oparach asfaltu stosowanego w temperaturach technologicznych przy budowie dróg.

Podczas realizacji dostawy przedwdrożeniowej zostały wykonane badania porównawcze asfaltów oraz pełne badania wyrobu o obniżonej intensywności zapachowej (badania typu). Wyniki potwierdziły zgodność z normą PN-EN 12591 i nie zaobserwowano istotnych różnic w charakterystyce wyrobu.

Jakie były odczucia pracowników podczas produkcji i wbudowywania MMA z tym asfaltem, mówi Sławomir Szpak, zastępca kierownika robót z Budimex SA: – *Praca z mieszanką zawierającą asfalt o obniżonej intensywności zapachowej była inna, tj. wyraźne dało się odczuć, że nie ma charakterystycznego zapachu tradycyjnego asfaltu. Miejscami było czuć zapach kwiatów, co sprawiało, iż praca była przyjemniejsza.*

– *Jest to obiecujący produkt wpisujący się także w zielony i ekologiczny trend w budownictwie. Obecnie trwają badania i analizy laboratoryjne mieszanki mineralno-asfaltowej, która zawierała ten specjalny asfalt* – mówi Łukasz Bargenda, dyrektor zespołu laboratoriów Budimex.

– *Działania inwestycyjne korzystne dla środowiska i zrównoważony rozwój leżą u podstaw działalności spółki Budimex. Wdrażamy i zachęcamy do stosowania technologii niskoemisyjnych oraz takich, które minimalizują wytwarzanie odpadów w procesie budowlanym. Dbamy o środowisko naturalne oraz o poprawę warunków pracy naszych pracowników, a projekt który realizujemy wspólnie z firmą LOTOS jest przykładem takiego działania* – podsumowała Ewelina Karp-Kręglicka, dyrektor Biura Zakupów, Jakości i Ochrony Środowiska w Budimex SA.

Ewelina Karp-Kręglicka, dyrektor Biura Zakupów, Jakości i Ochrony Środowiska w Budimex SA

Pierwsze testy mieszanki mineralno-asfaltowej bezwonnej wypadły obiecująco. Budimex rozważa wprowadzenie takiego rozwiązania na szerszą skalę. *Zamierzamy wzbogacić naszą ofertę mieszanek asfaltowych o ten produkt* – dodaje Ewelina Karp-Kręglicka.

Asfalt modyfikowany – znaczący krok w stronę tańszych i trwalszych dróg

Zakończone zostały również prace badawcze w ramach projektu „Optymalizacja konstrukcji asfaltowej nawierzchni drogi dzięki zastosowaniu asfaltów modyfikowanych". Otrzymane wyniki dowiodły, że opracowane koncepcje konstrukcji nawierzchni z wykorzystaniem asfaltów wysokomodyfikowanych HiMA pozwalają budować trwalsze i tańsze drogi. Dzięki wpisaniu tej technologii do „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych", będzie ona bardziej przystępna dla projektantów i wykonawców dróg. Jest to nowy rozdział w rozwoju drogownictwa w Polsce.

W październiku 2019 roku Politechnika Gdańska wspólnie z Politechniką Warszawską, Instytutem Badawczym Dróg i Mostów w Warszawie oraz spółkami Budimex, Grupą LOTOS i ORLEN Asfalt podpisały umowę na realizację projektu badawczego pt. „Optymalizacja konstrukcji asfaltowej nawierzchni drogi dzięki zastosowaniu asfaltów modyfikowanych".

Prowadzone przez kilkanaście miesięcy szeroko zakrojone prace badawcze zakończyły się sukcesem. Konsorcjum producentów i naukowców potwierdziło pozytywny wpływ

Fot. Budimex SA

asfaltów wysokomodyfikowanych polimerami, czyli tzw. asfaltów HiMA (z ang. *Highly Modified Asphalt*) na właściwości funkcjonalne i trwałość zmęczeniową nawierzchni drogowej. W trakcie projektu opracowano propozycję nowych wymagań dla mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych w podbudowie, oszacowano koszty budowy, utrzymania i eksploatacji dróg oraz określono wskaźniki oddziaływania na środowisko nawierzchni asfaltowej, w której zostały zastosowane asfalty typu HiMA. Tym samym dowiedziono, że proponowane rozwiązania wpływają znacząco na wydłużenie cyklu życia nawierzchni oraz zmniejszenie kosztów budowy i utrzymania dróg.

– *W zakres zrealizowanej pracy wchodziły badania laboratoryjne, wykorzystujące najnowsze osiągnięcia i zaawansowane procedury badawcze mieszanek mineralno-asfaltowych* – mówił profesor Piotr Jaskuła z Politechniki Gdańskiej będącej liderem konsorcjum naukowego realizującego projekt. – *Na podstawie wyników badań laboratoryjnych wykonane analizy potwierdziły istotne wydłużenie trwałości nawierzchni, poprawę odporności na czynniki klimatyczne i obciążeniowe projektowanej konstrukcji nawierzchni, gdzie w podbudowie asfaltowej zostanie wykorzystany asfalt wysokomodyfikowany HiMA. Nawierzchnie będą w stanie przejąć istotnie większy ruch drogowy niż przewidziany dla typowych nawierzchni, co pozwoli dłuższej je eksploatować niż typowo projektowane nawierzchnie. Wydłużenie trwałości nawierzchni asfaltowych może dojść nawet do 50 lat. Nowe nawierzchnie z podbudową asfaltową z asfaltem HiMA mogą być wykorzystywane w projektowaniu nawierzchni głównych dróg tranzytowych w obszarach pozamiejskich i miejskich. Zaletą nowych rozwiązań jest ograniczenie remontów i zabiegów utrzymaniowych tylko do górnych warstw nawierzchni, bez konieczności ingerencji w podbudowę asfaltową. Przyczyni się to do znacznego ograniczenia nakładów finansowych na utrzymanie dróg oraz zmniejszenie utrudnień w ruchu drogowym i poprawę bezpieczeństwa użytkowników dróg* – podsumował profesor.

– *LOTOS Asfalt, poprzez wdrażanie produktów asfaltowych nowej generacji, od lat aktywnie przyczynia się do rozwoju drogownictwa oraz poprawy trwałości i jakości dróg. Naturalnie więc w tak istotnym projekcie nie mogło zabraknąć przedstawicieli naszej spółki. To modelowy przykład współpracy środowiska akademickiego ze światem biznesu, która pozwoliła na wypracowanie konkretnych rekomendacji. Badania pokazały, że dzięki szerokiemu zastosowaniu asfaltów wysokomodyfikowanych, infrastruktura drogowa w Polsce i na świecie zyska nowe rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe korzystne zarówno dla inwestorów, wykonawców, jak i dla użytkowników dróg* – mówił Cezary Godziuk, prezes Zarządu spółki LOTOS Asfalt.

- *ORLEN Asfalt aktywnie promuje asfalty wysokomodyfikowane jako rozwiązanie służące podwyższaniu trwałości i jakości nawierzchni asfaltowych w Polsce. Dzięki współpracy biznesu i nauki stawiamy kolejny krok na drodze do rozwoju innowacyjnych technologii budowy dróg. Liczymy, że dalsza popularyzacja rozwiązań z wykorzystaniem asfaltów HIMA korzystnie wpłynie również na dalszy rozwój naszego biznesu* – powiedział prezes ORLEN Asfalt Marek Pietrzak.

Katalog zawiera rozwiązania zaakceptowane przez GDDKiA, ale opisane do tej pory w nim konstrukcje bazowały na zastosowaniu jedynie asfaltów drogowych (niemodyfikowanych) oraz asfaltów modyfikowanych klasyczną ilością polimeru. Dodanie nowych kart katalogowych powinno przełożyć się na przystępność i powszechność stosowania asfaltów wysokomodyfikowanych HiMA zarówno wśród projektantów, jak i wykonawców.

Budimex odpowiedzialny społecznie

Społeczna odpowiedzialność biznesu to jeden ze strategicznych filarów działalności Budimeksu w Polsce. Lider branży budowlanej w tym roku rozpoczął realizację nowej strategii z zakresu CSR. W latach 2021–2023 generalny wykonawca będzie m.in. aktywnie ograniczać negatywny wpływ na środowisko i klimat.

– *Za znaczną emisję CO_2 w budownictwie jest odpowiedzialny transport i maszyny budowlane, dlatego realizując dany projekt dążymy do wykorzystania materiałów lokalnych. Inwestujemy wyłącznie w nowoczesny park maszynowy, spełniający najwyższe standardy emisji spalin, dodatkowo rozpoczęliśmy eksploatację testową pierwszej spycharki z napędem elektrycznym. W ramach strategii ESG pracujemy także nad trwalszymi i odporniejszymi mieszkankami asfaltowymi oraz katalogiem „zielonych produktów", który będziemy chcieli włączyć do naszej stałej oferty biznesowej. Zwiększamy wykorzystanie energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, wdrożyliśmy zasilanie fotowoltaiczne na placach budów, stosujemy budowlane powerbanki, zamiast generatorów spalinowych* – mówi Ewelina Karp-Kręglicka, dyrektor Biura Zakupów, Jakości i Ochrony Środowiska Budimex SA.

Z uwagi na to, że jednym z kluczowych obszarów działań Budimeksu jest ochrona środowiska, w ramach nowej strategii CSR spółka planuje zwiększyć udział energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w całości zakupionej energii do 50% w roku 2023 oraz wdrażać i promować technologie niskoemisyjne. Co istotne, Budimex w ciągu ostatnich

budimex
zmieniaj świat

Ochrona środowiska

CEL	DZIAŁANIA	MIERNIKI	2021	2022	2023
Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych	Zakup energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych	Udział energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w całości zakupionej energii	25%	40%	50%
	Wdrażanie i promocja technologii niskoemisyjnych, w tym materiałów/wyrobów budowlanych	Działania na rzecz maksymalizacji wykorzystania technologii asfaltowych z zastosowaniem granulatu asfaltowego	Promowanie technologii asfaltowych z zastosowaniem granulatu asfaltowego	Maksymalizacja wskaźnika G(n-1) < Gn, (G=G.wykorzystany/ G.pozyskany; n – rok bieżący)	Maksymalizacja wskaźnika
Minimalizacja zużycia wody	Realizacja projektów w sposób umożliwiających odzysk wody opadowej na kontraktach	% opadów w zlewni budowy	5%	7%	10%

trzech lat znacznie zmniejszył emisję CO_2 w wytwórniach mas bitumicznych.

– *Sektor budowlany odpowiada za prawie połowę światowego wydobycia surowców i za jedną trzecią globalnej emisji dwutlenku węgla. Dlatego odpowiedzialność sektora budowlanego w zakresie ochrony środowiska, gospodarki obiegu zamkniętego i niskoemisyjności jest szczególna. Umiejętne wykorzystanie „zielonego know how" przekłada się w budownictwie na koszty finansowe i społeczne na czas realizacji inwestycji oraz na samą inwestycję. Takie „zielone myślenie" powinno być zarówno po stronie wykonawcy, jak inwestorów* – komentuje Ewelina Karp-Kręglicka.

Realizując swoje budowy generalny wykonawca chce również minimalizować zużycie wody, odzyskując wodę odpadową tak, by w kolejnych latach procent opadów w zlewni budowy był coraz wyższy i wynosił kolejno 5% w 2021 r., 7% w 2022 r. oraz 10% w 2023 roku. Podobnie dla Budimeksu niezwykle istotna jest kwestia wykorzystywania materiałów wtórnych.

– *Każdy realizowany przez Budimex projekt budowlany jest analizowany pod kątem maksymalizacji wykorzystania materiałów wtórnych, dostępnych na budowie w ramach gospodarki zasobooszczędnej, która jest jednym z podstawowych elementów strategii ESG Budimex. Nie bez znaczenia pozostaje także analiza kontraktu pod kątem value engineering, dająca dobre efekty ekologiczne (oszczędności materiałowe) oraz finansowe (dla zamawiającego i wykonawcy). Od 2015 r. Budimex notuje czterokrotny wzrost udziału materiałów odzyskanych (wzrost z 2 do 8%), niestety tylko w odniesieniu do destruktu asfaltowego. Ponowne wykorzystanie pełnowartościowych materiałów wtórnych, typu gruz betonowy, tłuczeń starożytyczny (które powstają w procesie budowlanym i mogą być w tym procesie ponownie wykorzystane) z uwagi na niejednoznaczną interpretację przepisów ustawy o odpadach (co wielokrotnie było sygnalizowane MKiŚ przez organizacje branżowe) jest nadal utrudnione* – podsumowuje Ewelina Karp-Kręglicka.

W kontekście odpowiedzialności społecznej kolejną z najważniejszych dla Budimeksu kwestii jest bezpieczeństwo. Budimex jako lider branży budowlanej chce aktywnie działać m.in. na rzecz ograniczenia wypadków na budowach. – *Bezpieczeństwo pracowników i wszystkich osób pracujących na naszych kontraktach to dla nas absolutny priorytet. Stale wprowadzamy liczne rozwiązania w tym zakresie, dzięki czemu mimo zwiększającej się liczby prowadzonych przez nas inwestycji, liczba wypadków na naszych budowach z roku na rok jest coraz mniejsza*. – komentuje Cezary Mączka, członek zarządu Budimex SA, dyrektor Pionu Zarządzania Zasobami Ludzkimi. W perspektywie najbliższych lat generalny wykonawca chce w pełni wyeliminować wypadki śmiertelne oraz obniżyć odpowiednio o 5% rok do roku i 10% rok do roku wskaźnik częstości oraz ciężkości wypadków wśród pracowników spółki oraz podwykonawców.

Jako lider branży budowlanej firma stawia mocny nacisk także na rozwój kadry oraz przeciwdziałanie wszelkim formom dyskryminacji ze względu na płeć. Nowa strategia CSR zakłada m.in. zwiększanie liczby zatrudnionych kobiet na stanowiskach menedżerskich (o 3 p.p. rok do roku) oraz utrzymywanie lub zwiększanie (rok do roku) procentu kobiet awansujących w strukturach firmy. Budimex planuje również udział w coraz większej ilości pilotaży i projektów realizowanych wspólnie ze startupami oraz kontynuację prowadzonych projektów badawczych.

Społeczna odpowiedzialność biznesu to w Budimeksie również długofalowe projekty wspierające m.in. mieszkańców społeczności sąsiadujących z prowadzonymi przez firmę budowami. – *Wśród naszych flagowych inicjatyw, które będziemy kontynuować w najbliższych latach znajdują się m.in.: Strefa rodzica, w ramach której tworzymy i remontujemy na dziecięcych oddziałach szpitalnych przestrzenie dla najmłodszych pacjentów i ich rodziców, Hello ICE, którego celem jest poprawa bezpieczeństwa dzieci na drogach, czy Budimex dla natury nastawiony na działania proekologiczne* – mówi Cezary Mączka, członek zarządu Budimex SA, dyrektor Pionu Zarządzania Zasobami Ludzkimi. –*Niedawno zrealizowaliśmy również wyjątkową akcję #DomZSerca. W marcu tego roku przekazaliśmy klucze do domu, który wybudowaliśmy i wyposażyliśmy dla wielodzietnej rodziny pani Magdy z Wierzbicy* – dodaje Cezary Mączka. Dotychczasowe działania Budimeksu z zakresu CSR objęły także walkę z pandemią. Firma przekazała na ten cel blisko 3 mln złotych.

Więcej informacji jest dostępnych na www.budimex.pl.

Budimex testuje budowlane power banki

budimex

W ramach europejskiego projektu LIFE CLEANAIRMM (LIFE18 ENV/DE/000054) Budimex SA rozpoczął współpracę z niemiecko-fińskim start-upem Instagrid GmbH, produkującym przenośne baterie do zasilania sprzętu budowlanego. Power banki zastępują spalinowe generatory prądu. Ich zastosowanie ma na celu rozwijanie bezemisyjnych technologii budowlanych.

Przenośne baterie Instagrid zapewniają zasilanie sprzętu budowlanego, takiego jak m.in. wiertarki czy spawarki. Działają w każdych warunkach pogodowych (od -20 do 45°C) i są wodoodporne. Niewątpliwą zaletą baterii dla środowiska i pracowników budowlanych jest to, że nie produkują one spalin, co ułatwia pracę w mniej wentylowanych pomieszczeniach oraz nie zanieczyszcza powietrza. Baterie nie powodują również hałasu oraz drgań.

Fotoscreen YouTube / Instagrid

Nowy system zasilania to innowacja technologiczna, która przede wszystkim przynosi wiele korzyści dla środowiska naturalnego. Producent podaje, że według testów regularne korzystanie z baterii w ciągu trzech lat obniży koszt zasilania o 35%, zaoszczędzi 250 godzin potrzebnych do obsługi sprzętu. Zastąpienie power bankiem generatora spalinowego powstrzymuje dostanie się do atmosfery 3 ton CO_2.

– *Redukcja emisji CO_2 jest jednym z priorytetów obecnej polityki zrównoważonego rozwoju Budimeksu. Nowe urządzenie nie tylko redukuje emisję CO_2, ale także obniża hałas i jest znacznie poręczniejsze pod względem transportu* – mówi Cezary Mączka – członek zarządu Budimex SA odpowiedzialny m.in. za innowacje w Grupie Budimex.

Urządzenie o parametrach: 230V/3,6 KW zapewnia do 2 kWh energii w ciągu dnia pracy, waży mniej niż 15 kg i jest bardzo proste w obsłudze. Deklarowany czas niezbędny do pełnego naładowania baterii wynosi jedynie 3h. Instagrid ma również nadajnik GPS, umożliwiający łatwą lokalizację urządzenia, system zdalnego monitorowania jego stanu, a także zdalną blokadę, którą można włączyć w przypadku kradzieży. Jeden power bank wystarcza na całodzienną pracę wysokonapięciowego urządzenia budowlanego.

W lipcu br. Budimex pozyskał cztery takie urządzenia, które obecnie znajdują się w Oddziale Usług Sprzętowych w Pruszkowie. Trwające testy, doświadczenia i weryfikacja sprzętu pozwolą ocenić działanie baterii Instagrid w kontekście efektywnego i prostego w obsłudze systemu zasilania urządzeń budowlanych na kontraktach realizowanych przez Budimex. Testy mają potrwać do wiosny 2022 roku, jeśli pójdą pomyślnie, weryfikacja odbędzie się również w innych dywizjach Budimeksu.

Budimex i pierwsza elektryczna spycharka

Kolejną innowacją na placach budowy realizowanych przez Budimex jest pierwsza spycharka wyposażona w bezpośredni napęd elektryczny. Ta nowoczesna maszyna jest cichsza, bardziej ekologiczna i wydajniejsza.

Branża budowlana odpowiada na świecie za połowę emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Jednym z głównych emitentów CO_2 jest sprzęt budowlany zasilany silnikami spalinowymi. Caterpillar D6 XE wyposażona jest w silnik elektryczny, który bezpośrednio napędza całą maszynę, a generator prądu jest zasilany ekonomiczniejszym silnikiem spalinowym. W maszynie jest o 90% mniej części ruchomych niż w tradycyjnym układzie napędowym. Maszyna zużywa o 15% mniej oleju napędowego niż jej tradycyjne odpowiedniki. Poprzez zastosowanie nowoczesnych podzespołów, zredukowano liczbę czynności serwisowych, filtrów oraz zmniejszono ilość olejów i środków smarnych potrzebnych do funkcjonowania maszyny (ok. 25%). Wydłużając jednocześnie czas eksploatacji, uzyskano zmniejszenie kosztów obsługi o ok. 10% w stosunku do napędu konwencjonalnego.

– *Stale się rozwijamy i od lat inwestujemy w nowoczesne technologie oraz innowacyjny sprzęt, który realnie pozwala nam ograniczać wpływ prowadzonych przez nas budów na środowisko* – komentuje Artur Popko, prezes Budimex SA.

Caterpillar D6 XE to spycharka średniej wielkości, która zasiliła park maszynowy Budimeksu. To pierwsza na świecie spycharka o napędzie elektrycznym z podniesionym kołem napędowym. Spycharka została wyposażona także m.in. w zintegrowaną kamerę cofania zapewniającą lepszą widoczność na placu budowy, poręcze po obu stronach dachu kabiny, ulepszoną wentylację, która zapewnia pracownikom prowadzącym pojazd czystsze środowisko, chroniąc przed kurzem i zanieczyszczeniami, oraz w mikrofon z obsługą technologii Bluetooth® umożliwiający korzystanie z telefonu komórkowego bez użycia rąk.

Budimex, na zlecenie GDDKiA, realizuje obecnie ponad 8-kilometrowy odcinek S19 Kamień – Sokołów Małopolski Północ. Generalny wykonawca jest odpowiedzialny m.in. za wybudowanie dwujezdniowej drogi ekspresowej, dwóch węzłów drogowych oraz dziesięciu obiektów inżynieryjnych. W ramach prac przy S19, poza odcinkiem Kamień – Sokołów Małopolski Północ, Budimex jest odpowiedzialny także za budowę odcinka od węzła Białystok Zachód (bez węzła) do węzła Białystok Księżyno (z węzłem).

Więcej informacji jest dostępnych na www.budimex.pl

Innowacyjna i sprawdzona technologia budowlana IZODOM2000

IZODOM2000 POLSKA

Śledząc aktualny rynek nieruchomości, zadajemy sobie pytanie, czy rosnące ceny materiałów budowlanych zatrzymają się kiedyś i co z cenami nieruchomości na rynku? Czy to dobry moment, aby inwestować?

Obserwujemy obecnie wzmożony popyt na rynku mieszkaniowym. Prywatni inwestorzy chętnie inwestują swoje pieniądze w nieruchomości, co wpływa na bardzo duży ruch w branży. Można powiedzieć, że to powtórka z historii, rosnące ceny i brak dostępności produktów na rynku powodują, że firmy wycofują się z przetargów i przeliczają ponownie oferty. Deweloperzy rozwiązują umowy z klientami, bo nie są w stanie zrealizować inwestycji po umówionych cenach. Takie warunki skłaniają inwestorów do poszukiwania nowych rozwiązań i nowych dostawców.

Firma Izodom 2000 Polska dostaje codziennie zapytania od osób zainteresowanych alternatywnymi rozwiązaniami do budowy nowych domów. Czym jest zatem technologia, która obecnie zdobywa coraz większe rzesze zwolenników? Co jest interesujące w technologii IZODOM2000 z punktu widzenia inwestora? Na te i inne pytania znajdą państwo odpowiedzi w tekście poniżej.

Technologia IZODOM2000 to system lekkich, styropianowych form do betonu, często nazywanych pustakami styropianowymi. Elementy są wykonane z wysokiej gęstości spienionego polistyrenu (EPS). Zasada budowy jest bardzo prosta, klocki składa się na placu budowy na wysokość całej kondygnacji. Elementy zazębiają się ze sobą bez konieczności użycia zapraw, klejów czy klamer. W szalunku układa się potrzebne zbrojenie. Ostatnim etapem jest układanie betonu, wypełniającego pustą przestrzeń w elementach styropianowych, zapewniającego solidną, wytrzymałą konstrukcję. Szalunek styropianowy pozostaje jako ciągła izolacja, nawet w tak newralgicznych punktach, jak nadproża, narożniki czy płaszczyzna wieńca, gwarantując brak mostków termicznych. W ten sposób inwestor otrzymuje dobrze zaizolowany i szczelny budynek gotowy do wykończenia.

Obecnie największą zaletą technologii jest szybkość budowy umożliwiająca ukończenie inwestycji w terminie. Kolejną jest brak konieczności zatrudnienia specjalistów, co ma istotne znaczenie przy rosnących kosztach robocizny.

To, na co zwracają uwagę nasi kontrahenci, to stabilność ceny i dostępność materiałów, ale jest to także ważny argument dla inwestora prywatnego.

Technologia jest także odpowiedzią firmy na zmieniające się przepisy i dążenie do budowy coraz bardziej energooszczędnych i ekologicznych domów. Inwestor poszukuje dzisiaj rozwiązań, które będą umożliwiały budowę komfortowych domów, w technologii, która jest produkowana zgodnie z polityką zrównoważonego rozwoju, nie kosztuje krocie, a ilość zużywanej energii do ogrzania czy chłodzenia budynku jest na tyle mała, że pozwala swobodnie podchodzić do tematu kosztów utrzymania domu. Wiąże się to nie tylko z modą na ekologiczne rozwiązania, ale w głównej mierze jest spowodowane rosnącymi cenami energii. Dodatkowym atutem systemu IZODOM2000 jest możliwość zbudowania domu własnoręcznie i to nawet w standardzie niskoenergetycznym.

Technologia szalunku traconego, bo taka jest właściwa nazwa systemu wykorzystuje dwa dobrze znane na rynku materiały: styropian i beton. Co zatem jest takiego innowacyjnego w technologii IZODOM2000? Przede wszystkim to sposób wykonania. Najpierw układa się nienośny szalunek, czyli lekkie elementy, które łatwo dociąć pod konkretny projekt na wysokość całej kondygnacji, a następnie wypełnia się mieszanką betonową. W tej sposób powstaje dobrze zaizolowana przegroda niewymagająca już docieplenia. Oznacza to, że na początku układamy izolację, a potem wykonujemy konstrukcję, odwrotnie niż w każdej innej technologii budowy.

Sposób budowy jest bardzo prosty i szybki, a konstrukcja bardzo trwała. Monolit betonowy/żelbetowy jest wytrzymały na działanie trzęsień ziemi czy tąpnięć związanych z działalnością górniczą, a także tornad i silnych wiatrów. Bezpieczeństwo konstrukcji i doskonała izolacyjność spowodowały, że podobne rozwiązania stosuje się z powodzeniem na zachodzie i północy Europy, w Ameryce, a ostatnio Australii i Nowej Zelandii. Coraz częściej ICF, bo tak z angielskiego nazywa się izolowane formy do betonu, budzi zainteresowanie w Afryce i na Półwyspie Arabskim. Technologia sprawdza się również w gorącym klimacie, tam chroni

przed słońcem i zmniejsza ilość potrzebnej energii do chłodzenia budynku.
IZODOM2000 sprawdza się doskonale nie tylko jako technologia dla dobrze zaizolowanych budynków bez mostków termicznych, ale także daje nieograniczone możliwości projektowe. Z łatwością można zaprojektować wielokondygnacyjny pasywny blok, jak również nowoczesną willę na wzgórzu z suterenią.

Podsumowując – poniżej kilka zalet systemu IZODOM2000.

- Kompletna technologia – zależnie od projektu inwestor może wybrać elementy płyty fundamentowej lub elementy ścienne dla piwnicy czy sutereny. Ponad ziemią ma do wyboru ściany z różną grubością izolacji. Dodatkowo w ofercie są lekkie, izolowane stropy gęstożebrowe oraz nakrokwiowa izolacja dachu.
- Szybkość budowy – połączenie lekkich, łatwych w obsłudze bloków i wypełnienie ich gotowym betonem towarowym sprawia, że jest to szybki system budowlany na każdą pogodę. W przypadku prostego projektu ułożenie szalunku i wylanie jednej kondygnacji można wykonać nawet w ciągu jednego dnia, znacznie szybciej niż tradycyjny mur. Dużą przewagę daje to, że szalunek jest zbudowany z materiału izolacyjnego, oznacza to znaczną oszczędność, ponieważ przegrody nie trzeba już docieplać.
- Klient może mieć pewność, że kupuje produkt wysokiej jakości. Wynika to z 30-letniego doświadczenia w produkcji materiałów do budowy domów energooszczędnych oraz wysokiej jakości surowca. Styropian używany do produkcji kształtek IZODOM2000 dostarcza wynalazca styropianu, firma, która na początku wprowadziła na rynek popularny EPS, a następnie wynalazła NEOPOR. Dodatkowo gęstość stosowanego na kształtki surowca jest najwyższa na rynku.
- Coraz częściej inwestorzy zwracają uwagę na stosowanie materiałów, które są przyjazne dla środowiska. Prowadzono badania porównujące cykl życia produktu, zgodnie z ISO 14040, pod kątem fazy wznoszenia jednorodzinnego obiektu budowlanego w technologii IZODOM2000 i kompatybilnego obiektu opartego na technologii cegły poryzowanej i wełny mineralnej. Wskaźnikiem porównującym była całkowita emisja gazów cieplarnianych oznaczona symbolem CO_2. Wyniki pracy wskazują na zmniejszenie emisji CO_2 o 51,3% na korzyść technologii IZODOM2000.
- Kolejną zaletę, którą doceniają projektujący w technologii IZODOM2000, są wszelkie materiały techniczne oraz nakładki na AutoCAD oraz Revit pomagające w projektowaniu, dostępne bezpłatnie.
- Łatwość w budowie – do wybudowania budynku nie potrzeba specjalistycznej ekipy oraz ciężkiego sprzętu. Wystarczy szkolenie, czy instruktaż na placu budowy, który oferuje producent technologii. Opatentowane zamki bloczków pozwalają na szybkie wznoszenie ścian, bez użycia zapraw, klejów czy metalowych klamer. Z kolei podpory, mocowane do podłoża i szalunku pomagają w zachowaniu pionu ściany zarówno podczas montażu, jak i w czasie betonowania. Budowa jest na tyle prosta, że duża część inwestorów, niebędących na co dzień w branży budowlanej, decyduje się na budowę samemu, metodą gospodarczą, montując klocki z rodziną i znajomymi.

- Energooszczędność = możliwość wybudowania budynku, który cechuje się najniższymi kosztami utrzymania na rynku. Doskonała izolacyjność – współczynnik przenikania ciepła na poziomie U=0,10 W/m^{2}K (w porównaniu z górną granicą przepisów budowlanych WT2021 wynoszącą dla ścian U=0,20 W/m^{2}K oraz U=0,30 W/m^{2}K dla podłogi na gruncie), brak mostków termicznych i szczelność budynku to cechy systemu, które są receptą na niskie zapotrzebowanie energii potrzebnej do ogrzania lub chłodzenia budynku. Ta zaleta sprawia, że inwestorzy nie muszą się już obawiać rosnących cen paliw i spokojnie mogą patrzeć w przyszłość, płacąc minimalne rachunki za energię. Koszty ogrzewania czy chłodzenia budynku wraz z podgrzaniem ciepłej wody użytkowej będą się kształtować na poziomie niższym niż 10 zł/m^2/rocznie*.

Zwiększony ruch na rynku budowlanym w Polsce stawia przed firmą kolejne wyzwania. Obecnie firma stawia na rozwój sieci partnerskiej i poszukuje architektów i firmy wykonawcze do współpracy.

Mgr inż. Marta Guć

Jeśli rozważasz zastosowanie technologii w swojej inwestycji, skontaktuj się z producentem i umów się na bezpłatną konsultację z doradcą.

Izodom 2000 Polska Sp z o.o.
+48 43 823- 41-88 / izodom@izodom.pl / www.izodom2000.pl

* *W budynku pasywnym biorąc pod uwagę koszty energii z roku 2021.*

PFLEIDERER

mfp®

PŁYTA BUDOWLANA

Ekologiczny dom, który zbudujesz w kilka tygodni. Poznaj niezawodne płyty budowlane mfp®.

Wznoszenie domu w czasach pandemii nie należy do najprostszych. W każdej chwili może zdarzyć się nieprzewidziana sytuacja, w której wprowadzane obostrzenia mogą ograniczyć lub nawet wstrzymać inwestycję. Domy prefabrykowane są więc na obecną chwilę doskonałą alternatywą. Czym charakteryzuje się ta technologia? Zasadniczą różnicą jest fakt, że wiele rzeczy nie odbywa się w miejscu gdzie ma stanąć budynek, a w hali produkcyjnej.

Elementy domu z prefabrykatów produkuje się w fabryce, następnie zawozi na plac budowy i... składa. To, co musimy zrobić przed montażem, to wylanie fundamentów z uwzględnieniem wszystkich instalacji. Co ważne, domy prefabrykowane w technologii szkieletu drewnianego nie wymagają prac na mokro, więc możemy je wznosić o każdej porze roku. Jedynie fundament należy wylać w odpowiednio sprzyjających warunkach atmosferycznych. Jedną z największych zalet tej technologii, jest krótki czas realizacji. Dom z prefabrykatów powstaje od kilku do kilkunastu tygodni. Jeśli więc zależy nam na szybkiej możliwości zbudowania domu, budynek z prefabrykatów będzie doskonałym rozwiązaniem.

/PfleidererPolska /Pfleiderer_Polska

Jakich materiałów użyć?

W budownictwie szkieletowym doskonale sprawdzają się płyty budowlane mfp® P5 firmy Pfleiderer. Jest to produkt unikalny, zapewniający ponadprzeciętne parametry, tj. ochrona przed stratami ciepła, przed wilgocią, a także przed hałasem. Możemy ją wykorzystać na praktycznie każdym etapie budowy, od momentu stawiania fundamentu, aż po dach. Płyty budowlane mfp® dostępne są również w wersji pióro-wpust, dzięki czemu idealnie sprawdzają się jako element poszycia dachu. Technologia ta zapewnia montaż płyty bez zbędnych szczelin, z całkowicie gładką powierzchnią, co pozwala zniwelować do minimum mostki termiczne i gwarantuje bezproblemowe pokrycie blachą czy dachówką. Płyta budowlana mfp® charakteryzuje się ponadprzeciętną odpornością na działanie wilgoci. Współczynnik spęcznienia pod wpływem wody wynosi jedynie 10%, a gdy się ją całkowicie wysuszy, płyta powraca do swoich pierwotnych rozmiarów. Te cechy sprawiają, że sprawdzi się również w przestrzeniach takich jak łazienka (płyta budowlana mfp® jest również paroprzepuszczalna, co niweluje powstawanie wilgoci w tego rodzaju pomieszczeniach).

Ważna kwestia: ekologia

Płyty budowlane mfp® Pfleiderer są materiałami drewnopochodnymi, które produkuje się z odpadów drzewnych tj. zrębki i wióry tartaczne, przy zachowaniu naturalnego zapachu surowca i ograniczeniu emisji CO^2. Do jej produkcji nie wycina się lasów, ani nie wykorzystuje drewna okrągłego. W całości powstaje ona z recyklingu, jest więc materiałem ekologicznym, przyczyniającym się do dobra naszej planety. Produkcja domu szkieletowego na bazie płyt budowlanych mfp® P5 idealnie wpisuje się w trendy ekologiczne! Niezwykle ważną informacją jest, że płyty budowlane mfp® gwarantują dużą wytrzymałość w obu kierunkach, i w taki sposób możemy je również układać.
Do tego idealna plastyczność i przyjazna obróbka mechaniczna, sprawiają że jesteśmy w stanie zmniejszyć ilość odpadów budowlanych do minimum.

Dlaczego warto?

Budownictwo prefabrykowane zyskuje coraz większe grono zwolenników. Nic dziwnego, bowiem technologia ta ma bardzo wiele zalet. Dom w technologii szkieletowej daje zdecydowanie większą plastyczność w kwestii projektowania układu wnętrza. Jeśli potrzebujemy wydzielić dodatkową strefę np. na biuro lub nagle zamarzy nam się spiżarka obok kuchni, zamiana układu pomieszczeń będzie znacznie łatwiejsza, niż w przypadku projektu budynku murowanego. Budownictwo prefabrykowane to także sposób na zdrowy, ekologiczny dom, który będzie nam służył przez długie lata. A co więcej... w cenie porównywalnej lub nawet niższej od tradycyjnej technologii budownictwa murowanego. Technologia ta pozwala nam zaoszczędzić czas i pieniądze, wpisuje się w aktualne trendy – zarówno ekologiczne, jak i stylistyczne, jest znacznie wygodniejsza i generuje mniej bałaganu (chociażby działka, na której wznoszony jest budynek, nie wymaga później tak gruntownego sprzątania, jak w przypadku wnoszenia budynku murowanego). Jest to inwestycja zdecydowanie warta rozważenia.

IV KONFERENCJA
OBIEKTY BUDOWLANE NA TERENACH GÓRNICZYCH
18 - 19 listopad 2021

współpraca merytoryczna: INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ, WARSZAWA ul. Filtrowa 1

PZITB Oddział Katowice, ul. Podgórna 4 www.pzitb.katowice.pl email: biuro@pzitb.katowice.pl tel. 322 55 45 65

POLSKI ZWIĄZEK INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW BUDOWNICTWA
Oddział w Katowicach

ZAPRASZA

na konferencję naukowo-techniczną

OBIEKTY BUDOWLANE NA TERENACH GÓRNICZYCH
AKTUALNE PROBLEMY BUDOWNICTWA NA TERENACH GÓRNICZYCH I POGÓRNICZYCH

która odbędzie się
w dniach 18 ÷ 19 listopada 2021 roku w Katowicach
w formie hybrydowej

Konferencja będzie miała charakter zawodowego szkolenia specjalistycznego, spełniającego wymogi określone w systemach zapewnienia jakości i zarządzania jakością w przedsiębiorstwach budowlanych zgodnie z normami serii PN-ISO 9000, oraz oczekiwania samorządu zawodowego inżynierów budownictwa dotyczące stałego podnoszenia kwalifikacji zawodowych.

Do prowadzenia wykładów wzbogaconych znaczną ilością przykładów obliczeniowych, zaprosiliśmy grono specjalistów z tej dziedziny, prezentujących aktualne podejście do powyższej problematyki.

Szczegółowe informacje o konferencji
znajdują się na stronie internetowej:

www.pzitb.katowice.pl

Adres organizatora konferencji
POLSKI ZWIAZEK INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW BUDOWNICTWA
Oddział w Katowicach
40-026 Katowice ul. Podgórna 4
tel/fax: 322554665, 322538638
e-mail: biuro@pzitb.katowice.pl

INTERsoft®

NOWA WERSJA

ArCADia BIM 14

Narzędzie do tworzenia pełnej dokumentacji dla branży budowlanej, wspomagające projektowanie kompleksowego modelu BIM i wizualizacji obiektowej.

NOWOŚCI w ArCADia BIM 14:

- **Możliwość wprowadzenia do projektu obiektów rzeczywistych z opcją zdefiniowania lokalizacji punktów przyłączeniowych.**
- **Nowy wydajny silnik graficzny CAD.**
- **Dynamiczne okno wprowadzania danych.**
- **Menadżer pobierania bibliotek (obiektów BIM, obiektów 3D, tekstur i powierzchni).**
- **Licencje sieciowe (jedna licencja – wielu użytkowników).**

ArCADia-DROGI EWAKUACYJNE 3

NOWA WERSJA

Moduł systemu ArCADia BIM do projektowania planów ewakuacyjnych i przeciwpożarowych. Inteligentna funkcja wyznaczania najkrótszej drogi ewakuacyjnej i dróg alternatywnych. Biblioteka symboli wg normy PN EN ISO 7010:2012 i gotowe tablice z regułami postępowania w razie pożaru lub wypadku. Automatyczne wyznaczanie obszarów i stref pożarowych. Dynamicznie generowana legenda.

PROMOCJA: BIM i nie tylko za 50% CENY na www.intersoft.pl

Kompleksowe oprogramowanie BIM dla architektury i budownictwa

ArCADia BIM

INTERsoft sp. z o.o., generalny dystrybutor ArCADiasoft – producenta systemu ArCADia BIM. 90-057 Łódź, ul. Sienkiewicza 85/87, tel. 42 6891111