

# INŻYNIER BUDOWNICTWA

NUMER 1/2026

PL ISSN 1732-3428

Cena 25,00 (w tym 8% VAT)

**Projektowanie elementów  
z UHPFRC**

**Prognozy inwestycji budowlanych**

**WYZWANIA I INNOWACJE  
W HYDROTECHNICE**



### P-500

szelki bezpieczeństwa  
spełniają normy  
EN 361  
EN 1497

ZABEZPIECZENIE  
DLA 3 OSÓB



### ATRA 50V

przemysłowy  
helm ochronny wentylowany  
z wysuwającym integralnym  
wizjerem

spełnia normy  
EN 397: 2012+A1:2012

### CHL 200

przenośna pozioma  
lina kotwicząca

spełnia normy  
EN 795: 2012  
TS16415: 2013/TYP C



### CR 110V

urządzenie  
samohamowne  
do pracy w pionie

spełnia normy  
EN 360: 2023

ZABEZPIECZENIE  
DLA 1 OSOBY

## NIEZBĘDNY SPRZĘT OCHRONY OSOBISTEJ PRZYDATNY NA KAŻDEJ BUDOWIE



Ramię obrotowe ze stalowym  
gniazdem traconym jako  
mobilne stanowisko pracy  
zabezpieczające przed  
upadkiem z wysokości

GNIAZDO TRACONE RJ200.05.000-B1

# RJ200-B1

[www.protekt.pl/katalogi](http://www.protekt.pl/katalogi)



REKLAMA



AKADEMIA  
KSZTAŁCENIA  
MENEDŻERA  
BUDOWLANEGO

REKLAMA

FORWARD  
PROJECT



## ROZWIJAJ SIĘ W BUDOWNICTWIE!

### DLACZEGO AKMB?

- Jesteśmy **doświadczonymi inżynierami** i trenerami
- Nasze szkolenia są **dopasowane** do specyfiki branży
- Tworzymy programy rozwojowe **zorientowane** na wyniki
- Przeszkoliliśmy już ponad **600 inżynierów** i kilkanaście organizacji

### KOMPETENCJE TECHNICZNE

- **Proces inwestycyjny** z perspektywy jego uczestników
- **Dobre praktyki** w zarządzaniu projektami budowlanymi
- **Zarządzanie zmianą** w projekcie
- **Prawo Budowlane** w praktyce

### KOMPETENCJE INTERPERSONALNE

- **Przywództwo** i zarządzanie zespołem
- Skuteczna **komunikacja** w zespole
- Budowanie zespołu i efektywna **współpraca**
- Efektywne **motywowanie** zespołów

## PARTNER W BUDOWNICTWIE

- **Kompleksowe Inwestorstwo Zastępcze**
- **Skuteczne Kierownictwo Projektów**
- **Zarządzanie i Kontrola Kosztów**
- **Opracowanie i Kontrola Harmonogramu**
- **Kontrola i Zarządzanie Jakością**
- **Aktywne Zarządzanie Ryzykiem**
- **Zarządzanie Dokumentacją Projektową**

INŻYNIERIA DLA  
LEPSZEJ PRZYSZŁOŚCI  
NASZEJ PLANETY I LUDZI

WSPIERAMY

INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

 [www.akmb.pl](http://www.akmb.pl)

 [biuro@akmb.pl](mailto:biuro@akmb.pl)



FORWARD  
PROJECT

 [www.forwardproject.pl](http://www.forwardproject.pl)

 [biuro@forwardproject.pl](mailto:biuro@forwardproject.pl)





Fot. B. Sawicki

26

## Projektowanie elementów z UHPFRC na zginanie i rozciąganie

60

## Sztuczna inteligencja w opiniowaniu – szansa czy zagrożenie?

76

## Prognozy inwestycji budowlanych w Polsce na 2026 rok

### PRAWO

- 10 SRI – inteligentne budynki w świetle dyrektywy EPBD:2018 – nowe wymagania, ewaluacja wskaźnika  
Paweł Kwasnowski
- 19 Kalendarium  
Aneta Malan-Wijata

### 22 INŻYNIER PYTA – PRAWNIK ODPOWIADA

### 24 NORMALIZACJA I NORMY

### ARTYKUŁY NAUKOWE

- 26 Projektowanie elementów z UHPFRC na zginanie i rozciąganie  
Structural design of UHPFRC elements under bending and tension  
Bartłomiej Sawicki
- 66 Poprawa bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych poprzez realizację przeston przeciwfiltracyjnych z zawieszin twardniejących  
Improving the safety of hydrotechnical facilities by implementing cut-off walls made of hardening slurries  
Paweł Falaciński, Łukasz Szarek, Robert Sołtysik, Nadzeya Fialkouskaya, Jacek Gralewski

### TECHNOLOGIE

- 40 Uważność inżynierska w projektowaniu błękitno-zielonej infrastruktury  
Katarzyna Weinerowska-Bords
- 52 Wybrane aspekty zastosowania promienników gazowych  
Edyta Dudkiewicz
- 60 Sztuczna inteligencja w opiniowaniu – szansa czy zagrożenie? Perspektywa biegłego  
Rafał Dybicz
- 65 Kwalifikacje w sektorze budownictwa  
Artykuł sponsorowany

### RAPORT

- 76 Prognozy inwestycji budowlanych w Polsce na 2026 rok  
Dariusz Rostkowski

### BIZNES

- 80 Standardy jakości i KPI dla nadzoru projektów infrastrukturalnych  
Krzysztof Kaczorek

### MOJE NAJWIĘKSZE WYZWANIE

- 86 Budując z historią – doświadczenia z renowacji „Mamuta”  
Sylwester Robacki

## WYWIAD

- 36 Woda jako dobro strategiczne  
– wyzwania i innowacje w hydrotechnice  
Z Pawłem Falacińskim rozmawia Anna Dębińska

## ZDROWY INŻYNIER

- 35 Wybierz Ubezpieczenie Szpitalne  
LUX MED – Pełna Opieka i zabezpiecz  
swoje zdrowie  
Artykuł sponsorowany
- 59 Ferie na Podhalu z PZU Sport  
– aktywny wypoczynek dla całej rodziny  
Artykuł sponsorowany

## BEZPIECZNY INŻYNIER

- 74 Cyberhygiene jako fundament bezpieczeństwa  
w erze cyfrowej – cz. I  
Waldemar Szymański

## 45 KREATOR BUDOWNICTWA ROKU 2025

### INŻYNIER BEZ GRANIC

- 88 Green-Blue Infrastructure  
Magdalena Marcinkowska
- 90 KI im Bauwesen  
Agnieszka Czech

## 25 LITERATURA FACHOWA

### WYDARZENIA

- 20 XXVII Gala Budownictwa
- 50 Konferencja AMCM 2025 – o przyszłości  
budownictwa na Politechnice Białostockiej  
Monika Rokicka
- 57 80 lat Politechniki Krakowskiej
- 73 Kongres Polska Moc Biznesu  
– czy wydatki na obronność napędzą  
gospodarkę?
- 96 3. Forum Dostępności

## 92 NA CZASIE

### SAMORZĄD ZAWODOWY

- 94 Flesz samorządowy
- 95 Brydżowe emocje w Bielsku-Białej  
Janusz Kozula

## 97 W BIULETYNACH IZBOWYCH

## 98 KRZYŻÓWKA



Fot. D. Szmigiera-Falacińska

36

# Woda jako dobro strategiczne – wyzwania i innowacje w hydrotechnice

## Rozmowa z Pawłem Falacińskim, prof. Politechniki Warszawskiej



Fot. © Old Man Stocker – stock.adobe.com

## W następnym numerze

KONSTRUKCJE ŻELBETOWE

GEOINŻYNIERIA

SYSTEMY DETEKCYI GAZÓW



W Y D A W N I C T W O  
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

#### WYDAWCA

Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa Sp. z o.o.  
00-793 Warszawa, ul. Kujawska 1  
tel. 22 255 33 40, biuro@wpiib.pl  
Dyrektor zarządzający: Andrzej Kocięcki

#### STRONY INTERNETOWE

wpiib.pl

inzynierbudownictwa.pl

izbudujemy.pl

KREATORBUDOWNICTWAROKU.PL

#### REDAKCJA

Główny redaktor: Adam Krzykowski – a.krzykowski@wpiib.pl  
Redaktor naczelna: Anna Dębińska – a.debinska@wpiib.pl  
Redaktor prowadząca: Anna Wojewódzka – a.wojewodzka@wpiib.pl  
Redaktorzy: Magdalena Bednarczyk – m.bednarczyk@wpiib.pl,  
Kacper Kordalski – k.kordalski@wpiib.pl,  
Dorota Kornacka – d.kornacka@wpiib.pl  
Redaktor prowadząca [www.inzynierbudownictwa.pl](http://www.inzynierbudownictwa.pl):  
Agnieszka Karpińska – a.karpinska@wpiib.pl  
Projekt graficzny: freeline Studio Beata Walczak  
Skład i łamanie: Jolanta Bigus-Kończak

#### BIURO REKLAMY

Kierownik ds. sprzedaży i marketingu: Beata Gozdur  
– tel. 882 512 794, b.gozdur@wpiib.pl

#### DRUK

ArtDruk Zakład Poligraficzny, ul. Napoleona 2, 05-230 Kobyłka

#### RADA NAUKOWA

Przewodniczący:

dr hab. inż. Jacek Szer – prof. Politechniki Łódzkiej

Sekretarz Rady Naukowej: dr inż. Jacek Zabielski

– Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Członkowie Rady Naukowej:

prof. dr hab. inż. Andrzej Garbacz – Politechnika Warszawska

prof. dr hab. inż. Jerzy Hoła – Politechnika Wrocławska

prof. dr hab. inż. Andrzej Szarata – Politechnika Krakowska

prof. dr hab. inż. Grzegorz Sławomir Świt – Politechnika Świętokrzyska

prof. dr hab. inż. Adam Wysokowski – Uniwersytet Zielonogórski

dr hab. inż. Dariusz Bajno – prof. Politechniki Wrocławskiej

dr hab. inż. Jacek Korentz – prof. Uniwersytetu Zielonogórskiego

dr hab. inż. Filip Pachla – prof. Politechniki Krakowskiej

dr inż. Robert Geryło – dyrektor Instytutu Techniki Budowlanej

w Warszawie

#### RADA PROGRAMOWA

Przewodniczący: Piotr Zwoździak

Członkowie Rady Programowej:

Anna Malinowska

Jarosław Kukliński

Tomasz Radziewski



Nakład druk: 5550 egz. Sprzedaż promocyjna e-wydania: 118 077 egz.

Publikowane w *Inżynierze Budownictwa* artykuły prezentują stanowiska, opinie i poglądy ich Autorów. Redakcja zastrzega sobie prawo do adiacji tekstów i zmiany tytułów. Przedruki i wykorzystanie opublikowanych materiałów może odbywać się za zgodą redakcji. Materiałów niezamówionych redakcja nie zwraca. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść zamieszczanych reklam.

**Następny numer ukaże się 6.02.2026 roku.**

## W tym wydaniu...

Zamieszczamy zestaw artykułów, które łączy wspólny mianownik odpowiedzialności – za środowisko, bezpieczeństwo konstrukcji, jakość procesów inwestycyjnych oraz wiarygodność ekspertyz. Zwracamy uwagę, że współczesna inżynieria coraz częściej wymaga łączenia wiedzy technicznej z rozumieniem regulacji, technologii i długofalowych konsekwencji podejmowanych decyzji.

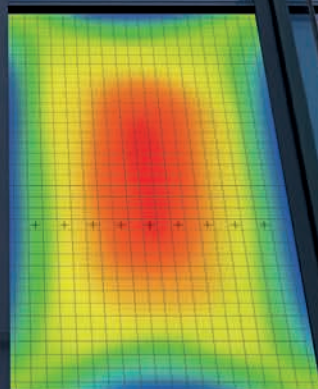
Rozpoczynamy od tematyki inteligentnych budynków i wskaźnika SRI w kontekście dyrektywy EPBD, opisując nie tylko obowiązki nałożone na państwa członkowskie, lecz także realne konsekwencje tych regulacji dla projektantów, inwestorów i użytkowników obiektów.

W dalszej części zamieszczamy artykuł, w którym autor opisuje logikę projektowania na zginanie belek łączących klasyczne pręty zbrojeniowe z UHPFRC, według norm szwajcarskiej i francuskiej.

Podejmujemy również temat nowoczesnych systemów ogrzewania z wykorzystaniem gazowych promienników podczerwieni, odnosząc się m.in. do aktualnych regulacji unijnych oraz zagadnień sprawności i odzysku ciepła odpadowego. W kolejnym artykule zwracamy uwagę na potrzebę uporządkowania rynku poprzez wprowadzenie jasnych standardów jakości oraz mierzalnych wskaźników KPI w nadzorze projektów infrastrukturalnych, bez których trudno o porównywalność ofert i egzekwowanie jakości usług.

Numer uzupełniają refleksje nad wykorzystaniem przez biegłego sztucznej inteligencji w opiniowaniu oraz wywiad poświęcony hydrotechnice, który przypomina, że woda staje się jednym z kluczowych zasobów strategicznych.

**Anna Dębińska**  
redaktor naczelna  
a.debinska@wpiib.pl



# SAINT-GOBAIN GLASS Expertise Consulting

Twój partner w analizie szkła architektonicznego.



**Bezpieczeństwo** – kompleksowa analiza pod kątem niezawodności i ochrony użytkowników.



**Korzyści ekonomiczne** – optymalizacja szkła architektonicznego na etapie projektowania realizacji i użytkowania.



**Profesjonalne rozwiązania projektowe** – które znacząco redukują czynniki wpływające na potencjalne uszkodzenia przegród szklanych.



Więcej informacji

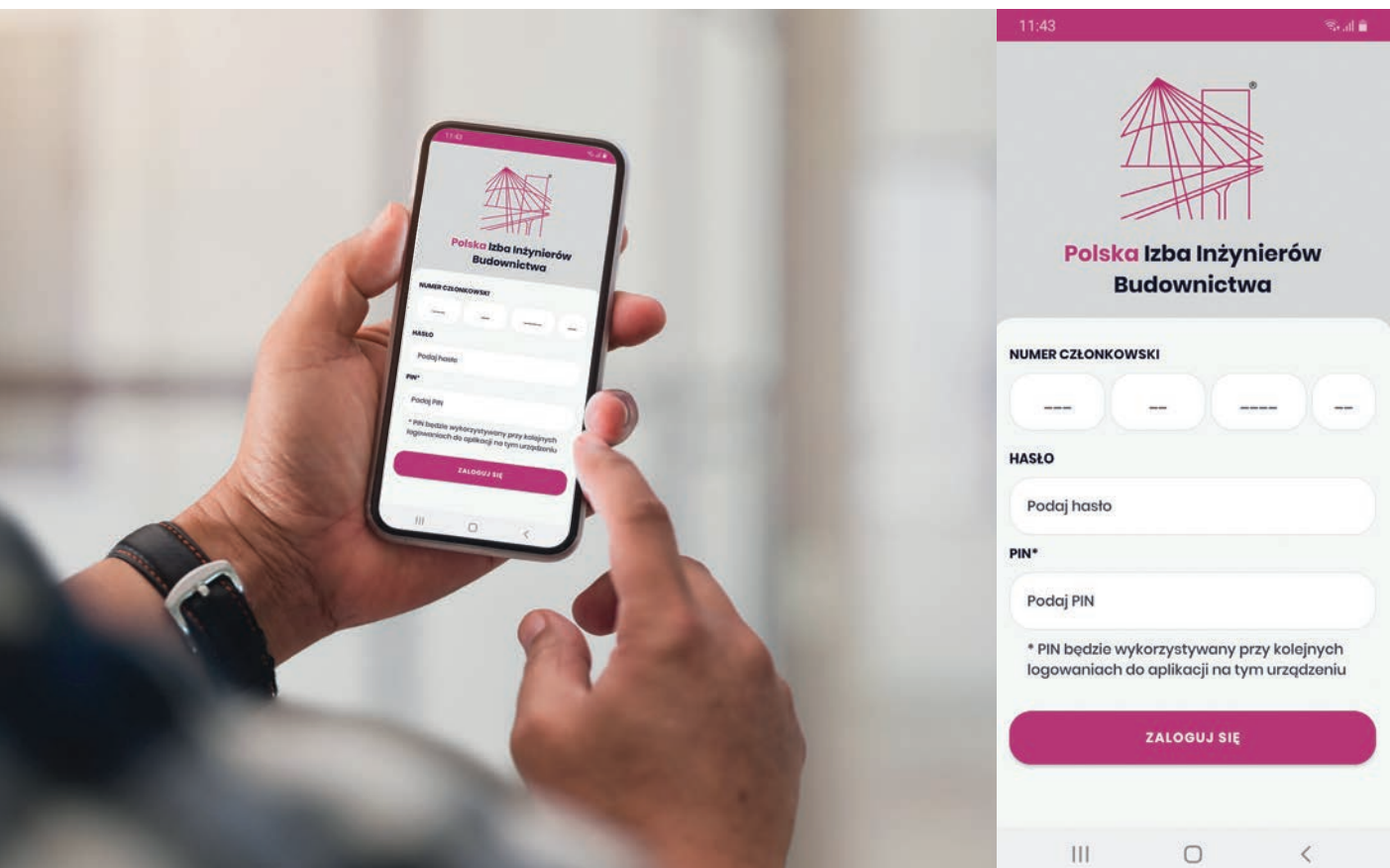
Skontaktuj się z nami już dzisiaj:

[projecttechnicalsupport@saint-gobain.com](mailto:projecttechnicalsupport@saint-gobain.com)



# CYFROWE NARZĘDZIA

## PIIB



- **Aplikacja PIIB**

Umożliwia dostęp do informacji członkowskich, serwisów branżowych, zaświadczeń, słownika i publikacji Wydawnictwa PIIB.

- **Kalkulator Nakładów Pracy Projektanta (KNPP)**

Służy do rzetelnego oszacowania honorarium projektanta z możliwością dostosowania do różnych typów budynków.

- **Kalkulator Kosztów: Projektowanie i Nadzór (KKPiN)**

Zaprojektowany, by ułatwić inżynierom dokładne i szybkie wyliczanie kosztów związanych ze sporządzaniem projektów budowlanych.

- **Katalog Nakładu Pracy Kierownika Budowy (KNPKB)**

Opracowany, by precyzyjnie określić nakład pracy wymagany od kierowników budowy na różnych etapach realizacji projektów.

- **Aplikacja Uprawnienia Budowlane (UB)**

Dostępna wyłącznie dla kandydatów na uprawnienia budowlane przystępujących do egzaminu pisemnego, którzy już są zarejestrowani i uiszcili pierwszą ratę opłaty.

## 2026 – rok, który musi być wyzwaniem odpowiedzialności

**R**ok 2026 stoi przed nami niczym wielka konstrukcja – z jednej strony fundamenty globalnej gospodarki wydają się stabilne, z drugiej grożą im naprężenia wynikające z napięć geopolitycznych, społecznych i technologicznych. Jako inżynierowie budownictwa, ale także obserwatorzy procesów makroekonomicznych oraz społecznych, musimy zadać sobie pytanie, **jak to wszystko będzie funkcjonować w nowym roku?**

Dziś wiemy, że globalne PKB rośnie, choć powoli, tempo pozostaje dodatnie i stabilne, a strefa euro oraz Polska utrzymują umiarkowane tempo wzrostu. Inflacja w głównych gospodarkach wciąż spada lub jest w pobliżu celu banków centralnych, co daje przestrzeń do kontynuacji łagodnej polityki monetarnej. W Europie bank centralny utrzymuje stopy procentowe w stabilnym zakresie, a analitycy przewidują, że taka polityka może się utrzymać przez większość 2026 r.

W Polsce prognozy wzrostu gospodarczego kształtują się na poziomie **ok. 3,3–3,5%**, a inflacja co prawda zmaleje, ale wciąż wymaga ostrożnej polityki fiskalnej oraz monetarnej. Rodzime przedsiębiorstwa motoryzacyjne i usługowe już planują zwiększenie zatrudnienia, co jest sygnałem ożywienia aktywności gospodarczej.

Na rynku nieruchomości przewidywania są rozbieżne. Część analiz sugeruje, że ceny mieszkań mogą przejściowo spadać, co wynika z korekty po wcześniejszych wzrostach i wpływu stóp procentowych. Inne modele prognostyczne wskazują jednak, że już w II kwartale br. ceny mogą zacząć rosnąć wraz z poprawą dostępności kredytowej.

Jest to fundamentalna kwestia dla planowania inwestycji infrastrukturalnych i mieszkaniowych – zarówno tych prywatnych, jak i publicznych. **Projekty, szczególnie te na skalę makro, muszą uwzględnić tę dynamikę cen i kosztów materiałów**, bo to ona decyduje o opłacalności przedsięwzięć budowlanych oraz dostępności mieszkań dla obywateli.

Nie sposób pisać o nadchodzącym roku bez odniesienia się do nastrojów społecznych i politycznych. Badania opinii wskazują, że **znaczna część Polaków wciąż obawia się pogorszenia**



Fot. Tomasz Wróblewski

**swojej sytuacji finansowej**, mimo poprawy wskaźników makroekonomicznych.

To z kolei **cięży na politykach**, których decyzje gospodarcze mają realny wpływ na tempo wzrostu, poziom inwestycji publicznych i prywatnych, zapotrzebowanie na pracę oraz dochody społeczne. Jako liderzy sektora budownictwa doskonale widzimy, jak decyzje o finansowaniu infrastruktury, zmianach podatkowych i warunkach kredytowych odbijają się na projektach infrastrukturalnych, efektywności wykonawstwa oraz kosztach budowy. Polityka to nie dodatek – to siła decydująca o warunkach pracy członków PIIB i całej branży.

Rok 2026 rysuje się jako czas **stabilizacji po burzach ostatnich lat**, ale także jako moment, w którym odpowiedzialne decyzje, zarówno w kręgach decyzyjnych państwa, jak i w firmach, będą determinować tempo rozwoju gospodarczego oraz społecznego.

Wielokrotnie podkreślaliśmy, że sektor potrzebuje **przejrzystych, odpowiedzialnych ram politycznych i gospodarczych**, które pozwolą wykorzystać obecne okazje inwestycyjne oraz zapewnią bezpieczeństwo obywatelom i stabilność firmom.

Z okazji Nowego Roku życzę Państwu zdrowia, spokoju i odwagi w podejmowaniu mądrych decyzji, które przyniosą stabilność, rozwój oraz poczucie bezpieczeństwa w życiu zawodowym i osobistym.

Mariusz Dobrzeński  
prezes Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa

# SRI – inteligentne budynki w świetle dyrektywy EPBD:2018 – nowe wymagania, ewaluacja wskaźnika

Dyrektywy EPBD to unijne przepisy dotyczące efektywności energetycznej budynków. Ich głównym celem jest zmniejszenie zużycia energii w sektorze budownictwa, który odpowiada za dużą część emisji CO<sub>2</sub> w Unii Europejskiej.

**W** artykule [1], który ukazał się w nr. 3/2024 *Inżyniera Budownictwa*, przedstawiono ewolucję dyrektywy EPBD (ang. Energy Performance of Buildings Directive): od wytycznych dotyczących podniesienia parametrów izolacji cieplnej budynków (Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [2]; dalej: EPBD:2002) do kategorycznego stwierdzenia, że współczesne budynki muszą być inteligentne. Zaprezentowano definicję inteligencji budynku na tle tych wymagań i oczekiwań użytkowników oraz proponowane przez Komisję Europejską ideę i metodykę ewaluacji wskaźnika SRI. Ma on być miarą spełniania przez budynki wymagań oraz pomagać w określeniu obszarów, w których budynek ich nie spełnia.

W kwietniu 2024 r. Parlament Europejski i Rada uchwaliły kolejną wersję dokumentu. W Dyrektywie Parlamentu Eu-

**mgr inż. Paweł Kwasnowski**

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,  
ekspert PKN KT 173, CEN TC 247,  
koordynator fazy testów metodyki  
ewaluacji SRI w Polsce  
w ramach projektu OTE

ropejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Tekst mający znaczenie dla EOG) [3] (dalej: EPBD:2024) nakreślono ramy czasowe wdrażania wymagań unijnych w budynkach.

W tym artykule przybliżymy obowiązki nałożone na państwa członkowskie Unii Europejskiej przez tę dyrektywę, przypomnimy podstawową terminologię związaną z metodyką ewaluacji wskaźnika SRI, a także omówimy przykłady wyników oceny tego wskaźnika. Natomiast w kolejnych artykułach opiszemy wyniki oficjalnej fazy testów metodyki ewaluacji SRI w Europie i Polsce oraz płynące z niej wnioski.

**EWOLUCJA DYREKTYWY EPBD  
I WSKAŹNIKA SRI NA TLE  
MODYFIKACJI NORMY EN 15232**

W Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniającej dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Tekst mający znaczenie dla EOG) [4] (dalej: EPBD:2018) sprecyzowano wymagania wobec współczesnych budynków i zaproponowano sposób oceny ich spełniania za pomocą wskaźnika SRI. Było to sygnałem do kontynuowania zapoczątkowanych w 2016 r. badań naukowych i analiz technicznych mających na celu opracowanie metodyki obliczania tego wskaźnika. Na podstawie raportu końcowego dotyczącego wsparcia opracowania metodyki ewaluacji SRI, przedstawionego w 2020 r. [5], Komisja Europejska opublikowała 21 grudnia 2020 r. dwa rozporządzenia:

- Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2020/2155 z dnia 14 października 2020 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu

Europejskiego i Rady 2010/31/UE poprzez ustanowienie opcjonalnego wspólnego systemu Unii Europejskiej w zakresie oceny gotowości budynków do obsługi inteligentnych sieci (Tekst mający znaczenie dla EOG) [6], w którym ustanowiono opcjonalny system Unii Europejskiej w zakresie ewaluacji wskaźnika SRI, wraz ze szczegółowo zdefiniowaną metodyką, oraz

- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2020/2156 z dnia 14 października 2020 r. określające warunki techniczne skutecznego wdrożenia opcjonalnego wspólnego systemu Unii Europejskiej w zakresie oceny gotowości budynków do obsługi inteligentnych sieci (Tekst mający znaczenie dla EOG) [7].

Na tej podstawie Dyrekcja Generalna ds. Energii Komisji Europejskiej (DG ENER EU) uruchomiła w 2021 r. oficjalną fazę testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w państwach członkowskich. W EPBD:2024 [3] zaplanowano jej zakończenie do 30 czerwca 2026 r. i zobowiązano Komisję Europejską, aby do 30 czerwca 2027 r. przedstawiła rozporządzenie delegowane uzupełniające dyrektywę poprzez wprowadzenie obowiązku stosowania wspólnego systemu Unii Europejskiej w zakresie oceny gotowości do intelligen-

cji budynków niemieszkalnych, w których systemy ogrzewania, klimatyzacji, połączone systemy ogrzewania i wentylacji pomieszczeń lub połączone systemy klimatyzacji i wentylacji mają znamionową moc użyteczną powyżej 290 kW.

Ilustrację ewolucji dyrektywy EPBD oraz rozwoju idei wskaźnika SRI na tle modyfikacji normy EN 15232 [12] przedstawiono na rys. 1. Aktualizuje on rys. 1 z artykułu [1] i przedstawia to, co wydarzyło się w obszarze inteligencji budynków po roku 2018 i co się wydarzy w horyzoncie 2027 r.

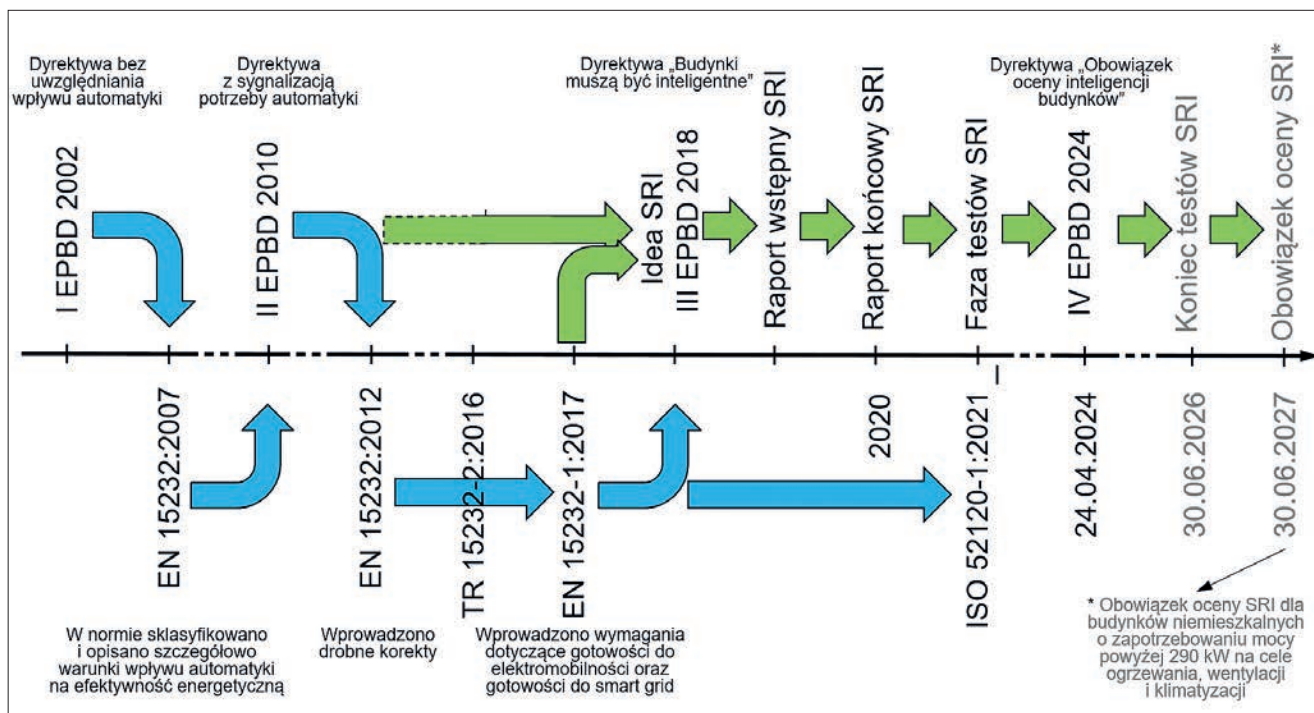
W związku z nasyceniem współczesnych budynków instalacjami technicznymi w 2007 r. w normie EN 15232, opracowanej na podstawie mandatu Komisji Europejskiej M 343 z 2004 r. skierowanego do Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN), sklasyfikowano warunki znaczącego wpływu automatyki tych instalacji na efektywność energetyczną budynków. Z tego powodu w dyrektywie EPBD:2024 wprowadzono obowiązek wdrożenia do końca grudnia 2024 r. systemów automatyki i sterowania (BACS – Building Automation and Control Systems) w instalacjach technicznych określonych typów budynków istniejących,

a od 1 stycznia 2025 r. – w nowych budynkach o zapotrzebowaniu mocy na instalacje komfortu przekraczającym 290 kW.

Szczegółowe wymagania wobec planu wdrażania ewaluacji wskaźnika SRI oraz systemów BACS, wynikające z EPBD:2024, przedstawiono w tab. 1.

### BUDYNKI MUSZĄ BYĆ INTELIGENTNE

Jednym ze skutków ewolucji dyrektywy EPBD [4] w latach 2002–2018 było stwierdzenie, że budynki muszą być inteligentne (ang. buildings must be smart). To wymaganie, dotyczące przede wszystkim inteligentnego współdziałania instalacji technicznych, wynikało z tego, że po 16 latach od opracowania pierwszej dyrektywy EPBD i podjęcia wielu działań w zakresie poprawy parametrów izolacyjności cieplnej oraz szczelności powłok (przegród zewnętrznych) nadal to budynki są odpowiedzialne za 40% całego zapotrzebowania na energię zużywaną we wszystkich obszarach działalności człowieka (tj. przemysł, transport, budynki). Zostało to potwierdzone również w najnowszej odsłonie dyrektywy z 2024 r. [3], w której sformułowano szczegółowe założenia dotyczące oczekiwań wobec współczesnych budynków.



Rys. 1. Ewolucja dyrektywy EPBD i rozwój idei wskaźnika SRI na tle modyfikacji normy EN 15232

Rys. autora

**Tab. 1. Terminarz wdrażania zaleceń EPBD:2024 w zakresie ewaluacji SRI oraz systemów BACS**

Poz.	Temat	Data	Obowiązek	Pozycja w EPBD:2024
<b>1</b>	<b>Ewaluacja SRI budynków</b>	<b>do</b>		
1.a	Sprawozdanie komisji z fazy testów SRI	30.06.2026	komisja przedłoży Parlamentowi Europejskiemu i Radzie	art. 15 ust. 2
1.b	Komisja przyjmie akt delegowany oraz akt wykonawczy o obowiązku ewaluacji SRI dla budynków NM, P-Komfort $\geq 290$ kW	30.06.2027	przyjęcie aktu, w którym zostanie określona data wprowadzenia obowiązku audytu, wdrożenie systemu przez PCz UE	art. 15 ust. 4
<b>2</b>	<b>Systemy techniczne budynków, w tym elementy systemów automatyki i sterowania</b>	<b>wdrożyć do</b>		
2.a	Samoregulacja temperatury oddzielnie w poszczególnych pomieszczeniach	obowiązuje	obowiązuje od 26.05.2024	art. 3
2.b	BACS w budynkach NM, P-Komfort $\geq 290$ kW	31.12.2024	wymaganie zastosowania przez PCz UE	art. 13 ust. 9 lit. a
2.c	BACS w budynkach NM, P-Komfort $\geq 70$ kW	31.12.2029	wymaganie zastosowania przez PCz UE	art. 13 ust. 9 lit. b
2.d	Monitorowanie jakości środowiska wewnętrznego	29.05.2026	wymaganie zastosowania przez PCz UE	art. 13 ust. 10 lit. d
2.e	Elementy BACS w budynkach mieszkalnych	29.05.2026	wymaganie zastosowania przez PCz UE	art. 13 ust. 11
2.f	Automatyczne sterowanie oświetleniem NM, P-Komfort $\geq 290$ kW, strefy, zależność od obecności	31.12.2027	wymaganie zastosowania przez PCz UE	art. 13 ust. 12 lit. a
2.g	Automatyczne sterowanie oświetleniem NM, P-Komfort $\geq 70$ kW, strefy, zależność od obecności	31.12.2029	wymaganie zastosowania przez PCz UE	art. 13 ust. 12 lit. b
<b>Objaśnienia:</b>				
NM – budynki niemieszkalne, PCz UE – państwa członkowskie UE				
P-Komfort $\geq 290$ kW lub $\geq 70$ kW – dotyczy budynków z zapotrzebowaniem na moc dla instalacji komfortu większą lub równą 290 lub 70 kW				
Wszystkim zobowiązaniom w zakresie BACS towarzyszy uwaga: jeżeli jest to wykonalne pod względem technicznym lub ekonomicznym (w odniesieniu do systemów istniejących). W odniesieniu do określonych typów budynków oddawanych do użytkowania po 31.12.2024 r. zastosowanie BACS jest obowiązkowe.				

Oczekiwania (a raczej wymagania) EPBD wobec współczesnych budynków obejmują siedem właściwości zgrupowanych w trzech kluczowych obszarach funkcjonalności: właściwości budynku, obsługi użytkowników oraz współpracy z inteligentnymi sieciami zasilającymi – co pokazano na rys. 2.

Z myślą o ocenie spełniania przez budynki wymagań w dyrektywie EPBD:2018 zdefiniowano założenia do wskaźnika gotowości (budynku) do inteligencji – SRI (ang. Smart Readiness Indicator). Jego zadaniem jest jednoznaczna miara całkowitego spełnienia przez budynki wymagań, a także stopnia spełnienia każdego indywidualnego kryterium oraz kryteriów w każdym obszarze.

W oficjalnych tłumaczeniach angielskojęzycznych dokumentów unijnych na język polski zamiast prostego, zgodnego z oryginałem sformułowania „gotowość budynków do inteligencji” pojawia się „gotowość

budynków do obsługi inteligentnych sieci”. Trudno wyjaśnić, skąd się wzięło pojęcie inteligentnych sieci. Na nieprawidłowość takiego tłumaczenia wskazuje również analiza brzmienia wyrażenia „smart readiness of buildings” w tekstach dyrektywy EPBD w innych językach państw członkowskich Unii Europejskiej, np.:

- Intelligenz Fähigkeit von Gebäuden (niem.) – zdolność inteligencji budynków,
- Potentiel d’intelligence des bâtiments (franc.) – potencjał inteligencji budynków,

- Přípravenost budov pro chytrá řešení (czes.) – gotowość budynków do inteligentnych rozwiązań,
- Preparación para aplicaciones inteligentes de los edificios (hiszp.) – gotowość budynków do inteligentnych zastosowań,
- Predisposizione degli edifici all’intelligenza (włos.) – gotowość budynków do inteligencji.

W żadnym innym języku narodowym nie zmieniono treści oryginału, ale oddano go w pełni, czasem z użyciem dodatkowego

**Wskaźnik SRI powinien być używany do pomiaru zdolności budynków do stosowania:**

- technologii komunikacyjnych i informatycznych oraz
  - systemów elektronicznych
- w celu adaptacji działania budynków do:
- potrzeb użytkowników i
  - sieci zasilających,
- oraz poprawy efektywności energetycznej i całkowitej sprawności budynków.
- Wskaźnik SRI jest miarą spełniania przez budynek wymagań postawionych w EPBD:2018 i powtórzonych w EPBD:2024 [4].**



**Rys. 2. Oczekiwania EPBD wobec współczesnych budynków**

**Inteligencja budynku (ang. smartness of a building) to zdolność budynku lub jego systemów do:**

- 1) wykrywania oraz interpretowania zdarzeń i sytuacji, a także komunikowania się (wymiany informacji) oraz
- 2) aktywnego reagowania w efektywny sposób na zmieniające się warunki w odniesieniu do działania systemów technicznych budynku i/lub środowiska zewnętrznego (w tym sieci energetycznych) oraz wymagań użytkowników budynku [4].

słowa pomocniczego. Polskie tłumaczenie zmienia sens, ponieważ inteligencja budynku to nie obsługa inteligentnych sieci, tylko wykorzystanie inteligentnych technologii do spełnienia wymagań stawianych budynkom.

Pojęcie inteligencji budynku zdefiniowano precyzyjnie w raporcie końcowym w sprawie wsparcia technicznego na rzecz opracowania wskaźnika SRI [5], w którym przedstawiono także wyniki badań przeprowadzonych w celu opracowania metodyki wyznaczania wskaźnika SRI oraz metodologię oceny SRI.

Cele zastosowania wskaźnika SRI obejmują stymulację przejścia do tworzenia bardziej inteligentnych i efektywnych energetycznie budynków oraz spełnianie oczekiwań

w zakresie adaptacji współczesnych budynków do zmiennych potrzeb użytkowników, współpracy z inteligentnymi sieciami zasilającymi z wykorzystaniem i współdzieleniem lokalnych źródeł energii oraz poprawy całkowitej sprawności. Nadrzędnym celem jest znaczne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> i innych gazów cieplarnianych z budynków, również w horyzoncie całego cyklu ich życia.

**METODYKA OBLICZANIA WSKAŹNIKA SRI – PRZYPOMNIENIE**

Metodyka obliczania wskaźnika SRI polega na wielokryterialnej ocenie wpływu wszystkich instalacji technicznych i ich funkcjonalności na właściwości budynku wynikające z zastosowania rozwiązań inteligentnych. Obliczenia obejmują dwustopniową agregację.

Pierwszy etap to **agregacja pionowa** – ocena wpływu poszczególnych instalacji na spełnianie wymagań wobec budynku. Drugi etap to **agregacja pozioma** – obliczenie średniej ważonej z wyników pierwszego etapu w celu uzyskania oceny końcowej, określanej jako stopień gotowości budynku do inteligencji. W każdym z tych kroków należy dobrać współczynniki wagowe do kształtowania oddziaływania poszczególnych składników na wynik. Dodatkowo w pierwszym kroku przeprowadza się subiektywną ocenę (punktację) wpływu różnych funkcjonalności instalacji tech-

nicznych na wyniki pośrednie. W każdym kroku wyniki są normalizowane do poziomu, jaki byłby osiągnięty w danym budynku, gdyby instalacje techniczne działały na maksymalnym poziomie.

Podstawowe pojęcia związane z metodyką obliczania wskaźnika SRI to:

- 1) **kryteria wpływu** – wymagane przez EPBD właściwości budynku; na podstawie oceny spełnienia tych wymagań oblicza się wartość końcową wskaźnika SRI;
- 2) **domeny (techniczne)** – branżowe instalacje techniczne wyposażenia stałego budynku;
- 3) **usługi (techniczne)** – różne warianty branżowych instalacji technicznych służące do realizacji określonych funkcjonalności;
- 4) **poziomy funkcjonalności usług technicznych** – sposoby sterowania lub funkcjonowania danej instalacji technicznej realizującej określoną usługę;
- 5) **punkty wpływu** – do oceny wpływu każdej usługi technicznej na każde kryterium wpływu;
- 6) **współczynniki wagowe oddziaływania domen** na każde kryterium wpływu;
- 7) **współczynniki wagowe oddziaływania kryteriów wpływu** na wartość końcową wskaźnika SRI.

**Poziom spełniania wymaganych przez EPBD właściwości budynku = kryteria wpływu.**

**Tab. 2. Kryteria wpływu jako wskaźniki spełnienia oczekiwań przez budynek**

Poz.	Oczekiwana właściwość budynku według EPBD:2018/2024	Kryterium wpływu
<b>Kluczowa funkcjonalność – BUDYNEK</b>		
<b>Oszczędne użytkowanie energii i wysoka pewność działania instalacji technicznych</b>		
1	Oszczędzanie wszelkich form energii i mediów	Oszczędzanie energii
2	Pewność działania instalacji technicznych i zapobieganie awariom przez prognozowanie wystąpienia uszkodzenia	Obsługa i zapobieganie awariom
<b>Kluczowa funkcjonalność – UŻYTKOWNIK</b>		
<b>Odpowiadanie (reakcja) na potrzeby użytkowników</b>		
3	W zakresie komfortu	Komfort
4	W zakresie wygody użytkowania	Wygoda
5	W zakresie zapewnienia dobrych warunków zdrowotnych i dobrego samopoczucia	Zdrowie i dobre samopoczucie
6	W zakresie informacji dla użytkownika, np. o kosztach użytkowania przy określonych parametrach komfortu	Informacje dla użytkownika
<b>Kluczowa funkcjonalność – ZASILANIE</b>		
<b>Odpowiadanie (reakcja) na możliwości energetycznych sieci zasilających</b>		
7	Elastyczność w zakresie zasilania w energię, zdolność do jej magazynowania, dostarczania oraz ograniczenia jej zużycia	Elastyczność energetyczna

**Tab. 3. Liczba usług technicznych w każdej domenie**

Poz.	Domena (Branżowe instalacje techniczne)	Liczba usług w ramach domeny
1	Ogrzewanie	10
2	Chłodzenie	10
3	Ciepła woda użytkowa	5
4	Wentylacja mechaniczna	6
5	Oświetlenie	2
6	Dynamiczna powłoka budynku	3
7	Elektryczność	7
8	Ładowanie pojazdów elektrycznych	3
9	Monitoring i sterowanie	8
	<b>Razem</b>	<b>54</b>

**Tab. 4. Poziomy funkcjonalności usług technicznych = sposoby sterowania**

Poziom funkcjonalności usługi = sposób sterowania	Funkcjonalność sterowania danej usługi
0	Brak sterowania
1	Lokalne sterowanie ręczne – bez regulacji, np. pokrętko zaworu, którym mechanicznie zmienia się światło przepływu medium
2	Lokalne sterowanie automatyczne (stabilizacja parametru), np. termostat
3	Lokalne sterowanie automatyczne z możliwością zdalnego zadawania parametrów lub trybów pracy, np. zmiany wartości zadanych – konieczna komunikacja jednokierunkowa z systemem nadrzędnym
4	Jak w poziomie 3 oraz lokalne sterowanie zgodnie z zapotrzebowaniem, np. obecność użytkownika oraz możliwość bilansowania aktualnego sumarycznego zapotrzebowania z wielu pomieszczeń z wydajnością źródła energii – konieczna komunikacja dwukierunkowa z systemem nadrzędnym

Kryteria wpływu to wskaźniki poziomu, na jakim budynek spełnia wymagania. W tab. 2 przedstawiono relacje pomiędzy oczekiwaniami w stosunku do budynków i kryteriami wpływu.

**DOMENY TECHNICZNE**

Mianem **domen technicznych** w metodyce SRI określa się stałe instalacje techniczne wyposażenia budynku obsługujące określone branże funkcjonalne.

Pośród instalacji technicznych szczególną rolę odgrywają tradycyjne instalacje służące do zapewnienia komfortu użytkownikom. Są one najbardziej energochłonne, a ich poziomy funkcjonalności, wynikające ze sposobów sterowania, mają szczególne znaczenie dla efektywności energetycznej budynku:

- 1) domena **Ogrzewanie** – instalacje obsługujące ogrzewanie;
- 2) domena **Chłodzenie** – instalacje obsługujące chłodzenie;
- 3) domena **Ciepła woda użytkowa** – instalacje zapewniające ciepłą wodę użytkową;
- 4) domena **Sterowana wentylacja** – instalacje obsługujące wymuszoną, sterowaną wentylację mechaniczną;
- 5) domena **Oświetlenie** – instalacje obsługujące oświetlenie;
- 6) domena **Dynamiczna powłoka budynku** (ang. Dynamic Building Envelope) – instalacje związane ze zmianą parametrów przegród zewnętrznych, np. osłony przeciwsłoneczne, okna.

Drugą grupę instalacji technicznych stanowią instalacje związane z nowymi technologiami, takie jak:

- 7) domena **Elektryczność** – instalacje zasilania budynku w energię, w tym zasilanie zewnętrzne z inteligentnych sieci elektroenergetycznych (ang. Smart Grid), zasilanie z własnych i lokalnych (w sąsiedztwie) odnawialnych źródeł energii, zdolność do magazynowania energii oraz dwukierunkowych przepływów energii pomiędzy budynkiem i otoczeniem;
- 8) domena **Ładowanie pojazdów elektrycznych** – instalacje obsługi ładowania pojazdów elektrycznych;

9) domena **Monitoring i sterownie** – systemy sterowania wszystkimi instalacjami technicznymi i funkcjonalnościami oraz ich monitoringu.

**Usługi (techniczne)**

W każdej domenie technicznej występuje wiele instalacji odpowiedzialnych za różne funkcjonalności w budynku. Funkcjonalności te określa się nazwą **usług (technicznych)**. W metodyce obliczania wskaźnika SRI zdefiniowano konkretne usługi związane z domenami. W tab. 3 przedstawiono liczby usług uwzględnianych przy ocenie wpływu danej domeny na wartość wskaźnika SRI. Podczas oceny należy rozważyć, czy dana usługa ma lub może mieć potencjał usługi inteligentnej, czyli czy zgodnie z definicją ma zdolność: „wykrywania oraz interpretowania zdarzeń i sytuacji, a także komunikowania się (wymiany informacji) i aktywnego reagowania w efektywny sposób na zmieniające się warunki w odniesieniu do: działania systemów technicznych i/lub środowiska zewnętrznego oraz wymagań użytkowników” [5].

Szczegółową listę usług dla poszczególnych domen można znaleźć w pozycjach [5] i [9].

**Poziomy funkcjonalności usług**

W automatyce tradycyjnych instalacji technicznych, związanych z zapewnieniem komfortu (domeny: Ogrzewanie, Chłodzenie, Ciepła woda użytkowa, Wentylacja, Oświetlenie), można wyróżnić pięć standardowych sposobów sterowania instalacją. W terminologii SRI są one nazwane **poziomami funkcjonalności usług**. Klasykne poziomy funkcjonalności usług przedstawiono w tab. 4.

Szczegółową listę poziomów funkcjonalności usług dla odpowiednich domen i usług można znaleźć w [5] i [9].

Podstawą do obliczenia poziomu spełniania przez budynek wymagań EPBD jest komplet informacji o zastosowanych w nim instalacjach branżowych, usługach technicznych w ramach poszczególnych instalacji oraz poziomach funkcjonalności tych usług. Zestaw potrzebnych informacji przedstawiono na rys. 4 w artykule [1].

Wartość wskaźnika SRI można również określić nasyceniem budynku inteligentnymi technologiami w odniesieniu do maksymalnego możliwego poziomu. Stosuje się jeszcze ocenę w odniesieniu do trzech kluczowych funkcjonalności (tab. 2) grupujących właściwości związane z działaniem budynku (BUDYNEK – efektywność energetyczna i pewność działania), spełnianiem potrzeb użytkowników (UŻYTKOWNIK – komfort, wygoda, in-

formacje, zdrowie i dobre samopoczucie) oraz współpracą z siecią zasilającą (ZASILANIE – elastyczność energetyczna).

**METODYKA OBLICZANIA WSKAŹNIKA SRI – PODSUMOWANIE**

Procedura ewaluacji wskaźnika SRI składa się z następujących kroków:

**Krok 1. Identyfikacja domen, usług i poziomów ich funkcjonalności w ocenianym budynku.**

**Tab. 5. Raport z ewaluacji wskaźnika SRI budynku 1. – informacje o budynku**

INFORMACJE O AUDYTORZE	
Nazwisko i imię	<input type="text" value="Nazwisko i imię"/>
Organizacja	<input type="text" value="Organizacja"/>
Kontakt	
adres e-mail:	<input type="text" value="adres e-mail"/>
Nr telefonu (opcjonalnie)	<input type="text" value="telefon"/>
OGÓLNE INFORMACJE O BUDYNKU	
Typ budynku	<input type="text" value="niemieszkalny"/>
Sposób użytkowania	<input type="text" value="niemieszkalny - edukacja"/>
Lokalizacja	<input type="text" value="Polska"/>
Strefa klimatyczna	<input type="text" value="Europa Północno-Wschodnia"/>
Całkowita powierzchnia użytkowa budynku	<input type="text" value="10.000 - 25.000 m²"/>
Rok budowy	<input "&gt;="" 2010"="" type="text" value=""/>
Stan budynku	<input type="text" value="Oryginalny"/>
	<input type="text" value="Budynek testowy 1"/>
Proszę zamieścić krótki opis budynku	<input type="text"/>
Adres	<input type="text" value="Kraków"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
Wybrana metodologia oceny	
Współczynniki wagowe	<input type="text" value="Domyślny"/>
Preferowany katalog usług	<input type="text" value="B"/>
Domeny w budynku	
Czy następujące systemy techniczne występują w budynku? Jeżeli nie, to czy są obowiązkowe w nowych budynkach w Polsce? 1 - Ta domena występuje w budynku; 2 - Tej domeny nie ma, ale jest obowiązkowa; 0 - Tej domeny nie ma i nie jest obowiązkowa.	
Ogrzewanie	<input type="text" value="1"/>
Ciepła woda użytkowa	<input type="text" value="1"/>
Chłodzenie	<input type="text" value="1"/>
Wentylacja	<input type="text" value="1"/>
Oświetlenie	<input type="text" value="1"/>
Dynamiczna powłoka budynku	<input type="text" value="1"/>
Elektryczność	<input type="text" value="0"/>
Ładowanie pojazdów elektrycznych	<input type="text" value="0"/>
Monitoring i sterowanie	<input type="text" value="1"/>
DATA AUDYTU	
Rok	<input type="text" value="2024"/>
Miesiąc	<input type="text" value="12"/>
Dzień	<input type="text" value="14"/>

Tab. 5. wydruk raportu z oprogramowania [9], oprac. autora

**Krok 2. Klasyfikacja każdej usługi pod kątem jej wpływu na gotowość do inteligencji.**

Krok 3. Ustalenie punktacji wpływu każdej usługi każdej domeny na każdą wymaganą właściwość (kryterium wpływu).

Krok 4. Obliczenie indywidualnego wpływu każdej domeny na każde kryterium wpływu.

Krok 5. Ustalenie współczynników wagowych zbiorczego wpływu domen na każde kryterium wpływu.

Krok 6. Agregacja pionowa – obliczenie zbiorczego wpływu domen na każde kryterium wpływu.

Krok 7. Ustalenie współczynników wagowych dla przełożenia kryteriów wpływu na wartość końcową wskaźnika SRI.

Krok 8. Agregacja pozioma – obliczenie całkowitej wartości wskaźnika SRI.

W trakcie realizacji procedury kroki obliczeniowe podlegają normalizacji w odniesieniu do budynku, w którym wszystkie

instalacje techniczne oraz usługi zapewniłyby najwyższy poziom funkcjonalności usług.

Dwa pierwsze kroki procedury wymagają dokładnej analizy funkcjonalności instalacji technicznych, zwykle podczas audytu na miejscu, analizy dokumentacji technicznej, szczegółowego badania funkcjonalności poszczególnych usług oraz zebrania wyjaśnień służb utrzymania ruchu w budynku. Kolejne kroki są realizowane z użyciem narzędzi informatycznych, np. doświadczalnego arkusza kalkulacyjnego SRI\_calculation-sheet\_v4.5, udostępnionego do fazy testów metodyki w UE przez Dyрекcję Generalną ds. Energii Komisji Europejskiej.

Szczegółowe przedstawienie metodyki obliczania wskaźnika SRI przekracza zakres i objętość niniejszego artykułu. Za interesowanych odsyłamy do raportów z realizacji projektu OTE, zwłaszcza [10] oraz [5], jako źródła.

**Przykłady wyników ewaluacji SRI**

Dalej prezentujemy przykładowe wyniki ewaluacji wskaźnika SRI dwóch budynków, które m.in. zostały ocenione w ramach formalnego udziału Polski w europejskiej fazie testów metodyki ewaluacji SRI [8]. Są to wydruki raportów ewaluacji budynków z arkusza kalkulacyjnego SRI\_calculation-sheet\_v4.5 w polskiej wersji językowej, przygotowanej w trakcie realizacji projektu OTE.

Raport składa się z dwóch części: informacji o budynku oraz prezentacji wyników audytu. W pierwszej części znajdują się podstawowe informacje o obiekcie, a zwłaszcza domenach technicznych, audytorze oraz wybranych parametrach audytu, takich jak przeznaczenie obiektu, przedział lat budowy oraz powierzchnia użytkowa. Przykładową część informacyjną raportu dla budynku 1. przedstawiono w tab. 5. Budynek 2. różni się od pierwszego występowaniem w nim domeny Elektryczność, dlatego nie zamieszczono dla niego odpowiedniej tabeli informacyjnej.

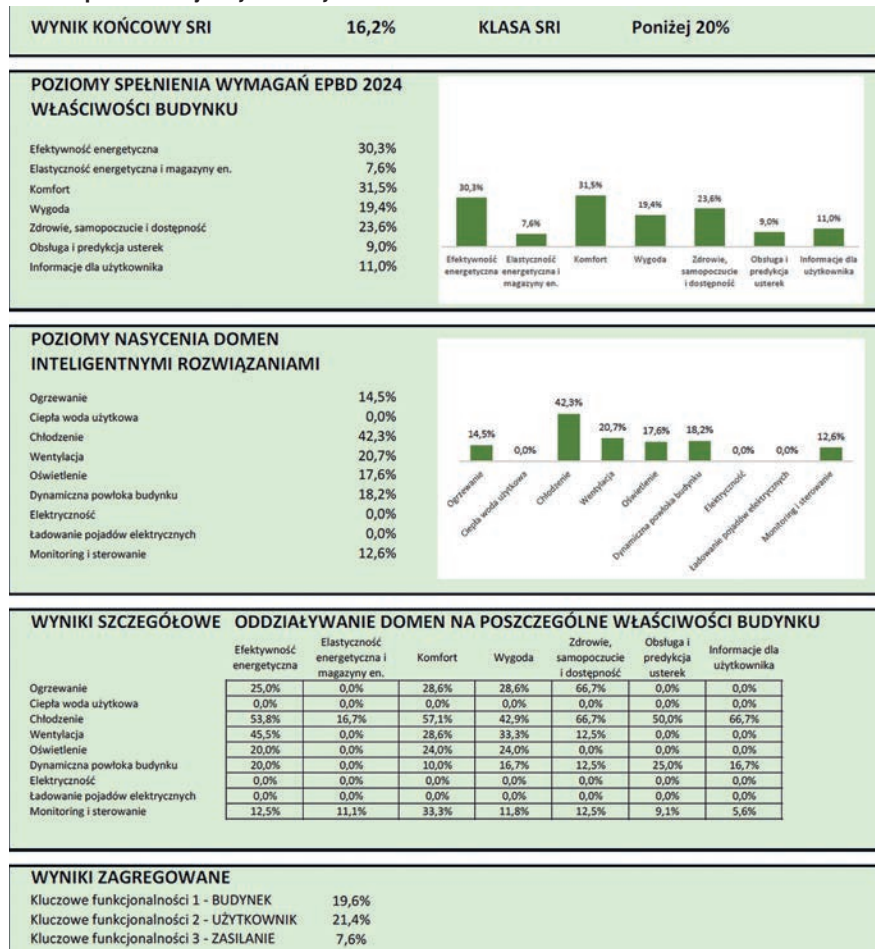
Prezentacje wyników audytów tych budynków zamieszczono w tab. 6 i 7. Raport wyników obejmuje końcową wartość wskaźnika SRI danego budynku oraz jego klasę SRI, a także szczegółową ocenę w postaci graficznej takich parametrów jak:

- poziomy spełniania wymagań EPBD w odniesieniu do właściwości budynków,
- poziomy nasycenia domen inteligentnymi rozwiązaniami,
- oddziaływanie poszczególnych domen na właściwości budynku.

W końcowej części raportu przedstawiono zagregowaną ocenę kluczowych funkcjonalności (według EPBD), takich jak BUDYNEK, UŻYTKOWNIK oraz ZASILANIE.

Wyniki uzyskuje się na podstawie pozyskanych podczas audytu i wprowadzonych do arkusza kalkulacyjnego SRI szczegółowych informacji o występujących w budynku usługach technicznych oraz ich poziomach funkcjonalności. W ramach projektu OTE opracowano

**Tab. 6. Raport z ewaluacji budynku 1. – wyniki**



Tab. 6. wydruk raportu z oprogramowania [9], oprac. autora

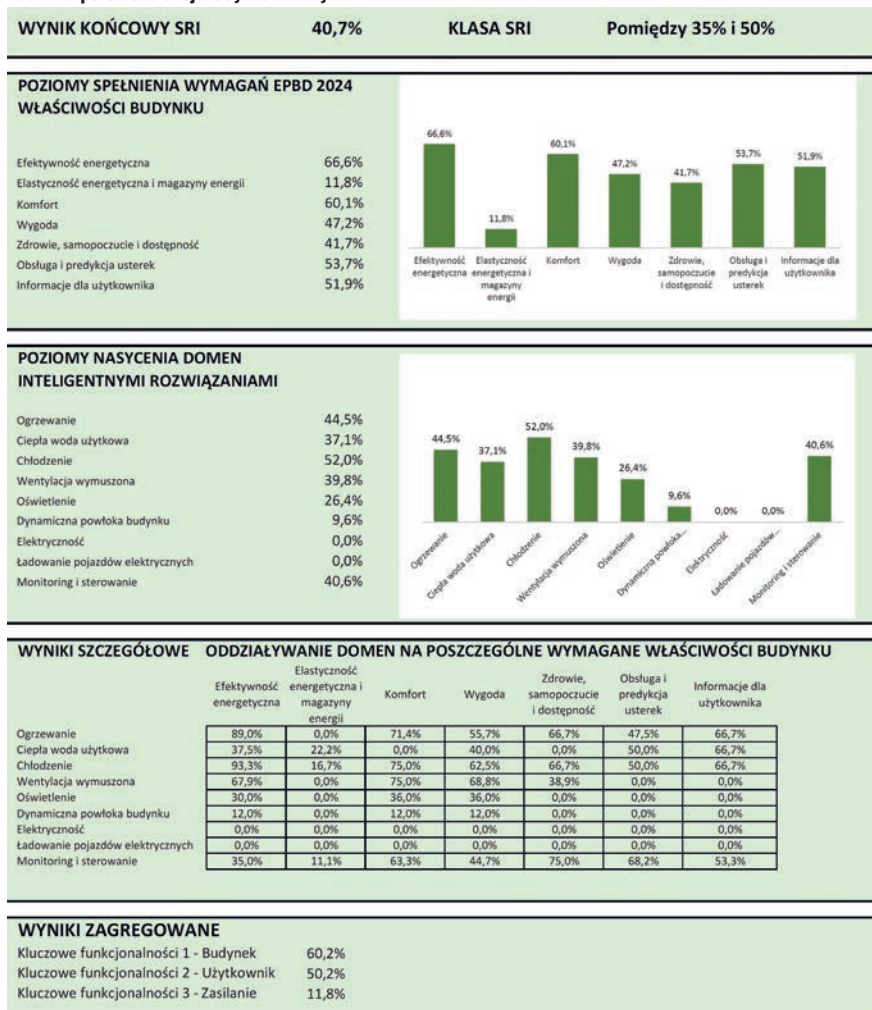
syntetyczną charakterystykę instalacji technicznych budynku w celu klarownego przedstawienia zebranych informacji (tab. 8 i 9). Kolumny charakterystyki reprezentują domeny techniczne, a komórki tych kolumn – usługi techniczne poszczególnych domen. Kolor komórki reprezentuje poziom funkcjonalności danej usługi technicznej lub jej brak. Porównanie syntetycznych charakterystyk instalacji technicznych budynków (niezależnie od czytelności opisów komórek charakterystyki) pozwala ocenić jakościowo poziom spełniania przez budynek wymagań dyrektywy EPBD (tab. 8 i 9).

Na podstawie szczegółowej analizy wyników ewaluacji SRI można wskazać potencjalne kierunki modernizacji instalacji technicznych. Celem takich działań jest poprawa stopnia spełniania przez budynek wymagań dyrektywy EPBD.

**WNIOSKI**

Wstępna analiza wyników testów metody SRI w Unii Europejskiej (na podstawie ewaluacji ponad 600 budynków) potwierdza, że metodyka spełnia swoje podstawowe zadanie – różnicuje ocenę obiektów w zależności od stopnia

**Tab. 7. Raport z ewaluacji budynku 2. – wyniki**



**Tab. 8. Syntetyczna charakterystyka instalacji technicznych budynku 1.**

Budynek przykładowy 1 – SRI 16,2%								
Ogrzewanie	CWU	Chłodzenie	Wentylacja	Oświetlenie	DPB	Elektryczność	Ładow. EV	BMS
Lokalne sterowanie emisją ciepła w pomieszczeniach	Ładowanie zasob. Grzałki elektrycz.	Lokalne sterow. emisją chłodu w pomieszczeniach	Lokalne sterowanie przepływem powietrza w pom.	Sterowanie załącz/wyłącz od zajętości	Oslony słoneczne	Lokalne wytwarzanie energii elektrycz.	Pojemność - ile stacji ładowania	Zarządzanie czasem pracy HVAC
Emisja ciepła przez TABS	Ładowanie zasobników wodą grzewczą	Emisja chłodu przez TABS	Sterowanie przepł. pow. na poziomie centrali	Jw. + sterowanie poziomem natężenia osw.	Otwieranie/zamykanie okien	Lokalne magazynowanie energii elektrycz.	Bilansowanie ładowania z siecią zasilającą	Wykrywanie usterek i diagnostyka
Lokalne sterowanie temperaturą medium grzewczego	Ładowanie zasobników: kolektory słoneczne, inne	Lokalne sterow. temp. medium	Zapobieganie przegrzewowi przy odzysku ciepła		Informacje dla użytkownika	Optymalizacja autokonsumpcji własnej en. elektr.	Informacje dla użytkownika	Lokalne sterowanie emisją energii zależne od zajętości
Sterowanie pompami dystrybuc. medium grzewczego	Sekwencjonow. źródeł ciepła	Sterow. pompami dystrybucyjnymi wody lodowej	Ster. temperaturą nawiewu na poziomie centrali			Zintegrowane instalacje CHP		Raportowanie wydajności TBS i zużycia energii
Magazyn TES energii cieplnej wody grzewczej	Informacje dla użytkownika	Blokada równoz. grzania i chłodz. w pomieszczeniu	Chłodzenie bierne (Free cooling)			Zastosowanie Demand-Side Management		Integracja z inteligentnymi sieciami zasilającymi
Sterowanie źródłem ciepła (bez pomp ciepła)		Magazyn wody lodowej	Informacje dla użytkownika			Raportowanie dot. lokalnych mag. ener. elektr.		Raportowanie efektywności działania DSM
Sterowanie pompami ciepła		Sterowanie źródłami chłodu				Raportowanie zużycia en. elektr.		Możliwość wyłączenia działania DSM
Sekwencjonowanie źródeł ciepła		Sekwencjonow. źródeł chłodu						Platforma informat. do TBM
Informacje dla użytkownika		Informacje dla użytkownika						
Elastyczność i współdziałanie z el. siecią zasilającą		Elastyczność i współdziałanie z el. siecią zasil.						

Poziom funkcjonalności usługi	Brak domeny	Brak usługi	0	1	2	3	4
-------------------------------	-------------	-------------	---	---	---	---	---

Tab. 7. wydruk raportu z oprogramowania [9], oprac. autora; tab. 8. oprac. autora

**Tab. 9. Syntetyczna charakterystyka instalacji technicznych budynku 2.**

Budynek przykładowy 2 - SRI 40,7%								
Ogrzewanie	CWU	Chłodzenie	Wentylacja	Oświetlenie	DPB	Elektryczność	Ładow. EV	BMS
Lokalne sterowanie emisją ciepła w pomieszczeniach	Ładowanie zasob. Grzałki elektrycz. Pompy ciepła	Lokalne sterow. emisją chłodu w pomieszczeniach	Lokalne sterowanie przepływem powietrza w pom.	Sterowanie załącz/wyłącz od zajętości	Osłony słoneczne	Lokalne wytwarzanie energii elektrycz.	Pojemność - ile stacji ładowania	Zarządzanie czasem pracy HVAC
Emisja ciepła przez TABS	Ładowanie zasobników wodą grzewczą	Emisja chłodu przez TABS	Sterowanie przepł. pow. na poziomie centrali	Iw. + sterowanie poziomem natężenia ośw.	Otwieranie/zamykanie okien	Lokalne magazynowanie energii elektrycz.	Bilansowanie ładowania z siecią zasilającą	Wykrywanie usterek i diagnostyka
Lokalne sterowanie temperaturą medium grzewczego	Ładowanie zasobników: kolektory słoneczne, inne	Lokalne sterow. temp. medium	Zapobieganie przegrzewowi przy odzysku ciepła		Informacje dla użytkownika	Optymalizacja autokonsypcji własnej en. elektr.	Informacje dla użytkownika	Lokalne sterowanie emisją energii zależne od zajętości
Sterowanie pompami dystrybuc. medium grzewczego	Sekwencjonow. źródeł ciepła	Sterow. pompami dystrybucyjnymi wody lodowej	Ster. temperaturą nawiewu na poziomie centrali			Zintegrowane instalacje CHP		Raportowanie wydajności TBS i zużycia energii
Magazyn TES energii ciepłej wody grzewczej	Informacje dla użytkownika	Blokada równoc. grzania i chłodz. w pomieszczeniu	Chłodzenie bierne (Free cooling)			Zastosowanie Demand-Side Management		Integracja z inteligentnymi sieciami zasilającymi
Sterowanie źródłem ciepła (bez pomp ciepła)		Magazyn wody lodowej	Informacje dla użytkownika			Raportowanie dot. lokalnych mag. ener. elektr.		Raportowanie efektywności działania DSM
Sterowanie pompami ciepła		Sterowanie źródłami chłodu				Raportowanie zużycia en. elektr.		Możliwość wyłączenia działania DSM
Sekwencjonowanie źródeł ciepła		Sekwencjonow. źródeł chłodu						Platforma informat. do TBM
Informacje dla użytkownika		Informacje dla użytkownika						
Elastyczność i współdziałanie z el. siecią zasilającą		Elastyczność i współdziałanie z el. siecią zasil.						



nasylenia instalacjami technicznymi z rozwiązaniami inteligentnymi. Wynik ewaluacji wskazuje także możliwe kierunki modernizacji, prowadzące do lepszego dostosowania budynku do wymagań EPBD.

Jednocześnie faza testowa ujawniła potrzebę weryfikacji listy usług technicznych oraz klasyfikacji poziomów ich funkcjonalności we współczesnych budynkach. W metodyce zaproponowanej w raporcie [5] zastosowano klasyfikację z normy EN 15232 z 2017 r., dotyczącej wpływu automatyki i sterowania na efektywność energetyczną budynków. Postęp w dziedzinie automatyki i instalacji wymaga rozszerzenia metodyki ewaluacji SRI o nowe, niewystępujące w normie rozwiązania.

*Praca została wykonana w ramach projektu pt. Obserwatorium Transformacji Energetycznej jako instrument wspierania społeczno-gospodarczego rozwoju Polski (OTE), współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG. ■*

**Literatura**

[1] Kwasnowski P., „SRI – inteligentne budynki w świetle dyrektywy EPBD:2018 – cz. I” w *Inżynier Budownictwa*, nr 3, 2024, s. 56–62.

[2] Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [dostęp 1.07.2025], <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX%3A32002L0091>.

[3] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Tekst mający znaczenie dla EOG) [dostęp 1.07.2025], <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32024L1275>.

[4] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Tekst mający znaczenie dla EOG) [dostęp 1.07.2025], <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:32018L0844>.

[5] Verbeke S. i in., „Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings: final report”, 2020 [dostęp 1.07.2025], European Commission, Directorate-General for Energy, Publications Office: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/41100>.

[6] Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2020/2155 z dnia 14 października 2020 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE poprzez ustanowienie opcjonalnego wspólnego systemu Unii Europejskiej w zakresie oceny gotowości budynków do obsługi inteligentnych sieci (Tekst mający znaczenie dla EOG) [dostęp 1.07.2025], <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:32020R2155>.

[7] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2020/2156 z dnia 14 października 2020 r. określające warunki techniczne skutecznego wdrożenia opcjonalnego wspólnego systemu Unii Europejskiej w zakresie oceny gotowości budynków do obsługi inteligentnych sieci (Tekst mający znaczenie dla EOG) [dostęp 1.07.2025], <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:32020R2156>.

[8] „Poland”, SRI in EU countries” [dostęp 1.07.2025], European Commission an official website of European Union: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/sri-eu-countries\\_en#poland](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/sri-eu-countries_en#poland).

[9] SRI\_calculation-sheet\_v4.5 – testowy arkusz kalkulacyjny do oceny wartości wskaźnika SRI, 2023.

[10] Kwasnowski P., „Metodyka ewaluacji wskaźnika gotowości budynków do inteligencji (SRI)” w *Energetyka Rozproszona*, nr 12, 2024 [dostęp 1.07.2025], AGH University of Krakow Journals: <https://doi.org/10.7494/er.2024.12.7>, <https://journals.agh.edu.pl/er/article/view/7264/3179>.

[11] Kwasnowski P., „Część 1 – Czym jest wskaźnik gotowości budynków do inteligencji (SRI) i dlaczego znalazł się w kolejnych edycjach EPBD?”, 2025 [dostęp 1.07.2025], [https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/event\\_activity\\_presentations/Cz%C4%99C%5%9B%C4%87\\_1\\_SRI\\_w\\_EPBD\\_OTE5\\_KTE8\\_85vEOZz.pdf](https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/event_activity_presentations/Cz%C4%99C%5%9B%C4%87_1_SRI_w_EPBD_OTE5_KTE8_85vEOZz.pdf).

[12] PN-EN ISO 52120-1:2022 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Wkład automatyki, sterowania i technicznego zarządzania budynkami.

# Kalendarium

**14.11.2025**  
opublikowano

Obwieszczenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 października 2025 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie lotniczych urządzeń naziemnych i powierzchni ograniczających zabudowę (Dz.U. z 2025 r. poz. 1555).

Obwieszczenie zawiera jednolity tekst Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 26 listopada 2020 r. w sprawie lotniczych urządzeń naziemnych i powierzchni ograniczających zabudowę (Dz.U. z 2020 r., poz. 2161).

**2.12.2025**  
opublikowano

Ustawa z dnia 9 października 2025 r. o zmianie ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2025 r. poz. 1673).

W Ustawie z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 1292 ze zm.) wprowadzono następujące zmiany:

- Uproszczenie procedury wycinki zieleni (drzew i krzewów) z terenów wpisanych do rejestru zabytków (parków, ogrodów lub innych form zaprojektowanej zieleni): zamiast dwóch odrębnych decyzji (jednej z Ustawy z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami i drugiej z Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 1478 ze zm.), wojewódzki konserwator zabytków wyda jedną decyzję, obejmującą wszystkie podstawy prawne.
- Instytucja „milczącego załatwienia sprawy”, czyli tryb milczącej zgody w odniesieniu do niektórych czynności przy zabytkach rejestrowych. Jeśli wojewódzki konserwator zabytków nie zajmie stanowiska w ciągu 60 dni od doręczenia zgłoszenia, uznaje się, że zgoda została udzielona. Konserwator może też z urzędu wydać zaświadczenie o braku sprzeciwu przed upływem tego terminu, co pozwala na natychmiastowe rozpoczęcie prac. Taki tryb ma zastosowanie m.in. do: prowadzenia robót budowlanych w otoczeniu zabytku, zmiany przeznaczenia lub sposobu korzystania z zabytku, montażu na zabytku urządzeń technicznych, tablic reklamowych oraz napisów, trwałego przeniesienia zabytku ruchomego (z naruszeniem tradycyjnego wystroju wnętrza), a także innych działań mogących wpłynąć na wygląd lub substancję zabytku (z wyłączeniem wycinki zieleni na terenach niebędących parkami lub ogrodami).
- Nowelizacja obejmuje również Ustawę z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (t.j. Dz.U. z 2025 r. poz. 418 ze zm.), dostosowując przepisy do instytucji milczącej zgody przy zabytkach. Ustawa wejdzie w życie 3 czerwca 2026 r.

**3.12.2025**  
opublikowano

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 listopada 2025 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o umowie koncesji na roboty budowlane lub usługi (Dz.U. z 2025 r. poz. 1688).

Obwieszczenie zawiera jednolity tekst Ustawy z dnia 21 października 2016 r. o umowie koncesji na roboty budowlane lub usługi (Dz.U. z 2016 r. poz. 1920).

**9.12.2025**  
wesła w życie

Ustawa z dnia 5 listopada 2025 r. o zmianie ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2025 r. poz. 1668).



Do najważniejszych zmian w Ustawie z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 1130 ze zm.) należą:

- Bezterminowo przedłużono ważność decyzji o warunkach zabudowy (decyzji WZ), jeżeli postępowanie w sprawie ich wydania wszczęto przed 16 października 2025 r.
- Do dnia 31 grudnia 2026 r. wstrzymano bieg ustawowych terminów na wydanie decyzji WZ oraz decyzji o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego (decyzji ULICP).
- Do końca 2026 r. zawieszono kary za nieterminowe wydanie wymienionych decyzji.
- Zmodyfikowano sposób obliczania powierzchni zabudowy – z powierzchni rzutu poziomego budynku wyłączono części zagłębione poniżej poziomu terenu.
- Gminy uzyskały możliwość obniżania wskaźników powierzchni biologicznie czynnej w planach miejscowych i decyzjach ULICP. Dotyczy to sytuacji szczególnych, m.in.: obszarów zabudowy śródmiejskiej, terenów komunikacyjnych i małych działek infrastrukturalnych, terenów z zabytkami oraz przypadków, gdy istniejący budynek zajmuje całą działkę.
- Usprawniono procedurę sporządzania planów ogólnych – na etapie projektu wymagane jest jedynie opiniowanie (zrezygnowano z uzgodnień). Wprowadzono też dopuszczalność stwierdzenia nieważności planu ogólnego jedynie w części.



## XXVII Gala Budownictwa

Kolejna edycja Gali Budownictwa, jednego z najważniejszych wydarzeń branży budowlanej w regionie i kraju, odbyła się 29 listopada 2025 r. w Filharmonii Śląskiej w Katowicach.

**W** ydarzenie stanowi coroczne podsumowanie działalności sektora budowlanego, jest okazją do integracji środowiska, podziękowania za pracę i zaangażowanie oraz wyróżnienia zasłużonych i wyróżniających się inżynierów, samorządowców oraz przedsiębiorstw związanych z budownictwem.

Organizatorami gali są Śląska Izba Budownictwa oraz Śląska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa. Odbyła się ona pod patronatem Wojewody Śląskiego, Marszałka Województwa Śląskiego, Prezydenta Miasta Katowice, Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa oraz Forum Budownictwa Śląskiego, a wzięli w niej udział posłowie i senatorowie RP, władze wojewódzkie, przedstawiciele samorządów terytorialnych

miast i powiatów regionu śląskiego oraz kraju, a także członkowie obu izb.

Podczas gali wręczono odznaczenia państwowe, wojewódzkie i branżowe, a także prestiżowe nagrody laureatom konkursów „Śląskie budowanie” i „Inżynier roku”. Śląską Wielką Nagrodę Budownictwa otrzymali: Katowickie Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o., konsorcjum: Mostostal Zabrze Gliwickie Przedsiębiorstwo Budownictwa Przemysłowego S.A. i Przedsiębiorstwo Maximus ZBH Muc Sp.K. w Siemianowicach Śląskich, Przedsiębiorstwo Budowlane AN-BUD Sp. z o.o. w Będzinie, Zakład Remontowo-Budowlany „PLAST-BUD” Mariusz Dawidowski w Gliwicach, Spółdzielnia Mieszkaniowa przy Politechnice Śląskiej

w Gliwicach, Spółdzielnia Mieszkaniowa „Górnik” w Jaworznie oraz Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Piekarach Śląskich Sp. z o.o.

Tytułem „Autorytet – Budownictwa i Gospodarki Śląskiej” uhonorowani zostali: Jarosław Zięba, zastępca prezydenta Miasta Gliwice, Ewa Pokorska-Ozóg, miejski konserwator zabytków w Gliwicach, Agnieszka Kozięło-Poklewska, wiceprezes zarządu Katowickie TBS Sp. z o.o., Tomasz Golis, prezes zarządu Śląskiej Izby Pracodawców, Krystyna Szeja, prezes zarządu Baks Sp. z o.o., Elżbieta Bryła-Kluczny, skarbnik PIIB, przewodnicząca Okręgowej Komisji Rewizyjnej Śląskiej OIIB, oraz Grzegorz Bojanowski, członek Rady Śląskiej OIIB. Tytuł „Przyjaciel Śląskiego Budownictwa” otrzymał Tomasz Szczerba, burmistrz Miasta Wojkowice.

Wśród laureatów znalazł się również Mariusz Dobrzeński, prezes Krajowej Rady Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, którego wyróżniono podczas gali tytułem honorowym „Osobowość Budownictwa Śląskiego” – wyjątkowo dla laureata spoza Śląska.

Galę zwieńczył koncert muzyki filmowej w wykonaniu Śląskiej Orkiestry Kameralnej Filharmonii Śląskiej, której towarzyszył zespół Dombrova Piano Duo.

Organizatorzy serdecznie dziękują za obecność wszystkim gościom i zapraszają do udziału w Gali Budownictwa w 2026 r. ■





## Mercedes-Benz Auto Forum

Salon Mercedes-Benz Auto Forum Wawer powstał latem 2024 roku. To miejsce, w którym luksus i nowoczesność łączą się z komfortem zakupów, oferując klientom pełną gamę modeli Mercedes-Benz oraz kompleksowe usługi serwisowe.

Zapraszamy do skorzystania z wyjątkowej oferty rabatowej, którą przygotowaliśmy dla członków Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa. Szczegóły tej oferty można uzyskać u Karola Krasuskiego, doradcy handlowego Mercedes-Benz Auto Forum (dane kontaktowe dostępne poniżej).



Zapraszamy do salonu:  
**Warszawa**  
Wał Miedzeszyński 225

**Karol Krasuski**

Doradca Handlowy Mercedes-Benz Auto Forum



+48 570 605 904



karol.krasuski@af2.mercedes-benz.pl

[af2.mercedes-benz.pl](https://af2.mercedes-benz.pl)



Odpowiada **adv. Marek Chudzicki**

Kancelaria Prawa Budowlanego  
Adwokat Marek Chudzicki



Odpowiada **adv. Grzegorz Gajda**

Kancelaria Prawa Budowlanego  
Adwokat Marek Chudzicki

## W jakim terminie przedawnia się roszczenie o zapłatę wynagrodzenia za roboty budowlane?

*W listopadzie 2023 r. moja firma zakończyła roboty budowlane przy inwestycji komercyjnej. Inwestor podpisał protokół odbioru, ale mimo wielokrotnych wezwań nie otrzymaliśmy dotąd zapłaty. Czy mogę jeszcze dochodzić należności? W jakim terminie takie roszczenie się przedawnia?*

**T**ak, dochodzenie należności od inwestora jest jeszcze możliwe. Roszczenie o zapłatę wynagrodzenia, które wynika z umowy o roboty budowlane, przedawnia się z upływem 3 lat od daty powstania wymagalności roszczenia. Taki termin obowiązuje wtedy, gdy jest ono związane z prowadzeniem działalności gospodarczej, a właśnie z taką sytuacją mamy tu do czynienia. W pozostałych przypadkach, czyli gdy roszczenie nie wiąże się z działalnością gospodarczą, stosuje się dłuższy, 6-letni termin przedawnienia. Co istotne, koniec terminu przedawnienia przypada na ostatni dzień roku kalendarzowego. Kiedy zaś roszczenie staje się wymagalne? Jeśli zgodnie z zawartą przez Państwa umową o roboty budowlane zapłata była uzależniona od dokonania ich odbioru, to roszczenie staje się wymagalne po ich odbiorze, czyli z chwilą podpisania przez inwestora protokołu odbioru.

Niestety, w praktyce ustalenie terminu wymagalności roszczenia o zapłatę wynagrodzenia może stwarzać problemy. Umowy o roboty budowlane są bowiem często w tym zakresie nadmiernie zawiłe. Profesjonalni inwestorzy uzależniają np. zapłatę części wynagrodzenia wykonawcy od spełnienia przezeń wielu warunków (często są one z założenia błędnie sformułowane,

a nawet niezgodne z obowiązującym prawem). Jako przykład można wskazać uzależnienie zapłaty wynagrodzenia od:

- podpisania bezusterkowego odbioru,
- upływu całości albo części okresu rękojmi,
- usunięcia wszystkich usterek,
- złożenia przez wykonawcę wniosku o zapłatę,
- upływu dodatkowego terminu liczonego od dnia złożenia wniosku o zapłatę.

Dlatego konieczne jest przeanalizowanie zawartej przez Państwa firmę umowy i ustalenie momentu wymagalności roszczenia.

I jeszcze jedno: przedawnienie nie oznacza, że wierzytelność znika. Oznacza, że po upływie terminu przedawnienia inwestor będzie mógł skutecznie uchylić się od zapłaty, podnosząc zarzut przedawnienia. Nie warto więc zwlekać z podjęciem kroków prawnych, zwłaszcza jeśli minęły już 2 lata od zakończenia robót budowlanych.

### Podstawa prawna

Art. 118, 120 i 647 Ustawy z dnia 23 kwietnia 1964 r. - Kodeks cywilny (t.j. Dz.U. z 2025 r. poz. 1071).

## Błędy w projekcie budowlanym – jakie roszczenia przysługują zamawiającemu?

*Prowadzę firmę, która buduje obiekty komercyjne. Podczas realizowania inwestycji okazało się, że projekt budowlany zawiera błędy – niektóre przyjęte rozwiązania są ze sobą sprzeczne. Projektant twierdzi, że to drobne nieścisłości. Jakie roszczenia mi przysługują jako zamawiającemu?*

**P**rzede wszystkim może Pan domagać się usunięcia błędów w projekcie. Projektant ma obowiązek poprawić go w rozsądnym terminie i bez zbędnych niedogodności dla zamawiającego. Jeśli tego nie zrobi, może Pan wówczas

albo żądać odpowiedniego obniżenia ceny za usługę albo odstąpić od umowy (przy czym ten drugi wariant jest możliwy wyłącznie wtedy, gdy wada projektu jest istotna). Jeżeli skorzysta Pan z któregoś z tych uprawnień, to w ramach przepisów o rękojmi

będzie Pan uprawniony także do dochodzenia od projektanta naprawienia szkody poniesionej w związku z tym, że zawarł Pan z nim umowę. Będzie Pan mógł to zrobić nawet wówczas, jeśli szkoda była następstwem okoliczności, za które projektant nie ponosi odpowiedzialności. Jednakże naprawienie szkody w tym przypadku nastąpi tylko w granicach tzw. ujemnego interesu umowy, a więc poniesionych przez Pana jako zamawiającego strat związanych z czynnością zawarcia umowy o wykonanie projektu budowlanego (np. kosztów odebrania projektu albo zawarcia umowy, gdy miała ona formę aktu notarialnego). W takiej sytuacji nie musi Pan udowadniać winy projektanta. Wystarczy, że poniósł Pan szkodę jako zamawiający.

Może Pan również dochodzić od projektanta naprawienia pełnej szkody w oparciu o przepisy art. 471 i następane kodeksu cywilnego. Ustanawiają one odpowiedzialność kontraktową za niewykonanie lub nienależyte wykonanie zobowiązania. Jako przykłady takiej daleko idącej szkody można wskazać:

- uszczerbek w majątku spowodowany choćby zleceniem projektu zamiennego lub poniesieniem kosztu wykonania robót poprawkowych,
- zakup dodatkowych materiałów,
- utracone korzyści powstałe np. z uwagi na nieoddanie projektowanego obiektu w najem w założonym terminie.

Dochodzenie przed sądem odszkodowania na podstawie wskazanych przepisów wymaga jednak wykazania, że:

- po stronie inwestora powstała szkoda (o konkretnej wysokości) w postaci uszczerbku majątkowego;
- istnieje związek przyczynowy między niewykonaniem lub nienależytym wykonaniem zobowiązania przez projektanta a poniesioną szkodą;
- szkoda jest spowodowana niewykonaniem lub nienależycie wykonanym zobowiązaniem przez projektanta – a więc powstała z przyczyn, za które ponosi on odpowiedzialność.

Co istotne – przy odpowiedzialności kontraktowej przyjęcie odpowiedzialności projektanta nie jest uzależnione od udowodnienia przez inwestora winy projektanta. Nie musi Pan zatem wykazywać przed sądem, że niewykonanie lub nienależyte wykonanie zobowiązania jest następstwem okoliczności, za które projektant ponosi odpowiedzialność. Istnieje bowiem tutaj domniemanie, że niewykonanie lub nienależyte wykonanie zobowiązania nastąpiło z winy kontrahenta, a więc wskutek okoliczności, za które ponosi on – czyli w tym przypadku projektant – odpowiedzialność.

#### Podstawa prawna

Art. 471, 560, 561, 638 Ustawy z dnia 23 kwietnia 1964 r. – Kodeks cywilny (t.j. Dz.U. z 2025 r. poz. 1071).

## Jednostronny odbiór robót budowlanych – czy i kiedy jest dopuszczalny?

*Wykonaliśmy roboty budowlane zgodnie z umową, ale inwestor od paru tygodni unika odbioru.*

*Nie reaguje na wezwania, a my nie możemy wystawić faktury i rozliczyć inwestycji. Czy w takiej sytuacji możemy dokonać jednostronnego odbioru robót?*

**T**ak, mogą Państwo dokonać jednostronnego odbioru robót budowlanych. Przepisy prawa nie regulują wprost takiego pojęcia. Jednakże praktyka ta jest honorowana w orzecznictwie sądów powszechnych. Jednostronny odbiór robót budowlanych to procedura odbiorowa, z której może skorzystać strona umowy o roboty budowlane, gdy druga strona kontraktu w sposób nieuzasadniony nie dokonuje odbioru (np. nie stawia się na odbiór albo mimo stawienia się nie bierze w nim udziału lub wprost odmawia odbioru). Procedura ta, zwieńczona pisemnym protokołem, potwierdza wykonanie prac i ich jakość, nawet jeśli na protokole nie będzie podpisu drugiej strony.

Dodatkowo proszę pamiętać, że zanim skorzystają Państwo z takiego rozwiązania, należy wyczerpać procedurę standardowego, dwustronnego odbioru robót budowlanych – zgodnie z postanowieniami zawartego kontraktu. Strony umów o roboty budowlane często decydują się na określenie, kto i kogo informuje o ich zakończeniu, w jakiej formie ma nastąpić takie zawiadomienie oraz w jakim terminie dojdzie do odbioru. Jeśli mimo tego kontrahent nie reaguje, mogą Państwo wezwać drugą stronę do dokonania odbioru robót budowlanych w konkretnym terminie z zastrzeżeniem, że w przypadku niewzięcia w nim udziału dokonają Państwo jednostronnego odbioru robót. ■

#### MASZ PYTANIE?

Napisz do nas na: [biuro@inzynierbudownictwa.pl](mailto:biuro@inzynierbudownictwa.pl). Wybrane listy wraz z odpowiedziami prawnika opublikujemy w miesięczniku.

## POLSKIE NORMY Z ZAKRESU BUDOWNICTWA OPUBLIKOWANE W LISTOPADZIE 2025 ROKU

Lp.	Numer referencyjny i tytuł normy	Numer referencyjny normy zastępowanej*	Data publikacji	KT**
1	<b>PN-EN 1993-1-8:2025-11</b> wersja angielska Eurokod 3 – Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 1-8: Węzły	PN-EN 1993-1-8:2006	17.11.2025	128
2	<b>PN-EN 1993-1-3:2025-11</b> wersja angielska Eurokod 3 – Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 1-3: Kształtowniki i blachy profilowane na zimno	PN-EN 1993-1-3:2008	19.11.2025	128
3	<b>PN-EN 17990:2025-11</b> wersja angielska Izolacja cieplna i oszczędność energii w budynkach – Metoda określania trwałości połączeń taśmami klejącymi i masami klejącymi do wykonywania warstw szczelnych w warunkach klimatycznych reprezentatywnych dla środowiska wewnętrznego	-	28.11.2025	179
4	<b>PN-EN 1096-4:2018-10</b> wersja polska Szkło w budownictwie – Szkło powlekane – Część 4: Norma wyrobu	PN-EN 1096-4:2006	14.11.2025	198
5	<b>PN-EN 12758+A1:2023-10</b> wersja polska Szkło w budownictwie – Oszklenie i izolacyjność od dźwięków powietrznych – Opisy wyrobu, określanie właściwości i zasady rozszerzania	PN-EN 12758:2020-01	07.11.2025	198
6	<b>PN-EN ISO 12628:2023-02/A1:2025-11</b> wersja angielska Wyroby do izolacji cieplnej wyposażenia budynków i instalacji przemysłowych – Określanie wymiarów, prostopadłości i liniowości prefabrykowanej izolacji rur	-	19.11.2025	211
7	<b>PN-EN 12310-1:2025-11</b> wersja angielska Elastyczne wyroby wodochronne – Określanie wytrzymałości na rozdzielanie (gwoździem) – Część 1: Wyroby asfaltowe do izolacji wodochronnej dachów	PN-EN 12310-1:2001	28.11.2025	214
8	<b>PN-EN ISO 23387:2025-11</b> wersja angielska Modelowanie informacji o obiekcie budowlanym (BIM) – Szablony danych dla obiektów wykorzystywanych w cyklu życia aktywów	PN-EN ISO 23387:2021-01	17.11.2025	232
9	<b>PN-EN 1991-2:2025-11</b> wersja angielska Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – Część 2: Obciążenia ruchome mostów i innych konstrukcji inżynierskich	PN-EN 1991-2:2007	14.11.2025	251
10	<b>PN-EN ISO 16383-1:2025-11</b> wersja angielska Badania geotechniczne – Laboratoryjne badania skał – Część 1: Określanie wilgotności	-	14.11.2025	254
11	<b>PN-EN 12390-6:2024-04</b> wersja polska Badania betonu – Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badań	PN-EN 12390-6:2011	07.11.2025	274
12	<b>PN-EN 12390-10:2019-02</b> wersja polska Badania betonu – Część 10: Oznaczanie odporności betonu na karbonatyzację w warunkach stężeń ditlenku węgla na poziomie atmosferycznym	-	21.11.2025	274
13	<b>PN-EN 480-1:2024-01</b> wersja polska Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Metody badań – Część 1: Beton wzorcowy i zaprawa wzorcowa do badania	PN-EN 480-1:2014-12	17.11.2025	274
14	<b>PN-EN 934-6:2019-04</b> wersja polska Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Część 6: Pobieranie próbek, ocena i weryfikacja stałości właściwości użytkowych	PN-EN 934-6:2002	07.11.2025	274
15	<b>PN-EN 15091:2024-08/AC:2025-11</b> wersja angielska Armatura sanitarna – Armatura sanitarna otwierana i zamykana elektronicznie	-	07.11.2025	278
16	<b>PN-EN 17692:2025-11</b> wersja angielska Kotły centralnego ogrzewania – Specyfikacja dla pośrednio ogrzewanych niewentylowanych (zamkniętych) ciśnieniowych zbiorników buforowych – Wymagania, badania i znakowanie	-	03.11.2025	316

17	<b>PN-EN 14336:2025-11</b> wersja angielska Instalacje grzewcze w budynkach – Montaż i przekazanie do eksploatacji wodnych systemów grzewczych i chłodzących	PN-EN 14336:2005	28.11.2025	316
18	<b>PN-EN 303-5+A1:2023-05/Ap1:2025-11</b> wersja angielska Kotły grzewcze – Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o nominalnej mocy cieplnej do 500 kW – Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie	–	28.11.2025	316

\* Zastępowanie (wycyfywanie) normy obejmuje wszystkie wersje językowe tej normy oraz wszystkie elementy dodatkowe.

\*\* Numer komitetu technicznego.

**+A1; +A2; +A3** – element numeru normy skonsolidowanej, tzn. normy, w której wszelkie zmiany i poprawki są włączone do treści (informacja o włączonych zmianach znajduje się w przedmowie normy).

**AC** – poprawka europejska do normy.

**Ap** – poprawka krajowa do normy.

UWAGA! Poprawki AC i Ap są dostępne w wyszukiwarce norm na stronie [www.pkn.pl](http://www.pkn.pl) do pobrania.

## Ankieta powszechna

Polski Komitet Normalizacyjny, jako członek europejskich organizacji normalizacyjnych, uczestniczy w procedurze opiniowania projektów Norm Europejskich.

Pełna informacja o ankiecie dostępna jest na: <https://www.pkn.pl/normalizacja/prace-normalizacyjne/ankieta-powszechna>.

Przedstawiony wykaz projektów PN jest oficjalnym ogłoszeniem ich ankiety powszechnej. Ankieta projektu EN jest jednocześnie ankietą projektu przyszłej Polskiej Normy (**prEN = prPN-prEN**). Wykaz jest aktualizowany na bieżąco, dla każdego projektu podano odrębnie termin zgłaszania uwag.

Uwagi do projektów prPN-prEN można zgłaszać bezpośrednio na stronie internetowej, gdzie dostępny jest podgląd projektu, lub przysłać na właściwych formularzach do Sektora Budownictwa i Konstrukcji Budowlanych PKN – [wpsnbd@pkn.pl](mailto:wpsnbd@pkn.pl). Szablony formularzy i instrukcje ich wypełniania znajdują się na stronie internetowej PKN. Projekty PN są dostępne do wglądu w czytelnich Wydziału Sprzedaży PKN (w Warszawie, Łodzi, Katowicach); adresy można znaleźć na stronie internetowej PKN.

**Anna Tańska**  
kierownik sektora

Wydział Prac Normalizacyjnych – Sektor Budownictwa i Konstrukcji Budowlanych

## • Literatura fachowa •



**Fundamenty słupów elektroenergetycznych**  
SŁAWOMIR LABOCHA >>>>> PWN

**FUNDAMENTY SŁUPÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH**

To kompendium wiedzy o projektowaniu fundamentów konstrukcji wsporczych linii elektroenergetycznych, w którym omówiono specyfikę tych konstrukcji oraz zasady ich projektowania i obliczania.

Autor, specjalista w zakresie projektowania, oceny stanu technicznego obiektów budowlanych i konstrukcji wsporczych w energetyce, koncentruje się na geotechnicznych aspektach i szczegółowo omawia wszystkie typy posadowienia oraz specyfikę projektową. W książce przedstawiono liczne przykłady obliczeniowe, krok po kroku, dla fundamentów dzielonych, płytowych, jednolitych oraz na palach. Osobny rozdział

poświęcono wprowadzaniu i zastosowaniu metody elementów skończonych w projektowaniu fundamentów słupów elektroenergetycznych – szeroko stosowanej numerycznej metody rozwiązywania problemów brzegowych, opisujących różnorodne zadania inżynierskie. Jest tu również szczegółowa analiza wymagań normowych, w tym PN-EN 50341-1 i unikalnego polskiego załącznika PN-EN 50341-2-22 (2016), który dopuszcza stosowanie wycofanej normy PN-B-03322 (1980) z uwagi na jej pozytywne wykorzystanie w energetyce.

Książka stanowi niezbędne źródło wiedzy dla inżynierów, projektantów oraz studentów, w szczególności tych zajmujących się posadowieniem konstrukcji wsporczych napowietrznych linii elektroenergetycznych WN i NN.

**Sławomir Labocha,**  
wyd. 1, s. 276,  
oprawa miękka,  
Wydawnictwo Naukowe PWN,  
Warszawa 2025

# Projektowanie elementów z UHPFRC na zginanie i rozciąganie

## Structural design of UHPFRC elements under bending and tension



**dr inż. Bartłomiej Sawicki**

Technische Universität Braunschweig,  
Institute of Structural Design (ITE)  
b.sawicki@tu-braunschweig.de  
ORCID: 0000-0002-5632-3461

### Streszczenie

Ultrawysokowartościowe fibrokompozyty cementowe (UHPFRC), znane też jako betony ultrawysokowartościowe modyfikowane włóknami, łączą wyjątkową wytrzymałość na ściskanie i trwałość z kontrolowanym zachowaniem przy rozciąganiu poprzez umocnienie odkształceniowe. Umożliwia to nową filozofię projektowania konstrukcji, w której zbrojenie rozproszone częściowo zastępuje tradycyjne pręty stalowe. Bezpieczne wykorzystanie tego mechanizmu wymaga zrozumienia mikro- i mezostruktury materiału, aby w skali makro w pełni wykorzystać jego potencjał.

W artykule przedstawiono pokrótce skład materiałowy oraz klasyfikację UHPFRC zgodnie z obowiązującymi w Europie normami. Poruszono zwłaszcza jego zachowanie przy rozciąganiu ze szczególnym uwzględnieniem odpowiedzi materiałowej, a także trwałości. Przede wszystkim jednak opisano logikę projektowania na zginanie belek łączących klasyczne pręty zbrojeniowe z UHPFRC, tzw. zbrojonego UHPFRC,

według normy szwajcarskiej SIA 2052 oraz francuskiego aneksu do Eurokodu 2 NF P18-710. Dokumenty te traktują nieco inaczej kwestię decydującą dla zachowania UHPFRC na rozciąganie, jaką jest rozkład włókien w zależności od grubości elementu. Podchodzą one również w nieco inny sposób do roli projektantów, pozostawiając im odpowiednio więcej (SIA 2052) lub mniej (NF P18-710) swobody w przełożeniu wytycznych normowych na model materiałowy stosowany w projektowaniu elementów.

Najważniejszy wniosek wynikający z artykułu to ten, że skuteczne projektowanie elementów z tego materiału wymaga nie tylko zrozumienia jego zachowania jako kompozytu, lecz także redefinicji formy konstrukcji, w której kompozyt cementowy zbrojony włóknami aktywnie uczestniczy w przenoszeniu sił rozciągających. Wskazano też, że wprowadzenie odpowiednich ram normatywnych oraz kształcenie specjalistów to kluczowe warunki upowszechnienia technologii UHPFRC w Polsce.

**Słowa kluczowe** normy, wymiarowanie, stan graniczny nośności, zachowanie przy rozciąganiu, BUWW

### Abstract

Ultra High Performance Fibre Reinforced Cementitious composites (UHPFRC), also known as fibre-reinforced ultra-high-performance concretes, combine exceptional compressive strength and durability with controlled tensile behaviour governed by strain hardening. This enables a new design philosophy in which distributed fibre reinforcement can partially replace conventional reinforcing bars. However, the safe use of this mechanism requires understanding the material's micro- and mesostructure to fully exploit its potential at the structural scale.

This paper provides a brief overview of the material composition and classification of UHPFRC according to current European standards. Particular attention is given to its tensile behaviour, as well as durability aspects. The core of the paper focuses on the logic behind bending design of reinforced UHPFRC beams as structural elements combining conven-

tional reinforcement with UHPFRC according to the Swiss standard SIA 2052 and the French National Annex NF P18-710 to Eurocode 2. These documents treat the fibre distribution as a function of element thickness somewhat differently, and they also differ in the degree of modelling freedom granted to designers, with SIA 2052 allowing more flexibility and NF P18-710 offering a more prescriptive approach.

The main conclusion is that effective design of UHPFRC structural elements requires not only understanding the composite behaviour of the material but also rethinking structural form so that the fibre-reinforced cementitious matrix actively contributes to carrying tensile forces. The paper also emphasises that the development of an appropriate normative framework and the education of professionals are essential prerequisites for the wider adoption of UHPFRC technology in Poland.

**Keywords** Standards, Structural dimensioning, Ultimate Limit State, Tensile behaviour, UHPC



## WPROWADZENIE

Ultrawysokowartościowe fibrokompozyty cementowe (UHPFRC) to klasa materiałów, w których macierz cementowa o bardzo niskiej porowatości współpracuje z włóknami, zwykle stalowymi. Ponieważ najpopularniejszym materiałem budowlanym bazującym na cemencie jest beton, w piśmiennictwie polskim i międzynarodowym stosuje się często określenia: betony ultrawysokowartościowe (BUWW) [1], betony z proszków reaktywnych (BPC) [2, 3] lub wprost **Ultra High Performance Fibre Reinforced Concrete (UHPFRC)** [4]. Nazewnictwo to nie jest jednak do końca poprawne, ponieważ – zgodnie z definicją normową – beton to materiał, który powstaje ze zmieszania cementu (spoiwa), kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek, dodatków lub włókien. Tymczasem ultrawysokowartościowe fibrokompozyty cementowe zazwyczaj nie zawierają kruszywa grubego, a jedynie piasek o uziarnieniu poniżej 2 mm (o powodach mowa w dalszej części artykułu). Dlatego również w piśmiennictwie polskim używa się zwykle skrótowej nazwy UHPFRC. Można

ją też rozwinąć jako Ultra High Performance Fibre Reinforced Cementitious Composite.

UHPFRC należy do grupy IKF – inżynierskich kompozytów fibrocementowych. Są to materiały, których skład został starannie dobrany pod względem ich oczekiwanej odpowiedzi na obciążenia. W rodzinie IKF rozróżnia się głównie dwa rodzaje materiałów, które skomponowane są tak, aby uzyskać odmienne odpowiedzi pod obciążeniem rozciągającym:

- ECC (Engineered Cementitious Composites), wykazujące stabilne i duże odkształcenia już przy niewielkich naprężeniach, oraz
- UHPFRC, które wykazują umocnienie odkształceniowe, aby uzyskać sztywniejszą odpowiedź konstrukcji (por. rys. 1 i [4]).

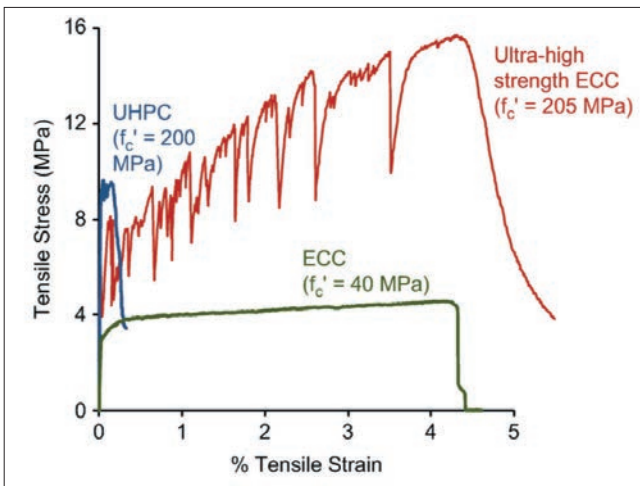
Dzięki zastosowaniu dużej ilości objętościowej włókien ( $V_f > 2,5\text{--}3\%$ , zależnie od źródeł) oraz odpowiednio dobranej receptury macierzy wszystkie IKF wykazują równomiernie rozproszone mikropęknięcia przy rozciąganiu, zapewniając doskonałą szczelność i trwałość. Podczas gdy ECC dobrze sprawdzają się jako materiał niekonstrukcyjny,

np. w strefach przejściowych dylatacji, UHPFRC jest materiałem konstrukcyjnym. I to właśnie na nim skupia się ten artykuł.

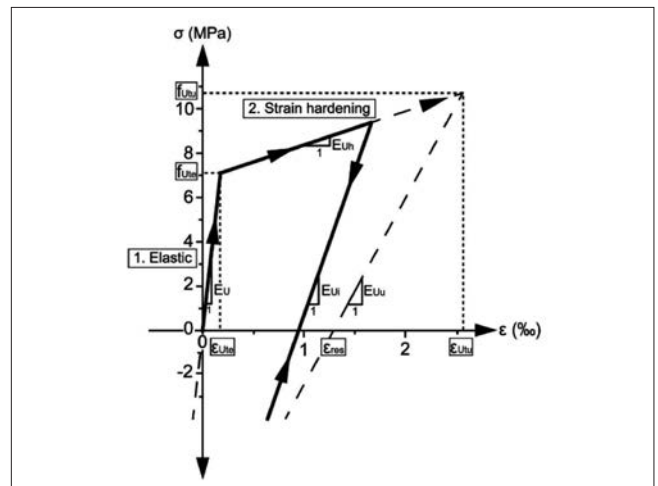
## UHPFRC – CHARAKTERYSTYKA I WŁAŚCIWOŚCI

### Kompozycja materiałowa

UHPFRC składa się z gęsto upakowanej macierzy cementowej, która poza spoiwem zawiera drobne kruszywa ( $< 2\text{ mm}$ ), pył krzemionkowy wypełniający przestrzenie pomiędzy kruszywem drobnym, wodę oraz superplastyfikatory. Ponieważ z powodu niskiej zawartości wody ( $w/c < 0,35$ , często w granicach  $0,2\text{--}0,25$ ) część cementu nie ulega hydratacji, jest ona zastępowana wypełniaczami wapiennymi w celu zmniejszenia kosztów oraz energochłonności [5]. Wtedy bardziej właściwym wyznacznikiem jest stosunek ilości wody do ilości spoiwa ( $w/b$ , water to binder). Stosowanie pyłów oraz wypełniaczy lub nieuwodnionego cementu ma na celu utworzenie jak najbardziej upakowanej i jednorodnej macierzy [6], zapewniającej wysoką wytrzymałość na ściskanie oraz nieprzepuszczalność. Przede wszystkim jednak uzyskuje się dzięki temu doskonałą współpracę



Rys. 1. Porównanie odpowiedzi na rozciąganie UHPFRC, ECC i BUWW [22]



Rys. 2. Podstawowa charakterystyka materiałowa przy rozciąganiu [23]

macierzy i włókien poprzez znakomitą przyczepność.

I to właśnie wysoka zawartość krótkich włókien odróżnia UHPFRC od betonów z proszków reaktywnych (BPR, Reactive Powder Concrete – RPC), chociaż bywa, że nazwy te są używane zamiennie. Zwykle stosuje się krótkie ( $l_f < 15$  mm) i smukłe ( $l_f/d_f \approx 65$ ) proste włókna stalowe w dużej ilości objętościowej ( $V_f > 2,5-3,0\%$ ) [5], ale w opracowaniach naukowych spotyka się również UHPFRC ze specjalnie dobranymi włóknami syntetycznymi o bardzo wysokiej wytrzymałości na rozciąganie [7]. Włókna stalowe ze stali ciągnionej o wytrzymałości z reguły powyżej 2000 MPa pokryte są często mosiądzem, który przy wyciąganiu włókna z macierzy jest rysowany i deformowany przez drobne kruszywa, zwiększając przyczepność mechaniczną poprzez tarcie. Ma to na celu uzyskanie maksymalnej siły przy próbie wyciągania włókien z matrycy, balansującej pomiędzy mechanizmem wyciągnięcia i zerwania włókna [5].

**Właściwości materiałowe**

Mechanizm ten, wraz z ilością oraz orientacją włókien przechodzącą przez daną płaszczyznę, opisuje zachowanie makroskopowe materiału na rozciąganie [8]. Dla materiałów fibrocementowych charakterystyczne są dwie podstawowe odpowiedzi na rozciąganie:

- umacnianie (strain hardening) oraz
- osłabianie (strain softening) przy odkształceniu.

Jeśli liczba włókien w danym przekroju lub ich wytrzymałość na wyciągnięcie lub rozciąganie jest niewystarczająca, w momencie gdy macierz cementowa osiąga swą wytrzymałość na rozciąganie i pęka, włókna nie są w stanie przetrzeć takiej samej siły jak ta przyłożona do przekroju tuż przed pękaniem macierzy. Wtedy występuje osłabianie przy odkształceniu. Objawia się to – przy rozciąganiu osiowym próbki lub elementu – nagłym spadkiem nośności. Jest to stan znany wszystkim projektantom elementów betonowych i powoduje, że nie możemy polegać na odporności betonu na rozciąganie.

W przypadku jednak gdy liczba, orientacja i współpraca włókien z macierzą jest odpowiednia, w momencie mikropęknięcia macierzy w danym przekroju włókna są w stanie przetrzeć siłę lub – w ujęciu materiałowym – naprężenia większe niż sama macierz bez włókien. Wtedy materiał ten jest w stanie umacniania przy odkształceniu. Przy równomiernym rozkładzie włókien w elemencie mikropęknięcia macierzy pojawiają się w wielu przekrojach, powodując pozorną zmianę modułu elastyczności poprzez plastyczne odkształcenie w owych mikropęknięciach [9]. Sprawia to, że

odpowiedź materiału jest stabilna. Natomiast projektant, przy odpowiednich warunkach, może polegać na włóknach jako na zbrojeniu rozproszonym. **Można zatem projektować elementy z UHPFRC nie tylko na ściskanie, lecz także na rozciąganie.** Jest to kluczowa cecha tej klasy materiałów, która niejako wymusza na projektancie zmianę nawyków wyniesionych z tradycyjnych konstrukcji betonowych.

Aby wyznaczyć w sposób uproszczony odpowiedź na rozciąganie, opisuje się poszczególne wartości charakterystyki materiałowej (symbole za normą SIA 2052 [10]/NF-P18-710 [11]):

- $f_{ct,el}/f_{ct,el}$  – limit elastyczności/granica sprężystości, odpowiadająca powstaniem spękań macierzy cementowej;
- $f_{ctf}/f_{ctf}$  – wytrzymałość kompozytu na rozciąganie osiowe;
- $\epsilon_{Utu}/\epsilon_{u,lim}$  – odkształcenie przy  $f_{ctf}/f_{ctf}$ ;
- $E_U/E_{cm}$  – moduł sprężystości, zwykle identyczny przy rozciąganiu i ściskaniu (por. rys. 2).

**Trwałość**

Gęsto upakowana macierz UHPFRC przynosi również inne zalety, głównie związane ze szczelnością i odpornością na działanie środowiska zewnętrznego (np. penetracją wody lub karbonatyzacją), wysoką twardością, udatnością i odpornością na ściskanie, ale też doskonałą przyczepnością

Rys. autora

np. prętów zbrojeniowych albo innych materiałów, takich jak tradycyjny beton. Umożliwia to nowe zastosowania materiału, np. do wzmacniania i zabezpieczania istniejących konstrukcji betonowych bez dodatkowych warstw i środków hydroizolacyjnych.

Jak wykazały badania [12, 13], nawet w stanie mikrospękania, a zatem już po przekroczeniu granicy sprężystości przy rozciąganiu, UHPFRC wykazuje szczelność wodną na poziomie dobrego i niespękanego betonu o średniej wytrzymałości. Natomiast w stanie przed przyłożeniem obciążenia materiał ten jest uznawany za całkowicie nieprzepuszczalny dla wody. Dzięki temu UHPFRC można wykorzystywać także jako warstwę hydroizolacyjną dla elementów żelbetowych [14].

### Zastosowanie w konstrukcjach

Indykatywne wartości, które mogą być stosowane przy projektowaniu, sięgają wytrzymałości na rozciąganie od 7 do nawet 15–18 MPa, zaś na ściskanie od 120 do 200–250 MPa, bez dodatkowych zabiegów pielęgnacyjnych, zależnie od materiału. Jako moduł elastyczności  $E_U$  zaleca się przyjmowanie wartości rzędu 45–50 GPa. Jednak doświadczenia autora artykułu pokazują, że niejednokrotnie może on być niższy i wynosić jedynie 30–35 GPa [10, 15].

Naturalnie ultrawysokowartościowe fibrokompozyty cementowe mogą być stosowane również z tradycyjnym zbrojeniem żebrowanymi prętami stalowymi.

Oba materiały wykazują kompatybilność i synergię pod naprężeniami rozciągającymi [16]. W praktyce bardzo często wykorzystuje się tradycyjne zbrojenie, które współpracuje ze zbrojeniem rozproszonym w głównym kierunku naprężeń, podczas gdy w pozostałych kierunkach polega się jedynie na zbrojeniu rozproszonym – włóknach zawartych w UHPFRC. Często też stosuje się sprężenie, które może osiągać bardzo wysokie wartości za sprawą wysokiej wytrzymałości materiału na ściskanie i znikome pęcznienie dzięki upakowanej mezostrukturze macierzy.

## Konstrukcje z UHPFRC mogą konkurować z betonowymi i stalowymi pod względem finansowym, środowiskowym i architektonicznym.

### UHPFRC W NORMACH

Udane zastosowanie tego materiału wymaga od projektanta wiedzy wkraczającej w obszar materiałoznawstwa oraz świadomości, że **UHPFRC nie jest po prostu bardzo wytrzymałym na ściskanie betonem**. Jak pokazują przykłady zagraniczne, dzięki świadomości projektowej konstrukcje z UHPFRC mogą stanowić rozwiązania konkurencyjne dla betonowych lub stalowych pod względem finansowym, środowiskowym i architektonicznym.

W Polsce materiał ten nie jest powszechnie dostępny. Brakuje też świadomości wśród projektantów. Poza kilkoma wyjątkami (np. w fasadach prefabrykowa-

nych) UHPFRC nie jest u nas wykorzystywany, a już na pewno nie przy okazji konstrukcji. Pod tym względem odbiegamy od niemal wszystkich krajów europejskich a także rozwiniętych. Warto więc zapoznać się z podejściem pionierów konstrukcji UHPFRC: Francji i Szwajcarii.

### Standard szwajcarski SIA 2052

Szwajcarski standard mający status normy krajowej SIA 2052 [10] (Fibrobeton ultrawartościowy – materiały, wymiarowanie i wykonanie) został wprowadzony w 2016 r. Obecnie trwają prace nad wdrożeniem kolejnej edycji dokumentu.

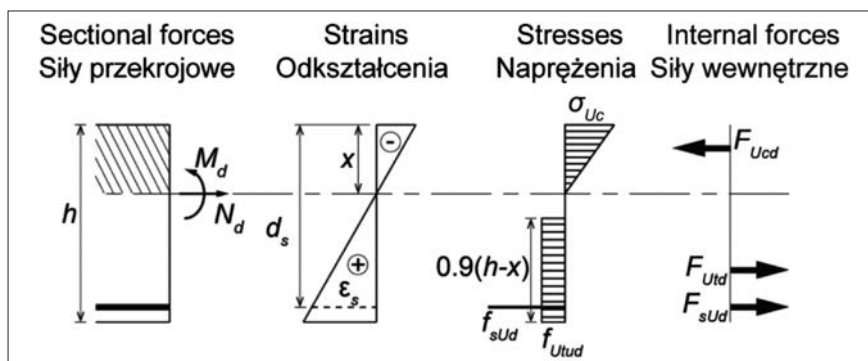
Ma on zawierać np. zaktualizowane zasady projektowania elementów na zmęczenie oraz nową metodę jakościowych i ilościowych badań nieniszczących przy użyciu pola magnetycznego, które zostały opracowane przez autora niniejszej publikacji [15, 17].

Dokument ten wprowadza i definiuje pojęcia znane w środowisku naukowym, lecz niestosowane przez praktyków, np. umacnianie i osłabianie przy odkształceniu, limit elastyczności lub inaczej: granica sprężystości przy rozciąganiu. Wyróżniono też klasy materiału, osobno pod względem wytrzymałości na rozciąganie i ściskanie.

Odpowiedź na rozciąganie klasyfikuje się odpowiednio jako:

- U0 niewykazująca utwardzania przy rozciąganiu ze średnimi wartościami  $f_{Ute} = 7,0$  MPa,  $f_{Utu} = 5,0$  MPa,  $\epsilon_{Utu} = 0,0\%$ ;
- UA wykazująca umiarkowane utwardzanie przy rozciąganiu ze średnimi wartościami  $f_{Ute} = 7,0$  MPa,  $f_{Utu} = 7,7$  MPa,  $\epsilon_{Utu} = 1,5\%$ ;
- UB wykazująca wyraźne utwardzanie przy rozciąganiu ze średnimi wartościami  $f_{Ute} = 10$  MPa,  $f_{Utu} = 12$  MPa,  $\epsilon_{Utu} = 2,0\%$ .

Odpowiedź na ściskanie charakteryzuje się, tak jak dla betonów, poprzez



Rys. 3. Uproszczony model projektowania elementu ze zbrojonego UHPFRC na zginanie wg SIA 2052

Tab. Projektowane właściwości materiałowe UHPFRC na rozciąganie w elemencie zginanym w stanie granicznym nośności, zależnie od klasy elementu i materiału wg NF P18-710

		Klasa elementu	
		cienkościenny	grubościenny
Klasa materiału	T1* i T2*	<p>Diagram showing stress <math>\sigma</math> vs strain <math>\epsilon</math> for a thin UHPFRC element. The curve starts at zero, reaches a yield point at <math>\epsilon_{u,el}</math> with stress <math>f_{ctfk}/(\gamma_{ctf} \cdot K)</math>, and then increases linearly with slope <math>E_{cm}</math> until failure at <math>\epsilon_{u,lim}</math>.</p>	<p>Diagram showing stress <math>\sigma</math> vs strain <math>\epsilon</math> for a thick UHPFRC element. The curve starts at zero, reaches a yield point at <math>\epsilon_{u,el}</math> with stress <math>f_{ctfk,el}/\gamma_{ct}</math>, and then increases linearly with slope <math>E_{cm}</math> until failure at <math>\epsilon_{u,lim}</math>. Other points marked include <math>\epsilon_{u,1\%}</math> and <math>\epsilon_{u,pic}</math>. Additional stress values are <math>f_{ctf,1\%,K}/(\gamma_{ctf} \cdot K)</math>, <math>f_{ctfk}/(\gamma_{ctf} \cdot K)</math>, and <math>f_{ctfk,el}/\gamma_{ct}</math>.</p>
	T3*	<p>Diagram showing stress <math>\sigma</math> vs strain <math>\epsilon</math> for a thin UHPFRC element. The curve starts at zero, reaches a yield point at <math>\epsilon_{u,el}</math> with stress <math>f_{ctfk,el}/\gamma_{ct}</math>, and then increases linearly with slope <math>E_{cm}</math> until failure at <math>\epsilon_{u,lim}</math>. Another stress value is <math>f_{ctfk}/(\gamma_{ctf} \cdot K)</math>.</p>	<p>Diagram showing stress <math>\sigma</math> vs strain <math>\epsilon</math> for a thick UHPFRC element. The curve starts at zero, reaches a yield point at <math>\epsilon_{u,el}</math> with stress <math>f_{ctfk,el}/\gamma_{ct}</math>, and then increases linearly with slope <math>E_{cm}</math> until failure at <math>\epsilon_{u,lim}</math>. Another stress value is <math>f_{ctfk}/(\gamma_{ctf} \cdot K)</math>.</p>

wytrzymałość kostki na ściskanie, wyróżniając klasy C120, C140, C160 i C180. Zaznacza się, że dla dwóch ostatnich klas spodziewana jest konieczność specjalnych warunków dojrzewania poprzez stosowanie gorącej pary (90°C, wilgotność względna >95%) przez 48 godzin.

Standard SIA 2052 ponadto określa podstawowe zasady analizy i wymiarowania konstrukcji. Zaleca np. stosowanie współczynnika  $\eta_{hU}$  uwzględniającego fakt, że w elementach grubszych niż 100 mm część włókien jest ułożona w kierunku normalnym do płaszczyzny elementu, przez co efektywna wytrzymałość na rozciąganie jest zmniejszona. Ponadto podane są podstawowe modele obliczeniowe wytrzymałości elementów na zginanie (omówione w szczegółach w dalszej części artykułu), ścinanie, ściskanie i zmęczenie.

Na szczególną uwagę zasługuje rozdział poświęcony konstrukcjom zespolonym łączącym (zbrojone) UHPFRC

z żelbetem. Wynika to z faktu, że Szwajcaria przoduje w stosowaniu UHPFRC na istniejących obiektach mostowych oraz stropach celem ich wzmocnienia i zabezpieczenia. Metoda ta została opracowana przez prof. Eugena Brühwiler, inicjatora stworzenia standardu SIA 2052 oraz promotora pracy doktorskiej autora niniejszego artykułu [18].

Dokument wyszczególnia także zasady konstruowania i wykonawstwa, z uwzględnieniem pomniejszych zakładow i zakotwień zbrojenia w stosunku do betonu zwykłego, oraz etapowania przylegających połączeń UHPFRC aplikowanych np. na płytach pomostów w celu zapewnienia ich szczelności. Załączniki przedstawiają też metody badań jakościowych i ilościowych, wskazując zwłaszcza badanie odpowiedzi na rozciąganie poprzez rozciąganie osiowe oraz zginanie płytek z analizą odwrotną. Metoda ta, w połączeniu z badaniami nieniszczącymi opartymi na pomiarze prze-

nikalności magnetycznej materiału, pozwala na niezwykle dokładną weryfikację lokalnych koncentracji i orientacji włókien stalowych. Przekłada się to na ogólną nośność elementu [15].

Norma ta pozostawia jednak wiele niedopowiedzeń. Jest to **typowe dla norm szwajcarskich, które stawiają na większą swobodę projektanta i wyznaczają tylko ogólne ramy zastosowań**. Co ważne, w ujęciu projektowo-wdrożeniowym SIA 2052 oraz doświadczenia praktyczne posłużyły za podstawę opracowania wytycznych projektowo-wykonawczych przez Szwajcarski Federalny Urząd Dróg (ASTRA/OFROU) [19], odpowiednik polskiej GDDKiA. Bez wątpienia tego typu dokumenty sprawiają, że wdrażanie nowoczesnych metod i materiałów przebiega szybciej.

**Norma francuska NF P18-710**

Francuska norma, która ma status załącznika krajowego do Eurokodu 2,

NF P18-710 [11] (Projektowanie konstrukcji betonowych: zasady szczegółowe dla UHPFRC) oraz towarzyszące jej normy krajowe NF P18-470 (UHPFRC: wymagania, właściwości, produkcja i zgodność), a także NF P18-451 (Wykonywanie konstrukcji betonowych – zasady szczegółowe dla UHPFRC) zostały wydane w latach 2016–2018. Mogą być szczególnie istotne dla polskich projektantów, ponieważ są spójne ze zharmonizowanym europejskim systemem norm.

Francuzi są pionierami w stosowaniu UHPFRC jako materiału w pełni konstrukcyjnego – zaczęli go używać jeszcze w połowie lat 90. XX w. Pierwszą wersję krajowych zaleceń opracowano w 1997 r., a następnie – już jako międzynarodowy i wyczerpujący dokument – w 2002 r., z aktualizacją w 2013 r. Stanowi on bezpośrednią podstawę dla wspomnianych krajowych norm.

Norma materiałowa NF P18-470 wyróżnia klasyfikacje materiału na podstawie wytrzymałości na ściskanie, analogicznie do Eurokodu 2, w klasach od UHPFRC 130/145 do UHPFRC 250/265, gdzie liczby wyrażają charakterystyczną wytrzymałość na ściskanie odpowiednio dla cylindra i kostki w MPa. Klasy na rozciąganie od T1 do T3 definiowane są wprost poprzez proporcje między średnimi i charakterystycznymi wartościami limitu elastyczności oraz wytrzymałości na rozciąganie. Klasa T1 odpowiada materiałowi wykazującemu osłabienie przy odkształceniu, gdy wytrzymałość na rozciąganie nie jest wyższa niż o 20% od limitu sprężystości ( $f_{ctf}/1,25 < f_{ct,el}$ ) zarówno w ujęciu wartości średniej, jak i charakterystycznej. Klasa T2 wykazuje umiarkowane umacnianie przy odkształceniu. Klasa T3 natomiast – wyraźne umacnianie przy odkształceniu ( $f_{ctf}/1,25 > f_{ct,el}$ ) zarówno w ujęciu wartości średniej, jak i charakterystycznej. Ponadto norma ta klasyfikuje materiał pod wieloma innymi względami, takimi jak przenikanie chlorków, udarność czy ścieralność.

Norma wykonawcza NF P18-451 określa m.in. wymagania jakościowe, tolerancje geometryczne, szczególne za-

sady wykonawstwa czy zalecane badania dla każdej z właściwości jakościowych i ilościowych oraz szczególne zasady postępowania. Zawiera ona wiele odniesień do dobrze znanych nam norm europejskich.

Te dwie normy, wraz z EN 1992, stanowią podstawę normy NF P18-710, która rozszerza zastosowanie Eurokodu. Najważniejszą zaletą tego dokumentu jest jasne przedstawienie, w jaki sposób wyniki badań materiałowych przekładają się na założenia projektowe przy uwzględnieniu wpływu lokalnej orientacji włókien. Pozwala to na relatywnie łatwą implementację parametrów materiałowych UHPFRC przy rozciąganiu w analizach numerycznych i analitycznych. Ponadto NF P18-710 wprost podaje wymagane grubości otulin dla klas ekspozycji oraz metody uwzględniania efektów II rzędu wynikających z cienkościenności powstałych konstrukcji i elementów, co zwykle nie jest konieczne w masywnych konstrukcjach betonowych.

## W Polsce brakuje dziś „kultury UHPFRC”, a materiał ten nie jest powszechnie dostępny ani wykorzystywany w konstrukcjach.

Podstawową zaletą NF P18-710 i powiązanych norm jest ich podobieństwo do istniejących norm europejskich, a także fakt, że prowadzą projektanta za rękę od założeń i wymagań materiałowych do weryfikacji bezpieczeństwa konstrukcji. Z tego powodu **normy francuskie mogą się okazać szczególnie przydatne polskiemu projektantowi.**

### Model Code 2020

Zarówno Model Code 2010, jak i 2020 [20] definiują pojęcia osłabiania i umacniania przy rozciąganiu. Co więcej, pojęcie UHPC (Ultra High Performance Concrete) pojawia się w kontekście materiałów cementowych zbrojonych włóknami przejawiającymi umacnianie przy odkształceniu pod naprężeniami rozciągającymi. W sensie konstytutywnym

MC2020 pozwala zatem na zdefiniowanie odpowiedzi materiałowej UHPFRC, jednak ten materiał jest w nim rozważany jako szczególny przypadek fibrobetonu.

Niestety, w części dotyczącej weryfikacji i wymiarowania konstrukcji pod obciążeniem statycznym znajdziemy jedynie wzmiankę (30.1.6.6.2, MC2020 [20]), że włókna mogą być rozpatrywane jako dodatkowe pole rozciągania przy użyciu metody strut-and-tie, pod warunkiem że może wystąpić zarysowanie rozmyte (smeared cracking), co zapewne ma oznaczać rozproszone mikropęknięcia (distributed microcracks). Jednakże dopuszczalne naprężenia mają pomijać wytrzymałość macierzy, ale maksymalne naprężenia  $f_{t,ud}$  mogą zostać założone przy analizie stanu granicznego nośności. Ten skomplikowany zapis staje się jasny, jeśli spojrzymy na niego z perspektywy klasycznego fibrobetonu, zwłaszcza o stosunkowo długich włóknach zapewniających pewne naprężenia resztkowe po spękaniu i przy

dużych rozwarciach rys. Po prostu tylko te naprężenia resztkowe mogą być wzięte pod uwagę.

Analiza ta pokazuje, że chociaż Model Code 2020 otwiera furtkę dla UHPFRC w ujęciu materiałowym, to nie daje projektantowi solidnych podstaw do tego, by uwzględniać jego wytrzymałość na rozciąganie w analizie konstrukcji i elementu.

### PROJEKTOWANIE NA ZGINANIE BELKI ZE ZBROJONEGO UHPFRC

Aby zaprezentować różnice między normą szwajcarską a francuską, przedstawiono pokrótce procedurę projektowania belki wykonanej z UHPFRC i zbrojonej w głównym kierunku naprężeń prętami stalowymi żebrowanymi, obliczanej na moment zginający w stanie granicznym nośności.



Fot. 1. Przykład asymetrycznego, dwuteowego, prefabrykowanego dźwigara mostowego z UHPFRC zaprojektowanego wg SIA 2052

### Projektowanie na zginanie według SIA 2052

Zakładając klasę materiału UB, trzeba najpierw zamienić charakterystyczne wytrzymałości na projektowane przy użyciu formuły odpowiednio na rozciąganie i ściskanie:

$$f_{Utud} = \frac{\eta_t \cdot \eta_{hU} \cdot \eta_k \cdot f_{Utuk}}{\gamma_U}$$

$$f_{Ucd} = \frac{\eta_t \cdot \eta_1 \cdot f_{Uck}}{\gamma_U}$$

gdzie:

- $f_{Utud}$  i  $f_{Utuk}$  oraz  $f_{Ucd}$  i  $f_{Uck}$  to odpowiednio projektowana i charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie oraz ściskanie;
- $\eta_t$ ,  $\eta_{hU}$ ,  $\eta_1$  to odpowiednio współczynniki wyrażające:
  - czas trwania oddziaływania (zwykle 1, a dla oddziaływania udarowego – 1,15),
  - orientację włókien zależnie od grubości elementu (od 1,0 to 0,8),
  - stosunkowo niską odkształcalność UHPFRC przy ścisaniu (0,85);

- $\gamma_U$  to częściowy współczynnik bezpieczeństwa identyczny przy ścisaniu oraz rozciąganiu i wynoszący 1,3.

Wartości te, wraz z wartościami materiałowymi dla prętów zbrojeniowych stalowych, mogą być zastosowane do uproszczonego modelu przedstawionego na rys. 3. Położenie osi neutralnej jest następnie wyznaczane poprzez balans sił osiowych, a w końcu obliczana jest projektowana nośność elementu na zginanie. Warto zauważyć, że przy odpowiednim doborze materiału zarówno UHPFRC, jak i stal zbrojeniowa pręta ( $f_{sUd}$ ) mogą znajdować się w tym samym czasie w stanie projektowanej wytrzymałości na rozciąganie, zapewniając optymalne wykorzystanie materiału. Ponieważ współczynnik wytrzymałości materiałowej dla UHPFRC również przy ścisaniu wynosi  $\gamma_U = 1,3$ , w praktyce rzadko kiedy wartość projektowanych naprężeń ścisających osiąga wartości graniczne – jest to naturalnie zależne od kształtu przekroju.

### Projektowanie na zginanie według NF P18-710

Norma francuska jest o wiele bardziej wyczulona na wpływ orientacji włókien w elemencie, zależnie od jego grubości. W praktyce pierwszym krokiem musi być wyznaczenie współczynnika orientacji  $K$ . Powinno to być wykonane poprzez metody laboratoryjne, gdzie dla danej geometrii i metody produkcji elementu należy pobrać serię próbek oraz porównać wyniki badania wytrzymałości z próbkami kontrolnymi. Może to sprawić, że materiał wykazujący cechy klasy T3 będzie zakwalifikowany jako materiał T2\*, gdzie \* oznacza de facto projektowaną klasę wbudowanego materiału. Jeżeli współczynnik  $K = 1,25$ , to materiały T1, T2, T3 będą rozważane dalej jako odpowiednio T1\*, T2\*, T3\*.

Następnie projektant musi zdefiniować, czy element jest cienkościenny czy grubościenny, zależnie od spełnienia wyniku nierówności  $e \leq 3 l_f$  gdzie  $e$  oznacza grubość ściany elementu, a  $l_f$  – długość włókien.

Wtedy pozostaje wybrać odpowiedni model właściwości materiałowych, jak pokazano w tab., i zastosować do ogólnego modelu na zginanie znanego z EC2. Istotne jest, że dla cienkościennego elementu i materiału T3\* można zastosować taki sam model jak dla klasy T1\*/T2\*, uzyskując nieco uproszczony blok naprężeń rozciągających.

Co ciekawe, norma ta wyróżnia osobno częściowe współczynniki bezpieczeństwa dla UHPFRC przy rozciąganiu i ściskaniu, odpowiednio  $\gamma_{cf} = 1,3$  i  $\gamma_c = 1,5$ . Jednak kiedy używany jest tzw. premix, czyli gotowa sucha mieszanka, zgodnie z NF P18-470 i specjalną procedurą zachowania jakości, współczynnik  $\gamma_c$  może być obniżony do 1,3, tak jak domyślnie w SIA 2052. Gdy stosowana jest obróbka cieplna (dojrzwianie przy działaniu pary), współczynniki muszą zostać podwyższone.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Celem tego artykułu było uwidocznienie, jak ważne jest przedefiniowanie słownika i warsztatu projektowego, aby w pełni wykorzystać potencjał ultrawysokowartościowych fibrokompozytów cementowych, potocznie zwanych UHPFRC, a zwłaszcza ich wytrzymałość na rozciąganie (patrz fot. 1). Mimo że **to Polak, prof. Janusz Kasperkiewicz jest uznawany za ojca określenia strain-hardening (umacnianie przy odkształceniu) w odniesieniu do fibrokompozytów cementowych** [21], w Polsce brakuje dziś „kultury UHPFRC”.

W artykule skupiono się na znaczeniu mikro- i mezostruktury materiału dla odpowiedzi na rozciąganie przy zginaniu, ponieważ jest to kluczowa różnica między projektowaniem elementów betonowych i UHPFRC. Jednak konkurencyjność konstrukcji wykonanych z tego ostatniego wynika nie z wymiany części prętów zbrojenia na zbrojenie rozproszone, lecz przede wszystkim ze zmniejszenia masy elementu przy zachowaniu nośności w porównaniu z betonem zbrojonym oraz z trwałości przewyższającej trwałość betonu o co najmniej rząd wielkości. Dopiero dokładne i całościowe zrozumienie tych zagadnień wprowadzi UHPFRC, obok stali

i żelbetu, do portfolio projektantów oraz sprawi, że w Polsce powstanie zapotrzebowanie na tego typu projekty.

Aby tak się stało, konieczna jest także ogólnoakceptowalna podbudowa normowa – przy braku zasad ogólnych w Eurokodach i Model Code 2020. Może to być rozwiązane metodą francuską, tj. jako aneks krajowy i normy towarzyszące do EN 1992, lub szwajcarską, gdzie proste zalecenia przekładane są później na bardziej formalny język, tak jak w przypadku SIA 2052 oraz wytycznych zarządcy dróg krajowych oraz autostrad. ■

## Literatura

- [1] Jasiczak J., Wdowska A., Rudnicki T., *Betony ultrawysokowartościowe: właściwości, technologie, zastosowania*. Kraków: Stowarzyszenie Producentów Cementu, 2008.
- [2] Grzeszczyk S., „Betony nowej generacji z proszków reaktywnych” w *Bulletin of the Military University of Technology*, t. 64, nr 3/ 2015, s. 103–111, doi: 10.5604/12345865.1168727.
- [3] Denisiewicz A., „Betony z proszków reaktywnych i ich zastosowanie w konstrukcjach zespolonych” w *Przegląd Budowlany*, t. 85, nr 11/ 2014, s. 18–23.
- [4] Sawicki B., Jaworska B., „O zastosowaniu kompozytów fibrocementowych w budownictwie” w *Inżynieria i Budownictwo*, t. 77, 2021.
- [5] Naaman A.E., *Fiber Reinforced Cement and Concrete Composites*, wyd. I. Sarasota, Florida: Techno Press 3000, 2018.
- [6] Denarié E., Sofia L., Gonon P., „Towards tailored cement-based materials with ground calcium carbonates” w *Proceedings of the International Conference on Cement - Based Materials Tailored for a Sustainable Future*, 6.2021 [dostęp 16.11.2025], <https://infoscience.epfl.ch/handle/20.500.14299/174104>.
- [7] Hajiesmaeli A., Denarié E., „Next Generation UHPFRC for Sustainable Structural Applications” w: SP, t. 326, 8.2018, s. 58.1–58.10.
- [8] Bastien-Masse M., Denarié E., Brühwiler E., „Effect of fiber orientation on the in-plane tensile response of UHPFRC reinforcement layers” w *Cement and Concrete Composites*, t. 67, 3.2016, s. 111–125, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2016.01.001.
- [9] Sawicki B. i in., „Detection and Measurement of Matrix Discontinuities in UHPFRC by Means of Distributed Fiber Optics Sensing” w *Sensors*, t. 20, nr 14/2020, doi: 10.3390/s20143883.
- [10] SIA 2052:2016-03. UHPFRC – Materials, design and construction w: *Technical Leaflet SIA 2052*, Swiss Society of Engineers and Architects, Zurich, 2017.
- [11] NF P 18-710, National addition to Eurocode 2 – design of concrete structures: specific rules for Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete (UHPFRC), NF P 18-170, 2016.
- [12] Charron J.-P., Denarié E., Brühwiler E., „Transport properties of water and glycol in an ultra high performance fiber reinforced concrete (UHPFRC) under high tensile deformation” w *Cement and Concrete Research*, t. 38, nr 5/2008, s. 689–698, doi: 10.1016/j.cemconres.2007.12.006.
- [13] Hajiesmaeli A., Denarié E., „Capillary flow in UHPFRC with synthetic fibers, under high tensile stresses” in *Cement and Concrete Research*, t. 143, 05.2021, s. 106368, doi: 10.1016/j.cemconres.2021.106368.
- [14] Brühwiler E., Structural UHPFRC: „Welcome to the post-concrete era!”, w *International Interactive Symposium on Ultra-High Performance Concrete*, Des Moines, Iowa, USA: Iowa State University Digital Press, 2016. doi: 10.21838/uhpc.2016.key.
- [15] Sawicki B., Brühwiler E., Denarié E., „Inverse Analysis of R-UHPFRC Beams to Determine the Flexural Response under Service Loading and at Ultimate Resistance” w *Journal of Structural Engineering*, t. 148, nr 2/2022, s. 04021260, doi: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0003239.
- [16] Oesterlee C., Brühwiler E., Denarié E., „Structural Behaviour of Composite Elements Combining Reinforced Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete (UHPFRC) and Reinforced Concrete”, presented at the 7th fib PhD Symposium, Stuttgart, Germany, 10/2008.
- [17] Sawicki B., Brühwiler E., „Fatigue resistance of reinforced UHPFRC beams” w *International Journal of Fatigue*, t. 148, 7.2021, s. 106216, doi: 10.1016/j.ijfatigue.2021.106216.
- [18] Sawicki B., „Fatigue of reinforced UHPFRC members and monitoring of fatigue action effects on bridges”, Lausanne, 2021 [dostęp: 15.12.2025], EPFL Infoscience: <https://doi.org/10.5075/epfl-thesis-8564>.
- [19] Office fédéral des routes (OFROU), *CFUP pour la maintenance et la construction d'ouvrages d'art de l'infrastructure routière*, ASTRA nr 82022, Berno, 2023.
- [20] International Federation for Structural Concrete (fib), *fib Model Code for Concrete Structures 2020*, wyd. 1. Lausanne: International Federation for Structural Concrete (fib), 2023.
- [21] Naaman A.E., „Fiber reinforced concrete: five decades of progress” w *Proceedings of the 4th Brazilian Conference on Composite Materials*. Rio de Janeiro: Pontificia Universidade Católica, 2018, s. 35–56. doi: 10.21452/bccm4.2018.02.01.
- [22] Li V.C., „Introduction to Engineered Cementitious Composites (ECC)” w *Engineered Cementitious Composites (ECC): Bendable Concrete for Sustainable and Resilient Infrastructure*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2019, s. 1–10, doi: 10.1007/978-3-662-58438-5\_1.
- [23] Sawicki B., Brühwiler E., „Experimental and Analytical Investigation of Deflection of R-UHPFRC Beams Subjected to Loading –Unloading” w *International Journal of Concrete Structures and Materials*, t. 18, nr 1/2024, s. 6, doi: 10.1186/s40069-023-00636-x.



# Leczenie w prywatnych szpitalach? Możliwe!

Ubezpieczenie Szpitalne LUX MED – Pełna Opieka

**Pomagamy wrócić do aktywności tak szybko, jak to możliwe**



**Ubezpieczamy i leczymy w szpitalu**, zamiast wypłacać odszkodowanie



**Działamy niezwłocznie**, gdy ubezpieczona osoba dostaje skierowanie do szpitala i poinformuje o tym Koordynatora Opieki Szpitalnej



**Nie musisz szukać miejsca**, terminów ani lekarzy

**LUXMED**  
UBEZPIECZENIA

[luxmed.pl](https://www.luxmed.pl)

Materiał reklamowy. Obowiązują wyłączenia i ograniczenia odpowiedzialności ubezpieczyciela. LUX MED Ubezpieczenia to nazwa handlowa zakładu ubezpieczeń LMG Försäkrings AB z siedzibą w Sztokholmie, wykonującego w Polsce działalność poprzez oddział LMG Försäkrings AB S.A. Oddział w Polsce z siedzibą w Warszawie. Szczegółowy zakres oraz warunki Ubezpieczenia Szpitalnego LUX MED znajdziesz w OWU dostępnym pod adresem <https://www.luxmed.pl/dla-pacjenta/ubezpieczenia-dla-klientow-indywidualnych/ubezpieczenie-szpitalne-lux-med-pelna-opieka>.

# Wybierz Ubezpieczenie Szpitalne LUX MED – Pełna Opieka i zabezpiecz swoje zdrowie

Pewnie masz w swoich benefitach prywatną, ambulatoryjną opiekę medyczną – to dziś standard. A co w przypadku, gdy będziesz musiał skorzystać z hospitalizacji? Taka sytuacja może spotkać każdego z nas. Dzięki Ubezpieczeniu Szpitalnemu LUX MED – Pełna Opieka zyskujesz możliwość leczenia w komfortowych warunkach prywatnych szpitali bez długiego oczekiwania i zbędnego stresu.

**W** ramach ubezpieczenia – jeżeli otrzymałeś skierowanie do szpitala na leczenie planowe – po zaakceptowaniu zgłoszenia otrzymasz proponowany plan leczenia już w ciągu 3 dni, a po jego akceptacji – możliwość rozpoczęcia leczenia w szpitalu w ciągu 30 dni od zgłoszenia.

Ubezpieczenie Szpitalne LUX MED – Pełna Opieka to rozwiązanie o szerokim zakresie, w ramach którego na kolejnych etapach leczenia masz wsparcie koordynatora opieki szpitalnej (KOS). KOS pomaga Ci od momentu zgłoszenia: podczas niezbędnej do leczenia szpitalnego diagnostyki, samej hospitalizacji, aż po wizyty kontrolne oraz rehabilitację pozabiegową. Dzięki wsparciu KOS-a nie zostajesz sam z formalnościami i organizacją leczenia.

## ZA KAŻDĄ POLISĄ STOI PRAWDZIWA HISTORIA

Zastanawiałeś się kiedyś, ile musiałbyś czekać na planowy zabieg z zakresu ortopedii czy laryngologii? To średnio ponad 8 miesięcy.

Zobacz, jak wygląda proces leczenia różnych schorzeń w ramach Ubezpieczenia Szpitalnego LUX MED – Pełna Opieka.

Pan Kamil to 34-letni menedżer z Wrocławia. Większość swojego zawodowego życia spędzał przy biurku. Od kilku tygodni bolała go ręka, czuł mrowienie i drętwienie. Lekarz zdiagnozował zespół cieśni nadgarstka i wystawił skierowanie na zabieg. Pan Kamil skontaktował się z KOS-em i przesłał skierowanie. Za 2 dni otrzymał telefon od koordynatora ze szczegółowym planem leczenia. Wspólnie ustalili szpital, w którym odbędzie się zabieg, i dogodny dla pacjenta termin operacji – za 2 tygodnie. W międzyczasie pan Kamil wykonał wszystkie niezbędne badania, na które był umawiany przez KOS-a. Operacja odbyła się w ustalonym terminie. Pacjent otrzymał rozpisany plan konsultacji pooperacyjnych, a następnie skierowanie na rehabilitację. Po 4 tygodniach wrócił do pełnej aktywności.

Gdyby pan Kamil nie posiadał polisy, nie chciał czekać kilka miesięcy w kolejce

do szpitala i zdecydował się na zrobienie zabiegu prywatnie, musiałby na niego wydać od kilku do kilkunastu tysięcy złotych.

Ubezpieczenie Szpitalne LUX MED – Pełna Opieka obejmuje wiele problemów zdrowotnych wskazywanych na skierowaniach do szpitala. Przekonał się o tym 52-letni pan Ryszard, który w ramach polisy wykonał zabieg ablacji serca. Pan Ryszard źle się czuł, zgłaszał silne kołatania, zawroty głowy, czasami utraty przytomności. Lekarz stwierdził zaburzenia arytmii serca i wystawił skierowanie na zabieg ablacji. Pan Ryszard skontaktował się z KOS-em. Ze względu na stan pacjenta, wymagający dość pilnej interwencji, zgoda na zabieg została wydana tego samego dnia. Kilka dni później pacjent był już po zabiegu, którego koszt szacuje się na ponad 120 000 zł. Dzięki niemu serce pana Ryszarda pracuje dziś miarowo, a on sam wrócił do normalnego życia. To przykład procedury, której koszt w całości pokryło ubezpieczenie – coś, co dla pacjenta byłoby praktycznie nieosiągalne. ■



*Material reklamowy. Obowiązują wyłączenia i ograniczenia odpowiedzialności ubezpieczyciela. LUX MED Ubezpieczenia to nazwa handlowa zakładu ubezpieczeń LMG Försäkrings AB z siedzibą w Sztokholmie, wykonującego w Polsce działalność poprzez oddział LMG Försäkrings AB S.A. Oddział w Polsce z siedzibą w Warszawie. Szczegółowy zakres oraz warunki Ubezpieczenia Szpitalnego LUX MED – Pełna Opieka znajdziesz w OWU dostępnym na platformie eVida lub pod adresem <https://www.luxmed.pl/dla-firm/ubezpieczenia-dla-klientow-korporacyjnych/ubezpieczenie-szpitalne-lux-med-pelna-opieka>.*

# Woda jako dobro strategiczne – wyzwania i innowacje w hydrotechnice

*– To właśnie zderzenie specjalizacji i interdyscyplinarności czyni hydrotechnikę tak ciekawą i inspirującą* – mówi dr hab. inż. Paweł Falaciński, prof. Politechniki Warszawskiej oraz przewodniczący Sekcji Konstrukcji Hydrotechnicznych KILiW PAN. W rozmowie z nami opowiada o roli infrastruktury hydrotechnicznej w Polsce, jej znaczeniu dla bezpieczeństwa wodnego kraju oraz wyzwaniach, jakie stawia przed inżynierami współczesna gospodarka wodna.

**N**a początku chciałbym zaznaczyć kluczową, strategiczną rolę gospodarki wodnej, która jest związana w szczególności z możliwościami pozyskiwania wymaganej ilości wody dla potencjalnych odbiorców indywidualnych, na potrzeby rolnicze oraz dla przemysłu. Drugim zadaniem gospodarki wodnej jest ochrona przed powodzią. W obecnej sytuacji należy bezwzględnie dodać: ochrona przed suszą. Ostatnim zdefiniowanym zadaniem jest ochrona zasobów wodnych przed wyczerpaniem i zanieczyszczeniem.

Ustalając w ten sposób priorytety, definiujemy, przy obecnym rozwoju cywilizacyjnym, wodę jako wyjątkowe dobro, wręcz unikalne i strategiczne w kontekście niezbędnych potrzeb społecznych. Należy dodatkowo uszczegółwić, że dotyczy to wód powierzchniowych, rezerwując pozyskiwanie wody pitnej ze źródeł podziemnych dla mniejszych miast oraz terenów wiejskich.

Aktualne dane obejmujące kraje Unii Europejskiej wskazują, że roczne zasoby słodkiej wody w Polsce są mniejsze niż 1700 m<sup>3</sup>/os./rok, co klasyfikuje nas w Europie tylko powyżej Czech, Cypru i Malty.

Łatwo więc zauważyć, iż woda jest dobrem strategicznym, a infrastruktura – w tym obiekty hydrotechniczne – służąca pozyskiwaniu i retencjonowaniu wody, staje się infrastrukturą krytyczną.

**Czy Pana zdaniem obiekty hydrotechniczne w Polsce są przygotowane na ekstremalne zjawiska pogodowe związane ze zmianami klimatycznymi? Jeśli nie – co należałoby usprawnić?**

Zarówno w mediach, jak i literaturze fachowej ten temat jest szeroko omawiany. Zmiany klimatu przejawiają się w szczególności występowaniem ekstremalnych zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych w postaci dwóch, przeciwstawnych żywiołów: intensywnych i długotrwałych opadów powodujących powodzie oraz długich okresów bez opadów prowadzących do suszy z anomaliami temperatur. Przykładem takiego stanu była sytuacja we wrześniu 2024 r., gdy na obszarze południowo-zachodniej części kraju niż genueński wywołał intensywne powodzie, natomiast w części północno-wschodniej odnotowaliśmy stan suszy.

Obiekty hydrotechniczne muszą przeciwdziałać obydwu tym zjawiskom. W kontekście ekstremalnych powodzi istniejące obiekty hydrotechniczne mogą wymagać rozwiązań, które poprawią ich bezpieczeństwo, co przełoży się na zwiększenie bezpieczeństwa chronionego obszaru. Głównym kierunkiem tych działań powinna być aktualizacja przepustowości budowli upustowych, dostosowana



do zmieniającej się ilości spływu wód. Zwiększenie się objętości wody dopływającej do zbiornika jest konsekwencją wspomnianych zmian klimatu oraz przekształceniem samej zlewni. Zabudowa jej obszaru spowodowana rozwojem cywilizacyjnym – urbanizacją wpływa znacząco na koncentrację i długość występujących obecnie fal

powodziowych. Konsekwentne działania związane z przebudową sekcji upustowych budowli hydrotechnicznych obserwujemy w Czechach, gdzie wiele obiektów już zostało dostosowanych do prognozowanych warunków.

W tym miejscu należy również wspomnieć o aktualnym stanie zarówno technicznym, jak i bezpieczeństwa istniejących obiektów piętrzących. Zapewnienie odpowiednio wysokiego poziomu technicznego i bezpieczeństwa stanowi podstawę do dalszych analiz. W tej dziedzinie jest jeszcze sporo do zrobienia. Na łamach *Inżyniera Budownictwa*, w numerze 6/2024, autorzy przeanalizowali te zagadnienia. Wnioski niestety nie skłaniają do dobrego samopoczucia i relaksu...

Możliwość rozwiązania problemu przeciwnostawnego powodzi, czyli suszy, widzę w budowie zbiorników retencyjnych gromadzących wodę w okresie opadów deszczu, spłaszczających falę wezbraniową i skutecznie zasilających koryta rzeki w okresach suchych. Aspekty lokalizacji, skali tych zbiorników – małe lub duże – oraz ich rozwiązań technicznych, tj. suche lub mokre, powinny być ściśle dostosowane do potencjalnych odbiorców, ich potrzeb, a także możliwości terenowych doliny samego cieku.

### Jakie są najważniejsze wyzwania związane z monitorowaniem i utrzymaniem budowli hydrotechnicznych oraz zbiorników w Polsce?

Uważam, że te sprawy należy przedstawić w perspektywie istniejącego potencjału. Pozytywna informacja jest taka, że 88% wody pochodzi z obszaru naszego kraju. Racjonalna gospodarka wodna może więc zwiększyć pojemność retencyjną (zasoby wodne), która w obecnej chwili jest na poziomie ok. 7,5%. Wyzwaniem jest wzrost zasobów gromadzonych w zbiornikach retencyjnych. W ambitnych planach wskaźnik ten ma podnieść się do 15% w 2030 r., co dodatkowo powiększy retencję wody o ok. 5 km<sup>3</sup>.

Realizacja tych celów nie jest możliwa bez zmian w obecnym systemie zarzą-

dzania i monitoringu zasobów wodnych. Modernizacja powinna dotyczyć systemu monitoringu w powiązaniu z narzędziami do przetwarzania i agregacji danych, które są niezbędne w realnej ocenie wpływu ścieków na jakość wód, np. do weryfikacji pozwoleń wodnoprawnych. Umożliwią one również szybką identyfikację zagrożeń i pozwolą ocenić potencjalne skutki ich transferu z biegiem rzeki. Wdrożenie nowoczesnego systemu zarządzania pozwoli na kontrolę rodzaju i przestrzennego zasięgu retencji wód. Podejście do kontroli zasobowej i planistycznej dotyczącej retencji wód można znaleźć w Planie Przeciwdziałania Skutkom Suszy. Dokument nie jest jeszcze doskonały i wielu ekspertów wskazuje

cyjnych, w tym przecieków prowadzących do erozji.

Innym wyzwaniem jest realizacja prac utrzymaniowych. Są one wykonywane w celu osiągnięcia wymiernych efektów: zapewnienia możliwości korzystania z wód przez różnych użytkowników, bezpieczeństwa powodziowego, utrzymania szlaków wodnych, zachowania niezawodności technicznej urządzeń wodnych. Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie (PGW WP) ma trudne zadanie w tym zakresie, gdyż musi dołożyć wszelkich starań, by realizować te prace z poszanowaniem obowiązujących przepisów prawa i ze szczególnym uwzględnieniem wymogów środowiskowych, a do tego przy bardzo ograniczonych środkach finansowych.



Fot. Zapora w Goczałkowicach-Zdroju

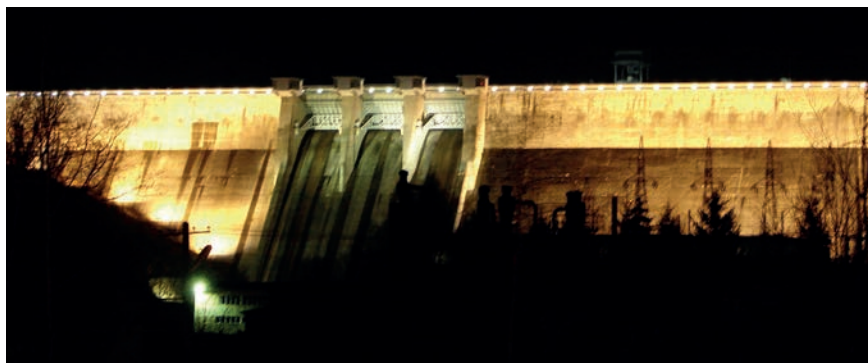
katalog możliwych rozwiązań ulepszających te zagadnienia.

Szczególnie istotnym wyzwaniem jest obecnie poprawa skuteczności badań i monitoringu procesów destrukcyjnych w ziemnych obiektach hydrotechnicznych – zarówno ich korpusów, jak i samego podłoża. Kluczowe stają się zagadnienia dotyczące procesów filtra-

### Czy obserwuje Pan przejście na nowe materiały lub technologie w budownictwie wodnym?

Można zaobserwować zdecydowany postęp dotyczący nowych materiałów budowlanych stosowanych przy realizacjach nowych budowli hydrotechnicznych oraz remontach istniejących obiektów. Uważam, że można to zagadnienie rozwinąć w dwóch kategoriach:

materiały na bazie nowoczesnych środków chemicznych oraz z dodatkami z recyklingu. Pierwsza z nich opiera się na wykorzystaniu środków chemicznych, które modyfikują właściwości danego materiału. Najlepszym przykładem są mieszanki betonowe z domieszkami chemicznymi, które potrafią zmienić właściwości zarówno samej mieszanki na etapie jej kompozycji oraz czasu wbudowania w obiekt, jak i później stwardniałego betonu. Obserwuję także stały postęp w kategorii materiałów naprawczych i remontowych. Dostępne są na rynku całe systemy, gdzie bazowe spoiwo cementowe jest wspomagane środkami chemicznymi lub całkowicie przez te środki zastępowane. Niewątpliwie zmienia to również technologię i jakość prac budowlanych.



Fot. Zapora wodna Solina

Druga wymieniona kategoria to materiały, w których stosowane są dodatki z recyklingu lub uboczne dodatki z różnego rodzaju procesów technologicznych. Może to być np. kruszywo z recyklingu w mieszance betonowej. Obecna norma dopuszcza użycie takiego materiału po spełnieniu odpowiednich warunków. Innym przykładem są dostępne aktualnie cementy, gdzie klinkier portlandzki jest zastępowany tzw. składnikiem głównym w postaci popiołów krzemionkowych, mączki wapiennej i innych dodatków. Nie jest to nowe podejście, ponieważ od wielu lat stosuje się cementy w pięciu rodzajach. Jednak w ostatnim czasie zostaje sukcesywnie wycofywany cement portlandzki CEM I – bez dodatków głównych oraz cement hutniczy CEM III. Niedobór tego pierwszego w hydrotechnice nie jest jeszcze wielkim problemem, ale brak cementu

CEM III powoduje spore perturbacje podczas prac kubaturowych o dużych objętościach. Zamykanie produkcji CEM I jest spowodowane przede wszystkim ograniczeniami śladu węglowego. Deficyt w dostępie do CEM III jest konsekwencją braku granulowanego żużla wielkopiecowego, który jest produktem ubocznym otrzymywanym w procesie wytapiania surówki w wielkim piecu hutniczym. Obecnie jedynym szeroko dostępnym w Polsce, tanim dodatkiem jest mączka wapienna, która jest wykorzystywana w cementach CEM II. Innym obszarem, w którym można używać materiałów odpadowych powstających w procesach technologicznych, są zawiesiny twardniejące. Są to materiały stosowane do realizacji przesłon przeciwfiltracyjnych w obiektach hydrotechnicznych.

Odpowiednie połączenie spoiwa na bazie cementu, bentonitu (skała ilasta) oraz specjalnego dodatku, w tym materiałów odpadowych, zapewnia zawiesinie odpowiednie właściwości mechaniczne i filtracyjne. Wysoka szczelność korpusu zapory lub wału przeciwpowodziowego jest kluczowa dla trwałości oraz bezpieczeństwa obiektu. Od ponad 20 lat w moim Zakładzie Budownictwa Wodnego i Hydrauliki w Politechnice Warszawskiej do kompozycji zawiesin twardniejących używamy różnego rodzaju uboczne produkty spalania. Mamy doświadczenia z wykorzystaniem jako dodatku do zawiesin: popiołów ze spalania węgla kamiennego i brunatnego w technologii zarówno konwencjonalnej, jak i fluidalnej, popiołów ze spalania osadów ściekowych powstających w procesie oczyszczania ścieków, a obecnie zajmujemy się popio-

łami z termicznego przekształcania odpadów komunalnych. Zawiesina jako materiał do uszczelnień ewoluował zgodnie ze zmianami cywilizacyjnymi: w energetyce, postępem w technologii oczyszczania ścieków oraz nowoczesnych technologii utylizacji odpadów komunalnych niesegregowanych. Zawiesiny twardniejące są wykorzystywane w różnego rodzaju specjalistycznych technologiach przeznaczonych do uszczelnienia obiektów hydrotechnicznych. Efektem tych prac jest zazwyczaj realizacja przesłony przeciwfiltracyjnej w podłożu lub korpusie obiektu hydrotechnicznego, zwykle ziemnego. Dostępne dotychczas technologie zapewniały szczelność przesłony na poziomie współczynnika przepuszczalności hydraulicznej:  $k_{10} = 1 \times 10^{-9}$  m/s. W sytuacji stosowania przesłony przeciwfiltracyjnej w obwałowaniu składowisk odpadów, w tym niebezpiecznych, taka szczelność nie była wystarczająca. Obecnie została opracowana nowoczesna technologia HPP – hybrydowa przesłona przeciwfiltracyjna, w której poza przesłoną wykonaną z tradycyjnej zawiesiny twardniejącej używa się dodatkowo element uszczelniający w postaci ścianki szczelnej z grodzic z tworzywa sztucznego, z dodatkowym uszczelnieniem zamków. HPP zapewnia szczelność o co najmniej dwa rzędy wielkości korzystniejsze:  $k_{10} = 1 \times 10^{-11}$  m/s. Obserwując proces technologiczny oraz samą realizację przesłony przeciwfiltracyjnej, należy podkreślić, iż jest to niewątpliwie przełom w tym obszarze branży budownictwa hydrotechnicznego.

## Jak Pan Profesor postrzega rolę klasycznego budownictwa wodno-melioracyjnego w kontekście współczesnych koncepcji zielono-błękitnej infrastruktury? Czy te dwa podejścia się uzupełniają, czy raczej konkurują ze sobą?

Spójrzmy na melioracje w kontekście celu. Należy wtedy przywołać łacińskie pochodzenie tego słowa: *melioratio*, czyli ulepszenie lub *meliorare* – ulepszać. Natomiast definicja cytowana wprost z ustawy – Prawo wodne brzmi: „Melioracje wodne polegają na regulacji stosunków wodnych w celu polepszenia

zdolności produkcyjnej gleby i ułatwienia jej uprawy”. Przedstawiony cel zarówno w znaczeniu samego słowa, jak i definicji jest tożsamy. Oczywiście, jeżeli rozpatrujemy budownictwo wodno-melioracyjne w kontekście historycznym, cel główny, jakim jest poprawa, będzie się różnił. Kilkadziesiąt lat temu melioracje służyły odwadnianiu terenów uprawnych. Obecnie głównym kryterium będzie najprawdopodobniej ich nawodnienie. Uważam, że przekształcenie istniejących systemów melioracyjnych w nawadniająco-odwadniającego wpisuje się wprost w aktualne koncepcje zielono-błękitnej infrastruktury. Retencjonowanie podczas opadów wód w rowach i niewielkich zbiornikach na istniejących polach, a następnie zasilanie dostępną

piętrzących wykorzystuje się różne materiały, w tym drewno lub kamień polny. Podczas wykonywania takich konstrukcji, jak choćby brzegosłony, stosuje się umocnienia biologiczne, w tym: faszynę leśną i wiklinową, kieszki faszynowe, kołki i paliaki drewniane oraz kamień. To materiały naturalne.

### W jaki sposób widzi Pan rolę współpracy między nauką, przemysłem i administracją w kontekście infrastruktury hydrotechnicznej?

Uważam, a nie jestem w tym odosobniony, iż sytuacja kadrowa w gospodarce wodnej, zwłaszcza w kontekście infrastruktury hydrotechnicznej, z roku na rok staje się coraz trudniejsza. Nie ma następstwa

tów hydrotechnicznych, których jestem kierownikiem. W tym roku prowadzę kolejną, trzecią edycję tych studiów, co potwierdza zapotrzebowanie na podnoszenie kompetencji kadry – w szczególności pracowników PGW WP – odpowiedzialnej za infrastrukturę hydrotechniczną.

### Czy dostrzega Pan jeszcze inne role obiektów hydrotechnicznych w poprawie bezpieczeństwa kraju?

Do omówionych zagadnień obowiązkowo należy jeszcze dodać potencjał energetyczny obiektów hydrotechnicznych. W obecnym miksie energetycznym, gdzie według założeń w najbliższej przyszłości ok. 30% energii ma powstawać z OZE, kolejne 70% z elektrowni węglowych, energetyka wodna jest niezbędnym stabilizatorem systemu energetycznego Polski. Szczególną rolę odgrywają elektrownie szczytowo-pompowe (ESP), które reagując na zmienne warunki pracy systemu elektroenergetycznego, pobierają nadmiar energii produkowanej przez OZE w trakcie ich pracy pełną mocą, co nie zawsze pokrywa się z zapotrzebowaniem. Należy również podkreślić, iż gotowość do włączenia się do systemu energetycznego przez ESP w ciągu maksymalnie kilku minut pozostawia pod względem szybkości reakcji pozostałe źródła energii daleko w tyle. Warto też zaznaczyć strategiczną rolę elektrowni wodnych, które stanowią tzw. backup na wypadek wystąpienia awarii systemu energetycznego, tzw. blackoutu. Taka dramatyczna sytuacja miała miejsce w kwietniu 2025 r. w Hiszpanii na skutek nadprodukcji energii z OZE i niewystarczającej liczby magazynów do jej przechowywania.

Omówione kwestie nie wyczerpują problematyki związanej z budownictwem hydrotechnicznym, a jedynie ją przybliżają. Widać wyraźnie złożoność problemów oraz specyfikę tej branży. ■

Dziękuję za rozmowę.

Rozmawiała Anna Dębińska  
redaktor naczelna *Inżyniera Budownictwa*



Fot. Zapora wodna Solina

w nich wodą gruntów uprawnych w okresach suchych jest zupełnie naturalne i niewymagające przekonywania o słuszności takiego podejścia. Dzięki bezpośrednim kontaktom z interesariuszami wiem, że nasza idea jest doskonale rozumiana, a chęć do jej wdrożenia – silna. Problemem może być stan techniczny istniejących urządzeń melioracyjnych, tj. progów i zastawek zlokalizowanych w terenie. Wiele z nich jest albo w stanie awaryjnym, albo już zupełnie zniszczonych. Przywrócenie działania takiego urządzenia polega na zapewnieniu odpowiedniego stanu technicznego, co jest zadaniem jego właściciela. Dostępne obecnie technologie i systemy wykonywania nowych, ale także remontu istniejących urządzeń melioracyjnych są w dużej mierze oparte na zasadach zrównoważonego rozwoju. W przypadku realizacji progów

pokoleń inżynierów hydrotechników. Od ponad 20 lat nie kształci się w Polsce dość licznej i właściwie przygotowanej kadry. Wciąż topniejące nakłady finansowe w zakresie hydrotechniki uniemożliwiają wykonywanie ciekawych, strategicznych oraz ambitnych projektów, pozwalających rozwój branży w kontekście oczekiwań i wyzwań społecznych. Próbując choć w niewielkim stopniu zniwelować te zagrożenia, w moim Zakładzie Budownictwa Wodnego i Hydrauliki zmodyfikowano program kształcenia na studiach magisterskich dla specjalizacji Inżynieria Wodna. Zostały wprowadzone zagadnienia związane z hydrotechniką na terenach miejskich oraz renaturyzacją cieków. Odpowiedzieliśmy również na potrzeby administracji rządowej, organizując studia podyplomowe pt. Utrzymanie obiektów

# Uważność inżynierska w projektowaniu błękitno-zielonej infrastruktury



Procedury projektowania systemów zagospodarowania wód opadowych opierają się w głównej mierze na normach i wytycznych projektowych. Warto dokonać pewnego usystematyzowania tego tematu, przydatnego w projektowaniu obiektów i urządzeń błękitno-zielonej infrastruktury miejskiej.

**P**unkt wyjścia stanowi norma PN-EN 752:2017 [1], która definiuje cele i wymagania funkcjonalne oraz opisuje główne kryteria projektowe i procedury zarządzania systemami odwodnieniowymi. W zakresie schematów obliczeniowych opracowanie to odсыła do normy PN-EN 16933-2 [2]. Oba dokumenty są znane projektantom, więc nie będą w tym artykule omawiane.

Obiekty służące do zagospodarowania wody opadowej można podzielić na dwie grupy. Pierwszą stanowią małe i relatywnie proste rozwiązania, m.in. ogrody deszczowe, studnie chłonne, zielone dachy, systemy odwodnienia parkingów (fot. 1). Obiekty te w ramach swoich kategorii są zazwyczaj do siebie podobne, a przez to niejako standardowe. Ze względu na niewielkie rozmiary samych obiektów i obszarów, z których zbierają wodę opadową, opis takiego systemu nie jest złożony, a dzięki temu jego projektowanie może się opierać na uprosz-



**dr hab. inż. Katarzyna  
Weinerowska-Bords,  
prof. PG**

czonych metodach i procedurach obliczeniowych (tzw. metodach globalnych – tab. 1) [3, 4]. Obiekty z tej grupy odnoszą się do pierwszego (najniższego) po-

ziomu zarządzania wodami opadowymi, czyli do skali pojedynczego budynku, posesji lub jednego przedsięwzięcia (osiedla, szkoły, zakładu przemysłowego itd.).

Drugą grupę stanowią większe obiekty, zagospodarowujące wody opadowe z dużych obszarów i tworzące elementy wyższego poziomu zarządzania (w skali dzielnicy, miasta). Do tej grupy



**Fot. 1. Przykłady obiektów małej retencji**



należą systemy kanalizacji deszczowej, miejskie zbiorniki przeciwpowodziowe i inne rozwiązania, które nie klasyfikują się jako małe, powtarzalne i standardowe (fot. 2). Wobec nich stosuje się bardziej wymagające kryteria i modele obliczeniowe (modele zintegrowane, modelowanie symulacyjne – tab. 1) [2–4], a procedura projektowa jest złożona i czasochłonna.

### RUTYNA OBLICZENIOWA A UWAŻNOŚĆ INŻYNIERSKA

Projektowanie obiektów z drugiego poziomu zarządzania wodami opadowymi w mieście jest z natury rzeczy złożone. Obliczenia przeprowadza się z wykorzystaniem programów komputerowych, gdyż przynajmniej część równań tworzących model ma postać różniczkową i do ich rozwiązania potrzebne jest zastosowanie metod numerycznych. Metody zintegrowane z założenia wnikliwiej odwzorowują transformację opadu w odpływ, co wymaga większej liczby danych do obliczeń. Szczegółowa analiza jest więc niejako wpisana w procedurę obliczeniową.

Na tym tle stosowanie metod globalnych (m.in. metody stałych natężeń deszczu – MSND, metody natężeń granicznych – MNG) wydaje się banalne, a przez to na pozór niewarte głębszych analiz. Wzory będące podstawą obliczeń mają prostą postać:

MSND:

$$Q = \Psi \cdot \varphi \cdot q \cdot A \quad (1)$$

MNG:

$$Q = \Psi \cdot q \cdot A \quad (2)$$

gdzie:  $Q$  – wartość natężenia przepływu w chwili kulminacji [ $\text{dm}^3/\text{s}$ ],  $A$  – powierzchnia zlewni [ $\text{ha}$ ],  $q$  – natężenie deszczu miarodajnego [ $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{ha})$ ],  $\Psi$  – współczynnik spływu,  $\varphi$  – współczynnik opóźnienia.

To sugeruje, że obliczenia są szybkie. W przypadku projektowania małych obiektów kubaturowych wytyczne do doboru ich objętości bywają pod względem formalnym jeszcze łatwiejsze, bo wymagana pojemność retencyjną wyznacza się

często na podstawie objętości, jaką wytworzy opad o zadanej w wytycznych wysokości w wyniku spływu z powierzchni uszczelnionych [5].

Prostota wzorów i wytycznych może usłupić potrzebę uważnej analizy rozpatrywanego przypadku, jego specyfiki oraz uwarunkowań. Paradoksalnie w metodach globalnych potrzebna jest wzmożona uważność i czujność inżynierska.

To, ile wody opadowej pojawi się w przekroju zamykającym zlewnię na skutek określonego opadu, jaka będzie dynamika spływu, a w konsekwencji – jakie wartości maksymalne wystąpią na odpływie, jest przecież wypadkową skomplikowanego zespołu procesów hydrologicznych, których przebieg zależy od specyfiki zlewni i charakterystyki konkretnego epizodu opadowego.

W modelach globalnych całą tę złożoność odwzorowuje się poprzez zaledwie **jedno proste równanie z kilkoma tylko parametrami**. Skoro tak, to aby mówić o jakimkolwiek zbliżeniu się do prawdy, trzeba zadbać, by te nieliczne wartości były wyznaczone w sposób wiarygodny i reprezentatywny dla analizowanego przypadku. Natomiast by móc nadać im cechy reprezentatywności, trzeba je w możliwie największym stopniu powiązać z uprzednio dobrze

wanego zespołu procesów hydrologicznych, których przebieg zależy od specyfiki zlewni i charakterystyki konkretnego epizodu opadowego.



Fot. 2. Jeden z miejskich zbiorników retencyjnych w Gdańsku

Tab. 1. Podstawowe różnice pomiędzy metodami globalnymi i zintegrowanymi

Cecha lub aspekt obliczeniowy	Sposób uwzględnienia	
	metody globalne	metody zintegrowane
Uwzględnianie procesów hydrologicznych	Brak indywidualnego rozpatrywania procesów	Indywidualny opis procesów hydrologicznych
Konstrukcja modelu	Jedno równanie	Wiele modeli składowych, zintegrowanych w model symulacyjny
Założenie dotyczące opadu	Opad o stałym natężeniu w czasie i przestrzeni	Możliwe uwzględnienie zmienności natężenia opadu w czasie i przestrzeni
Parametry modelu	Nieliczne, o wartościach uśrednionych, ujmujących całościowo wiele aspektów	Więcej parametrów odnoszących się do pojedynczych cech; wartości mogą się zmieniać w czasie i przestrzeni
Uzyskiwane wartości wyników	Jedna wartość natężenia przepływu	Hydrogramy odpływu ze zlewni $Q(t)$ oraz możliwość symulacji każdego z uwzględnianych procesów

rozpoznaniem warunkami w zlewni, uwzględniając przy tym możliwie największą liczbę czynników, a zrezygnować z przyjmowania ich odgórnie.

nować zagrożeń, ważne jest, by ewentualne problemy nie były efektem zaniedbań inżynierskich, w tym błędów na etapie obliczeniowym.

## Niektóre z wdrożonych rozwiązań zaczynają zawodzić często już przy pierwszej fali opadów.

Zbyt szybkie i rutynowe podejście może więc sprawić, że dobrane parametry, a w konsekwencji także wynik obliczeń, nie będą miarodajne. Szczególnie niebezpieczne są przypadki, gdy wynik jest znacząco niższy od prawidłowego, a przez to prowadzi do niedowymiarowania systemu. W kontekście obserwowanych zmian klimatu i wzrastającej częstotliwości zjawisk ekstremalnych może to mieć dramatyczne skutki.

Innym efektem braku uważności może być nieprawidłowa koncepcja zagospodarowania wód, nieuwzględniająca specyfiki danego obszaru. Niestety, rzeczywistość pokazuje, że niektóre z wdrożonych rozwiązań zaczynają zawodzić często już przy pierwszej fali opadów, i to niekoniecznie ekstremalnych (fot. 3). To zaś przekłada się na paraliż systemu odwodnieniowego, wieloletnie problemy z usuwaniem zawilgoceń budynków i nadmiaru wody z powierzchni terenu oraz olbrzymie koszty ekonomiczne i społeczne. I choć nie jesteśmy w stanie w pełni wyeliminować

### W KIERUNKU UWAŻNOŚCI – PUŁAPKI W OBLICZENIACH METODAMI GLOBALNYMI

Aby zminimalizować ryzyko uzyskania niemiernych wyników obliczeń metodami globalnymi, trzeba przede wszystkim:

- rozpoznać i uwzględnić czynniki determinujące **granice zlewni**, a w konsekwencji – właściwie oszacować powierzchnię A;
- rzetelnie rozpoznać **warunki gruntowo-wodne** (w okresie po opadach, a nie w trakcie okresu bezdeszczowego), zwłaszcza w odniesieniu do położenia zwierciadła wód gruntowych i współczynnika filtracji gruntu;
- właściwie określić typy **zagospodarowania terenu**, w tym prawidłowo zaklasyfikować powierzchnie szczelne;
- uwzględnić kluczowe cechy **zlewni** (spadek terenu, pokrycie terenu, rodzaj gleby, kształt obszaru, istnienie lub brak przewodów kanalizacyjnych itp.) w wartościach stanowiących dane do obliczeń, w tym w wartości współczynników spływu;

- uwzględnić lokalną charakterystykę opadową i prawidłowo wyznaczyć wartości  $q$  (m.in. rezygnując z formuły Błaszczyka);
- krytycznie zweryfikować wartości standardowo przyjmowane odgórnie;
- ustalić koncepcję zagospodarowania wód opadowych na podstawie szczegółowej analizy specyfiki przypadku.

Dalej zostanie przedstawiony krótki komentarz do kilku wybranych aspektów.

### WYZNACZANIE GRANIC I POWIERZCHNI ZLEWNI

Częstym przypadkiem przy wykonywaniu obliczeń jest założenie, że powierzchnia A jest równa powierzchni działek objętych inwestycją – powierzchni terenu lub obiektów, które mają być odwodnione (np. parkingu, boiska). W rzeczywistości jednak granice w sensie administracyjnym nie muszą być ograniczeniami dla spływającej wody deszczowej. Na analizowany teren może w czasie deszczu dopływać woda także z sąsiednich, niekiedy bardzo dużych obszarów, jeśli sprzyja temu układ wysokościowy (spadki) i zagospodarowanie (brak fizycznych przeszkód uniemożliwiających przepływ).

Przykładem może być inwestycja zlokalizowana pod lasem (np. szkoła lub małe osiedle), na której teren w czasie deszczu spływają dodatkowo wody opadowe z relatywnie dużego obszaru leśnego. Innym przykładem będzie osiedle powstające na terenie niezagospodarowanym,



Fot. 3. Skutki nieefektywnego odprowadzenia wód opadowych

Fot. autorki

z powierzchni którego na potrzeby obliczeń wyodrębniono obszary niewchodzące w zakres inwestycji (np. przeznaczone na budowę przyszłej drogi). Pominięcie wspomnianych powierzchni w obliczeniach (mimo że formalnie nie wchodzą one w zakres inwestycji) może prowadzić do znacznego zaniżenia obliczeniowej ilości wód opadowych.

Zabezpieczeniem przed tym błędem jest wykonanie **szczegółowej analizy ścieżek spływu** wody opadowej na badanym obszarze i w jego **okolicach**, a następnie na tej podstawie **wyznaczenie granicy zlewni**. Dopiero wówczas można podjąć decyzję, czy należy zabezpieczyć teren przed dopływem wód z sąsiednich obszarów, czy też przyjęc spodziewane dodatkowe ilości wody na danym terenie (ze świadomością, że zwiększy to koszty inwestycji, ale zignorowanie tego etapu może prowadzić do znacznie groźniejszych i bardziej kosztownych skutków na etapie eksploatacji).

## WYZNACZANIE WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW

Paradoksalnie jest to jeden z najtrudniejszych etapów. Kluczowym parametrem jest **współczynnik spływu**. Warto przypomnieć, że wielkość ta informuje, jaka część całkowitej ilości wody (odniesionej do natężenia przepływu) powstałej w wyniku opadu zostanie przekształcona w odpływ ze zlewni. To zaś, jak wiadomo, jest efektem wypadkowym zmiennej w czasie intensywności procesów hydrologicznych (intercepcji, ewapotranspiracji, infiltracji i retencji powierzchniowej), a zatem zależy od wielu czynników, w tym cech zlewni (takich jak: spadki, rodzaj gleby, pokrycie terenu, długość linii spływu, istniejąca infrastruktura), intensywności i czasu trwania opadu oraz dodatkowych parametrów (np. temperatury i wilgotności powietrza). **Współczynnik spływu  $\Psi$  przyjmowany do obliczeń ma zatem ująć w jedną wartość łączny efekt wszystkich tych aspektów.**

Oczywiście dokładne jego wyznaczenie nie jest możliwe, ale warto dołożyć sta-

rań, by dobrana wartość była reprezentatywna dla warunków w zlewni. Często nie wystarczy założyć wartości tego współczynnika na podstawie tabel publikowanych w wyciecznych. Istotne jest zadanie kilku dodatkowych pytań – m.in. w jaki sposób woda zostanie zatrzymana i jak szybko zostanie w zlewni zużyta – by sprawdzić, czy zakładana wartość jest uzasadniona.

Przykładowo, przyjmując  $\Psi = 0,2$  dla obszarów nieuszczelnionych, niejako „zapewniamy”, że tylko 20% wody opadowej pojawi się w odpływie, a 80% pozostanie w zlewni w sposób niezagrażający bezpieczeństwu i komfortowi użytkownika planowanych obiektów. Często jednak nie sprawdza się już, czy to założenie jest realne. Jeśli teren ma grunt o dobrej przepuszczalności i małych spadkach, to najprawdopodobniej dojdzie do infiltracji. Ale jeśli spadki terenu są większe? Infiltracja to proces powolny. Jej prędkość jest wielokrotnie niższa niż prędkość spływu po terenie, co przy dużych spadkach może powodować, że wody opadowe szybciej spłyną i nie zdążą wsiąknąć. Warto więc na tym etapie wyznaczyć orientacyjną wartość prędkości filtracji i sprawdzić wymagany czas wsiąkania. Upewnienie się w tym zakresie jest istotnym etapem podejmowania decyzji obliczeniowych.

Na terenach zielonych możliwe jest zatrzymanie części wody opadowej poprzez intercepcję i ewapotranspirację. Intensywność tych procesów jest jednak zmienna w ciągu roku – znacząco wyższa latem i relatywnie niska (niekiedy wręcz zerowa) w okresie jesienno-zimowym, co także wpływa na wielkość odpływu ze zlewni.

Wymienione czynniki warto uwzględnić w przyjmowanych wartościach współczynnika spływu. Jeśli nie można zapewnić skutecznej infiltracji i/lub retencji powierzchniowej, rozsądnym podej-



Fot. 4. Woda opadowa długotrwale pozostająca na powierzchni terenu

ściem byłoby zwiększenie przyjmowanych współczynników spływu, nawet powyżej wartości wskazywanych w tabelach, lecz bliżej rzeczywistych warunków.

Sprawa jest jeszcze trudniejsza, gdy na analizowanym terenie występują niewielkie spadki i słabo przepuszczalne grunty lub wysoki poziom wód gruntowych. Założone (dla  $\Psi = 0,2$ ) 80% wody opadowej może wówczas pozostać na powierzchni terenu na dłużej, znacząco utrudniając użytkowanie i tworząc niekorzystne wrażenia estetyczne (fot. 4). Co więcej, może się to pogarszać w wyniku kolejnych opadów i prowadzić do permanentnego zalegania wody.

## WYZNACZANIE CZASU TRWANIA DESZCZU

Miarodajne natężenie opadu  $q$  wyznaczone jest z tzw. formuł opadowych na podstawie czasu trwania deszczu  $t_d$  oraz założonego okresu powtarzalności opadów  $c$ . Istotnym powodem błędnych obliczeń bywa nieprawidłowa wartość  $t_d$ .

W wielu opracowaniach jest ona przyjmowana odgórnie, zazwyczaj na poziomie 15 min. Tymczasem prosta analiza hydrologiczna wykazuje, że dla deszczu o stałym natężeniu i zlewni o cechach niezmiennych się w czasie opadu największą wartość kulminacji natężenia odpływu wywoła **deszcz o czasie trwania równym czasowi koncentracji odpływu ze zlewni  $t_c$ .**

## Skutecznie zabezpiecz siebie oraz bliskich.



## Zaufaj ekspertom od budownictwa ochronnego.

### Projektujemy i budujemy:

- ☑ Schrony, MDS, miejsca ukrycia, safe room.
- ☑ Kompleksowe rozwiązania dla inwestorów publicznych i prywatnych.
- ☑ Zgodne z rozporządzeniem do ustawy OLiOC.
- ☑ Prowadzimy audyt i analizę obecnej infrastruktury schronowej.



Schrony Sp. z o.o.  
tel. 510 510 261  
ul. Stawowa 8, 50-018 Wrocław  
[www.e-schrony.pl](http://www.e-schrony.pl)



Wartość  $t_c$  zależy przede wszystkim od cech zlewni, a ściślej od przebiegu i charakterystyki linii spływu (długości, spadku, szorstkości, sieci kanałów). Warto więc wyznaczyć wartość  $t_d$  na podstawie charakterystyk zlewni i sieci kanałów. Jest to szczególnie istotne w przypadku wysoko zurbanizowanych obszarów, gdzie uszczelnianie nawierzchni znacząco skraca czas spływu, często do zaledwie kilku minut. Przyjęcie w takiej sytuacji wartości 15 min będzie prowadzić do zaniżenia wartości  $q$ , a tym samym także wynikowych ilości wody na odpływie.

### PODSUMOWANIE

Wyznaczanie miarodajnych ilości wód opadowych na potrzeby projektowania obiektów służących ich zagospodarowaniu jest wbrew pozorom bardziej skomplikowane, niż mogłoby to sugerować prostota formuł obliczeniowych i przedstawiany w wytycznych zakres procedur. Wyniki, zwłaszcza przy tak prostych podejściach jak metody globalne, są bardzo wrażliwe na przyjmowane wartości danych, a – jak wykazano – każda z trzech głównych wartości potrzebnych w obliczeniach (powierzchnia zlewni, współczynnik spływu, natężenie deszczu miarodajnego) może być obciążona sporym błędem.

**Aby wyeliminować pomyłki, potrzebna jest uważność inżynierska i dobra analiza warunków w zlewni**, a następnie uwzględnienie jej w obliczeniach. Przyjmowanie większych wartości powierzchni zlewni, współczynnika spływu czy też miarodajnego natężenia deszczu zawyża wartości wynikowe, które z kolei wpływają na koszty przedsięwzięcia. Może to więc rodzić konflikt na tle ekonomicznym. Na szali jest jednak bezpieczeństwo inwestycji i jej prawidłowe funkcjonowanie w dłuższym okresie, co będzie w przyszłości przynosić także liczne korzyści wynikające z obecności prawidłowo zaprojektowanej błękitno-zielonej infrastruktury w miastach. W dobie postępujących zmian klimatu i konieczności dostosowania do nich przestrzeni miejskich kluczowe staje się pytanie o priorytety. ■

### Literatura

- [1] PN-EN 752:2017-06 Zewnętrzne systemy odwadniające i kanalizacyjne – Zarządzanie systemem kanalizacyjnym.
- [2] PN-EN 16933-2:2017:10 Zewnętrzne systemy kanalizacyjne – Projektowanie – Część 2: Obliczenia hydrauliczne.
- [3] Weinerowska-Bords K., *Wpływ uproszczeń na obliczanie spływu deszczowego w zlewni zurbanizowanej*. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2010.
- [4] Weinerowska-Bords K., *Hydrologia obszarów miejskich... opowiedziana inaczej*. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2022.
- [5] Wytyczne i materiały Gdańskich Wód, m.in. broszura *Gdańska polityka małej retencji* [dostęp 10.09.2025], Gdańskie Wody: <https://www.gdmel.pl/dla-inwestorow/wytyczne-dla-projektantow>.



XV edycja projektu

# Kreator Budownictwa Roku 2025 – edycja bliżej laureatów

Kreator Budownictwa Roku to prestiżowy tytuł przyznawany osobom, firmom, produktom i inwestycjom, które wyróżniają się na tle branży, wyznaczają kierunki zmian oraz kształtują standardy jakości. Laureatami zostają zarówno uznane marki, jak i liderzy – prezesi, inżynierowie i menedżerowie, których wizja realnie wpływa na rozwój polskiego budownictwa.

Rok 2025 przynosi wyjątkową, XV edycję projektu organizowanego przez Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa.

W tym roku zmieniono tradycyjną formułę gali – zamiast jednego wydarzenia organizatorzy odwiedzali laureatów w ich firmach, wręczając certyfikaty bezpośrednio tam, gdzie powstają ich osiągnięcia. To symboliczny ukłon w stronę zespołów, które na co dzień tworzą wartość dla branży. Każdy z nagrodzonych działa w innym otoczeniu i mierzy się z różnymi wyzwaniami, dlatego spotkania u źródła pozwalają lepiej zobaczyć, jak wygląda jego praca od środka – tam, gdzie innowacje i decyzje zamieniają się w konkretne rezultaty.

**Gratulujemy laureatom i życzymy dalszych sukcesów oraz nieustającej inspiracji w tworzeniu przyszłości polskiego budownictwa.**

# To edycja bliżej ludzi – tych, którzy każdego



Wojciech Surowiecki – dyrektor Krajowego Biura PIIB, Krzysztof Pruszyński – prezes i właściciel firmy Pruszyński Sp. z o.o.



Wojciech Surowiecki – dyrektor Krajowego Biura PIIB, Piotr Olgierd Korycki – pełnomocnik zarządu ds. wdrożeń, Pruszyński Sp. z o.o., Krzysztof Pruszyński – prezes i właściciel firmy Pruszyński Sp. z o.o.



Piotr Zwoździak – zastępca sekretarza Krajowej Rady PIIB, Marek Mielnik – wiceprezes zarządu WPIIP Construction Sp. z o.o.



Anna Dębińska – redaktor naczelna WPIIB Sp. z o.o., Marek Mielnik – wiceprezes zarządu WPIIP Construction Sp. z o.o.



Rafał Zarzycki – wiceprezes Krajowej Rady PIIB, Dominik Działak – prezes zarządu Grupy KDM Sp. z o.o.



Rafał Zarzycki – wiceprezes Krajowej Rady PIIB, Dominik Działak – prezes zarządu Grupy KDM Sp. z o.o.

Fot. Kacper Kordalski

# dnia współtworzą polskie budownictwo



Tomasz Gierczyński – prezes zarządu Forbuild SA, Magdalena Kurkiewicz – event manager WPIB Sp. z o.o.



Adam Krzykowski – główny redaktor WPIB Sp. z o.o., Tomasz Gierczyński – prezes zarządu Forbuild SA, Magdalena Kurkiewicz – event manager WPIB Sp. z o.o.



Rafał Zarzycki – wiceprezes Krajowej Rady PIIB, Karolina Kozłowska – manager ds. marketingu i komunikacji w Delabie Sp. z o.o.



Rafał Zarzycki – wiceprezes Krajowej Rady PIIB, Karolina Kozłowska – manager ds. marketingu i komunikacji w Delabie Sp. z o.o.



Mariusz Kędziński – prezes zarządu P.B.P. EMKA Sp. z o.o. sp.k., Piotr Zwoździak – zastępca sekretarza Krajowej Rady PIIB



Mariusz Kędziński – prezes zarządu P.B.P. EMKA Sp. z o.o. sp.k., Piotr Zwoździak – zastępca sekretarza Krajowej Rady PIIB

Fot. Kacper Kordalski

# Tytuł Kreator Budownictwa Roku 2025 w kategorii: Osoba i firma

**AGATA CZERESZKO**

area sales manager, Delabie Sp. z o.o.

**TOMASZ GIERCZYŃSKI**

prezes zarządu, Forbuild SA

**DOMINIK DZIAŁAK**

prezes zarządu, Grupa KDM Sp. z o.o.

**KRZYSZTOF PRUSZYŃSKI**

prezes i właściciel, Pruszyński Sp. z o.o.

**MARIUSZ KĘDZIERSKI**

prezes zarządu, P.B.P. EMKA Sp. z o.o. sp.k.

**MAREK MIELNIK**

wiceprezes zarządu, WPIP Construction Sp. z o.o.



Agata  
Czereszko

area sales manager  
w Delabie Sp. z o.o.

**DELABIE**



Tomasz  
Gierczyński

prezes zarządu  
Forbuild SA

**FORBUILD**



Dominik  
Działak

prezes zarządu  
Grupy KDM Sp. z o.o.

**GRUPA  
KDM**



Krzysztof  
Pruszyński

prezes i właściciel firmy  
Pruszyński Sp. z o.o.

**BLACHY  
PRUSZYŃSKI**



Mariusz  
Kędzierski

prezes zarządu  
P.B.P. EMKA Sp. z o.o. sp.k.

**EMKA**



Marek  
Mielnik

wiceprezes zarządu  
WPIP Construction Sp. z o.o.

**construction  
wpip**

# Tytuł Kreator Budownictwa Roku 2025 w kategorii: Produkt lub inwestycja

**Seria paneli natryskowych SPORTING 2 SECURITHERM**  
DELABIE Sp. z o.o.

**System schodów tymczasowych SAFE ENTER**  
FORBUILD SA

**Modernizacja obiektów na Wydziale Nauk Medycznych  
w Zabrze Śląskiego Uniwersytetu Medycznego**  
GRUPA KDM Sp. z o.o.

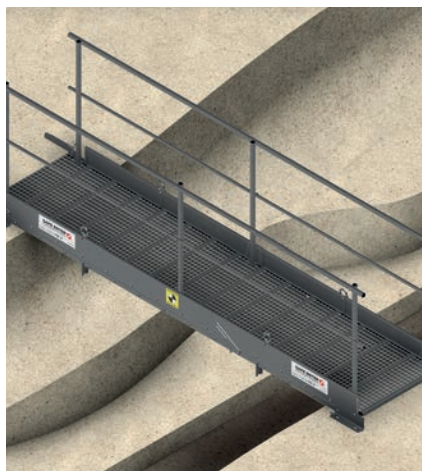
**Błachodachówka panelowa VERONA**  
PRUSZYŃSKI Sp. z o.o.

**Przebudowa i modernizacja komina przemysłowego w EC Polkowice**  
Przedsiębiorstwo Budownictwa Przemysłowego  
EMKA Sp. z o.o. sp.k.

**Rozbudowa i przebudowa zakładu produkcyjnego firmy Fey Sp. z o.o.**  
WPIP CONSTRUCTION Sp. z o.o.



**Seria paneli natryskowych SPORTING 2 SECURITHERM**



**System schodów tymczasowych SAFE ENTER**



**Modernizacja obiektów na Wydziale Nauk Medycznych  
w Zabrze Śląskiego Uniwersytetu Medycznego**



**Błachodachówka panelowa VERONA**

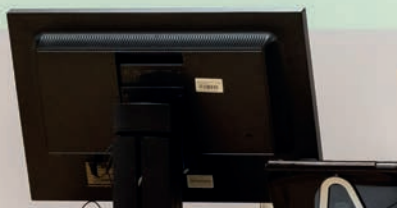


**Przebudowa i modernizacja komina przemysłowego  
w EC Polkowice**



**Rozbudowa i przebudowa zakładu produkcyjnego  
firmy Fey Sp. z o.o.**

# Konferencja AMCM 2025 – o przyszłości budownictwa na Politechnice Białostockiej



Dekarbonizacja, automatyzacja produkcji oraz zrównoważony rozwój to największe wyzwania współczesnego budownictwa, o jakich dyskutowano podczas 11. Międzynarodowej Konferencji AMCM. Poświęcona była ona modelom analitycznym i nowym koncepcjom w konstrukcjach betonowych i murowych.

**T**rzy dni sesji tematycznych, wykładów oraz inspirujących dyskusji z udziałem prawie 100 naukowców i praktyków z całego świata, m.in. Brazylii, Czech, Hiszpanii, Niemiec, Indii, Izraela, Portugalii, Polski i Stanów Zjednoczonych, pozwoliły na wymianę doświadczeń oraz idei pomiędzy badaczami z zagranicy a naukowcami i doktorantami z kraju.

– Pierwsze spotkanie naukowców rozwijających zagadnienia badawcze z zakresu technologii konstrukcji betonowych, żelbetonowych i sprężonych zorganizowaliśmy na Politechnice Białostockiej w 1993 r. – przypomniała dr hab. inż. Marta Kosior-Kazberuk, prof. PB, rektor politechniki, a zarazem kierownik Katedry Konstrukcji Budowlanych i Mechaniki Budowli na Wydziale Budownictwa i Nauk o Środowisku. – Od dekady badamy np. zastosowanie zbrojenia niemetalicznego w elementach betonowych. Chcemy upowszechniać wyniki tych badań i przekonywać projektantów, że zbrojenie niemetaliczne to przyszłość konstrukcji z betonu.

Naukowcy odgrywają istotną rolę w dostarczaniu przemysłowi budowlanemu innowacyjnych, sprawdzonych laboratoryjnie narzędzi, materiałów i metod, które zwiększają wydajność oraz bezpieczeństwo.

## Monika Rokicka Politechnika Białostocka

– Nauka jest podstawą rozwoju przemysłu – to kluczowa myśl, która powinna towarzyszyć naukowcom i praktykom branży budowlanej – podkreśliła prof. Agnieszka Bigaj-van Vliet, członkini Prezydium Międzynarodowej Federacji Betonu Konstruktoryjnego. – Podczas konferencji AMCM możemy ocenić, co już osiągnęliśmy w danych obszarach rozwoju technologii, a gdzie są pola do poprawy praktyki inżynierskiej. Tematy dekarbonizacji, automatyzacji produkcji, nowe techniki obliczeniowe oraz metody analiz to wyzwania, których technologia pilnie potrzebuje.

Dużym wyzwaniem dla sektora budowlanego jest gospodarka obiegu zamkniętego.

– Mówimy tutaj o projektowaniu obiektów, które będą miały albo opcję demontażu i ponownego użycia, albo też potencjał adaptacji do zmieniających się warunków, a także o obiektach zeroemisyjnych – mówił dr hab. inż. Wit Derkowski, prof. PK, przewodniczący Sekcji Konstrukcji Betonowych KILiW PAN. – Każdy z tematów to potencjalny obszar współpracy przemysłu z nauką. I tu dotykamy kolejnego wyzwania: czy my jako naukowcy potrafimy współpracować

z gospodarką? Czy przemysł potrafi współpracować z nauką?

Naukowcy Politechniki Białostockiej aktywnie pracują nad recyklingiem betonu. Swoje kompleksowe rozwiązanie zastrzegli w Urzędzie Patentowym RP. Uczelnia wspiera również ochronę dziedzictwa kulturowego. Prowadzi m.in. szeroko zakrojone badania w XVI-wiecznych, supraskich katakumbach Monasteru Zwiastowania Najświętszej Marii Panny – nietuzinkowym zabytku, któremu w 2023 r. nadano tytuł Pomnika Historii Rzeczypospolitej Polskiej. Naukowcy z politechniki opracowali też technologię naprawy sklepień Archikatedry Białostockiej. Przy ratowaniu konstrukcji zabytku pracują: prof. dr hab. inż. Czesław Miedziałowski, dr hab. inż. Marta Kosior-Kazberuk, prof. PB, oraz dr inż. Marcin Orłowski.

11. Międzynarodową Konferencję „Analytical Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures” (AMCM 2025) w dniach 3–5 grudnia 2025 r. zorganizował Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku Politechniki Białostockiej we współpracy z Polskim Związkiem Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział w Białymstoku oraz Sekcją Konstrukcji Betonowych Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN. ■

# E Koszt



Aplikacja online do zarządzania zleceniami budowlanymi z funkcją kosztorysowania.

Pracuj szybko, wygodnie i skutecznie.

Aktualne dane zapewnia:



Dodaj zadanie

Malowanie pokoju  
u .p Magdaleny



Stop  
25.01.2025  
25

Utwórz kosztorys

Utworzenie	Stan	Zmiana
RM5	Aktualizacja ceny	
10 lut.	10.000	10.000
10 lut.	10.000	10.000

Zakończone

W toku

Po terminie

Zlecenia pod kontrolą

Szybkie i precyzyjne kosztorysowanie

Wygodny dostęp

Dokumentacja pod ręką

...I JESTEŚ NA BIEŻĄCO

# Wybrane aspekty zastosowania promienników gazowych

Rozwój technologii w obszarze gazowych promienników podczerwieni koreluje ze współczesnymi potrzebami ludzi i środowiska.

Zapewnienie komfortu cieplnego użytkownikom budynków halowych i obniżenie w nich zużycia energii cieplnej stanowią niezmiennie wyzwanie dla zarządców. Ponadto różne funkcje budynków wielokubaturowych i prowadzone w nich działalności generują dodatkowe wymagania dotyczące warunków termicznych oraz jakości powietrza wewnętrznego. Szukając sposobów na zagwarantowanie warunków cieplnych użytkownikom przy jednoczesnym uwzględnianiu efektywności energetycznej, podejmowane są różne działania dążące do spełnienia stawianych wyzwań [1]. Fundamentalnym zagadnieniem jest zapewnienie żądanej temperatury w pomieszczeniu, którą w przypadku budynków wielokubaturowych można utrzymać za pomocą systemu ogrzewania z promiennikami podczerwieni.

Promienniki podczerwieni w zależności od źródła zasilania, konstrukcji bądź mocy można przykładowo podzielić na:

- gazowe o niskiej intensywności, tzw. rurowe lub ciemne;
- gazowe o wysokiej intensywności, tzw. ceramiczne lub jasne;
- gazowe zasilane z butli gazowej, tzw. tarasowe grzybki/parasole;
- wodorowe rurowe;
- elektryczne punktowe małej mocy;
- elektryczne kwarcowo-halogenowe;
- elektryczne większej mocy do ogrzewania obszarowego;
- wodne taśmy promieniujące, tzw. promienniki wodne, podwieszane płyty promieniujące lub promienniki sufitowe;
- olejowe przenośne.

Przekazywanie z nich ciepła do elementów otoczenia odbywa się głównie za pomocą fal elektromagnetycznych,

**dr hab. inż. Edyta Dudkiewicz, prof. PWR**  
Politechnika Wrocławska,  
Wydział Inżynierii Środowiska

tj. przez promieniowanie podczerwone (ang. infra red IR). W przypadku urządzeń o niskiej temperaturze <700°C, promieniowanie ma małą energię kwantu i obejmuje zakres dalekiej podczerwieni IR-C. Jest to zakres typowy dla promienników wodnych i gazowych rurowych (fot. 1). Ze wzrostem temperatury urządzenia promieniującego powstaje promieniowanie podczerwone średniofalowe IR-B, które jest typowe dla emiterów o temperaturze 700–1800°C i występuje w promiennikach gazowych ceramicznych. Krótkofalowe promieniowanie podczerwone IR-A jest cechą emiterów o temperaturze powyżej 2200°C,

np. promienników elektrycznych kwarcowo-halogenowych. W przypadku ciał o wysokiej temperaturze (ok. 4000°C) oprócz krótkofalowego promieniowania podczerwonego powstaje promieniowanie widzialne i nadfioletowe. Promieniowanie podczerwone rozchodzi się w próżni, powietrzu, gazach, cieczach oraz ciałach stałych. Powietrze w pomieszczeniu ogrzewa się przez omywanie ogrzanych powierzchni, a jego temperatura bywa niższa niż temperatura promieniowania (wynikająca z temperatury powierzchni przegród i urządzeń). Stąd, zgodnie z teorią komfortu cieplnego oraz wytycznymi normatywnymi (PN-EN ISO 7730:2006 [2], ANSI/ASHRAE Standard 55-2017 [3], PN-EN 16798-1:2019-06 [4], PN-ISO 7726:2001 [5]), wymagania dotyczące środowiska termicznego w pomieszczeniu są opisane za pomocą temperatury



Fot. 1. Rurowy promiennik gazowy w hali sportowej

Fot. autorki

operacyjnej jako temperatury odniesienia [6]. Temperatura operacyjna jest zdefiniowana w normie PN-EN ISO 7730:2006 [2] jako „jednorodna temperatura teoretycznego czarnego pomieszczenia, w którym użytkownik wymienia taką samą ilość ciepła przez promieniowanie i konwekcję jak w rzeczywistym, niejednorodnym środowisku”. Nie jest to wartość empiryczna zmierzona bezpośrednio. Zakresy tej temperatury dla warunków komfortu i racjonalnego zużycia energii przez budynek, zarówno dla okresu zimy, jak i lata, określają normy PN-EN ISO 7730:2006 [2] oraz PN-EN 16798-1:2019-06 [4].

Wiele aspektów związanych z zastosowaniem promienników podczerwieni zasilanych gazem stworzyło przestrzeń do skierowania uwagi czytelnika szczególnie na ten typ urządzeń promieniujących. Rozwijające się, dostosowane do nich technologie współgrają z potrzebami ludzi i środowiska we współczesnym świecie.

## ZASTOSOWANIE

System ogrzewania promiennikami gazowymi jest znany od lat 70. XX w., gdy zaczął być rozwijany w Stanach Zjedno-

zonych, po opatentowaniu pierwszego promiennika z prostymi rurami i ekranem. Zainteresowanie rozwiązaniem szybko rosło i promieniowanie ciepłe zaczęto wykorzystywać powszechnie w coraz nowszych modelach promienników. Stosownie do Rozporządzenia

Komisji (UE) 2024/1103 w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla miejscowych ogrzewaczy pomieszczeń i oddzielnych powiązanych regulatorów oraz uchylające rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1188 [7] ceramiczne i rurowe promienniki podczerwieni jako miejscowe ogrzewacze pomieszczeń przeznaczone są do zastosowań komercyjnych. Instalowane są one do ogrzewania całych budynków, wydzielonych stref lub jako dodatkowe ogrzewanie stanowisk pracy. Mogą być

montowane w budynkach wysokich, użytkowanych okresowo i o słabej izolacji termicznej. Znajdują też zastosowanie na zewnątrz do ogrzewania trybun sportowych, peronów dworców, rozmrażania ramp załadunkowych, a także do suszenia różnych elementów. Są szczególnie

## Przekazywanie ciepła z promienników podczerwieni do elementów otoczenia odbywa się głównie za pomocą fal elektromagnetycznych, tj. przez promieniowanie podczerwone.

powszechne w magazynach, centrach logistycznych i halach produkcyjnych, ale montowane są również w obiektach takich jak: hangary lotnicze, hale widowiskowe, obiekty sportowe, kryte baseny, pawilony handlowe, budynki inwentarskie i gospodarstwa rolne, szklarnie, kościoły, bary sezonowe, namioty oraz zajezdnie transportu publicznego (fot. 2). Niedopuszczalne jest ogrzewanie promiennikami gazowymi pomieszczeń mieszkalnych i biurowych. Generalnie nie są implementowane w pomieszczeniach, w których przechowuje się materiały łatwopalne, produkuje się bądź przechowuje substancje tworzące mieszaniny wybuchowe, łatwopalne gazy lub wydzielają się pyły i opary [8].

Z analizy bieżącej sytuacji oraz globalnych raportów rynku promienników wynika, że branża ta rozwija się intensywnie, gdyż zapotrzebowanie na inwestycje budowlane w postaci budynków halowych ze względu na popyt w sektorze e-commerce jest coraz większe. Zarówno jasne, jak i ciemne promienniki cieszą się popularnością, choć te pierwsze ze względu na otwarte źródło spalania i na to, że spaliny odprowadzane są do wnętrza pomieszczenia, są mniej popularne niż promienniki rurowe. Niekiedy mogą jednak okazać się lepszym lub jedynym rozwiązaniem, gdyż montowane na słupach lub przegrodach pionowych, nie obciążają stropodachów i nie wymagają instalowania kominów [8].



Fot. 2. Promiennik ceramiczny w barze na stoku narciarskim

Dwa lata temu na rynku pojawił się promiennik rurowy z palnikiem wielogazowym, który może być zasilany w 100% wodorem, gazem ziemnym lub gazem płynnym. Na obszarach terenów fabryk, zakładów przemysłowych, które mogą produkować, transportować,

wyposażony promiennik rurowy ma izolowany ekran o wysokim współczynniku refleksyjności, rury wykonane ze stali, modulowany palnik nadmuchowy. Sterowanie mocą promiennika wpływa na oszczędność energii w budynku. Dostępne są modele z automatyczną

sprawność użytkową (tylko promienniki rurowe), sezonową efektywność energetyczną ogrzewania pomieszczeń, współczynnik promieniowania RF, zużycie energii elektrycznej, pobór mocy, zapotrzebowanie na energię stałego płomienia pilotującego, rodzaje regulatorów mocy cieplnej i straty przez osłonę.

## **Często podnoszoną kwestią był brak regulacji prawnych dotyczących wiarygodności deklarowanych wartości parametrów opisujących sprawność promiennika gazowego.**

buforować i konwertować energię na miejscu, rozwiązanie z gospodarką wodorową przyczynia się do dekarbonizacji ogrzewania budynków przemysłowych. Rozwiązanie to jest już z powodzeniem stosowane w halach na terenie Niemiec [8, 9].

### **SPRAWNOŚĆ**

Z bilansu ciepła promiennika gazowego wynika, że całkowita ilość ciepła z promiennika jest sumą: mocy cieplnej promieniowania wysyłanej w żądanym kierunku, strat ciepła na skutek konwekcji z elementów konstrukcyjnych do otoczenia, strat ciepła spowodowanych promieniowaniem w niepożądanym kierunku oraz strat ciepła zawartych w spalinach. Ilość strat ciepła zależy od jakości elementów konstrukcyjnych, materiału izolacyjnego urządzenia oraz typu palnika. Elementy te mogą znacznie się różnić w zależności od producenta oraz typu. Oczywiście jakość tych części wpływa na koszt i wydajność całego rozwiązania, zużycie gazu, a także na koszty eksploatacji instalacji. Przykładowo, lepiej

regulacją palnika w różnych zakresach mocy, tj. od 50 lub 70%, oraz takie, w których wydajność cieplna może być ustawiana manualnie.

Często podnoszoną kwestią był brak regulacji prawnych dotyczących wiarygodności deklarowanych wartości parametrów opisujących sprawność promiennika gazowego. Do opisu sprawności promienników używane były takie parametry jak sprawność: cieplna, kominowa, kierunkowa i promieniowania, współczynniki promieniowania i radiacji, sezonowa efektywność energetyczna. Niektóre parametry o tych samych nazwach są różnie definiowane w literaturze przedmiotu i normach branżowych. Rozporządzenie 2024/1103 [7], które obowiązuje od 1 lipca 2025 r., podaje, że w instrukcjach obsługi dla instalatorów i użytkowników oraz na ogólnie dostępnych stronach internetowych producentów, ich upoważnionych przedstawicieli i importerów umieszczane są informacje określone w tabeli 5 rozporządzenia. Zawierają one m.in.: moc cieplną nominalną i minimalną,

Na właściwą predykcję ilości energii, która zostanie zużyta przez promienniki gazowe i na oszacowanie opłacalności inwestycji pozwalają dwa współczynniki: sezonowa efektywność energetyczna zdefiniowana zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) 2024/1103 [7] i współczynnik promieniowania RF. Sezonową efektywność energetyczną ogrzewania pomieszczeń  $\eta_s$  oblicza się jako sezonową efektywność energetyczną ogrzewania pomieszczeń w trybie aktywnym  $\eta_{s, on}$ , skorygowaną o czynniki uwzględniające regulację mocy cieplnej, zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne i zużycie energii przez stały płomień pilotujący. Współczynnik RF przy nominalnej mocy cieplnej odpowiada współczynnikowi  $R_f$  opisanemu w normach EN 419:2019: § 7.6.3 [10], EN 416:2019 § 7.5.3 [11], EN 17175:2019 [12].  $R_f$  opiera się na wartości opałowej i przy minimalnej mocy cieplnej odpowiada  $R_f$  mierzonemu odpowiednio przy minimalnej mocy cieplnej.

Rozporządzenie [7] zawiera nowe, bardziej restrykcyjne wymogi, jakie powinien spełniać ekoprojekt w zakresie efektywności energetycznej oraz emisji tlenków azotu ( $NO_x$ ) dla miejscowych ogrzewaczy pomieszczeń do zastosowań komercyjnych. W tab. podano te wymagania zgodnie z załącznikiem II tego rozporządzenia. Promienniki, które nie spełniają wymagań ekoprojektu, musiały zostać wycofane z oferty producentów. Te zamontowane już w obiektach pełnią funkcję grzewczą [9].

Współczynniki promieniowania promienników ceramicznych dostępnych na rynku mieszczą się w zakresie od 60,6 do 80,9%, zaś promienników rurowych: od 55,0 do 83,0%.

**Tab. Wymagania dotyczące ekoprojektu dla promienników gazowych [7]**

Wymaganie	Gazowy promiennik podczerwieni	
	ceramiczny	rurowy
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń przez promiennik podczerwieni $\eta_s$ , %	90	80
Emisje tlenków azotu przez promiennik ceramiczny i rurowy, mg/kWh <sub>input</sub>	180	180

Nie istnieje oficjalny podział promienników ze względu na sprawność. Określenie „wysokosprawny promiennik gazowy” można odnieść do urządzeń o  $R_f$  powyżej 70%. W przypadku promienników o niskiej sprawności, czyli  $R_f$  poniżej 65%, oraz standardowych, czyli o  $R_f$  w zakresie 65–70%, zwiększają się konwekcyjne i radiacyjne straty ciepła z urządzenia. Zastosowanie promiennika o niskiej sprawności promieniowania powoduje wysyłanie mniejszej ilości ciepła w żądanym kierunku i konieczność zamontowania większej liczby urządzeń w celu uzyskania w hali wymaganej temperatury operacyjnej.

Sprawność użytkowa przy nominalnej albo minimalnej mocy cieplnej oznacza, wyrażany w %, stosunek wytworzonego ciepła użytkowego do całkowitego poboru energii, przy czym wartości opierają się na cieple spalania paliwa [7].

Należy zauważyć, że w obecnej metodologii certyfikacji budynków zielonych w popularnych na rynku systemach LEED i BREEAM, dzięki zastosowaniu wysokosprawnych promienników gazowych możliwe jest uzyskanie od 1 do 2 punktów. O certyfikat coraz częściej ubiegają się inwestorzy wznoszący budynki halowe, np. magazynowo-przemysłowe. Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego podaje, że w 2021 r. liczba obiektów magazynowo-przemysłowych budowanych zgodnie z założeniami certyfikacji wielokryterialnych była wyższa niż liczba budynków biurowych.

### ODZYSK CIEPŁA ODPADOWEGO

Zastosowanie systemów odzysku ciepła odpadowego jest nie tylko zgodne z współczesnymi działaniami dążącymi do dekarbonizacji i wzrostu efektywności energetycznej urządzeń oraz budynków, ale w pewnych rozwiązaniach może być bardziej ekonomiczne niż instalacje z wykorzystaniem energii odnawialnej. Norma PN-EN 416:2020-03 [11] w załączniku R podaje wytyczne i zasady obliczania sprawności wymienników ciepła



Fot. 3. Płyta promiennika ceramicznego rozgrzana do temperatury 1200°C

w układzie odzysku ciepła ze spalin. Również norma PN-EN 17175:2020-03 [12] obejmuje urządzenia wyposażone w dodatkowy wymiennik ciepła w systemie spalinowym.

Biorąc pod uwagę ciepło odpadowe ze spalin, można sklasyfikować je ze względu na temperaturę na zakresy: niskie (<230°C), średnie (230–650°C), wysokie (>650°C) [13].

Temperatura spalin na wylocie z promiennika rurowego jest zależna od jego rodzaju i sprawności. W przypadku

promieniowanie. Zatem przy wyborze układu odzysku ciepła dla promienników o niższej sprawności radiacyjnej odzyskać można większą ilość ciepła odpadowego. Wskazane jest jednak przeprowadzenie analizy ekonomicznej kosztów skumulowanych, gdyż zużycie gazu będzie większe. Należy zauważyć również, że istotnym elementem jest wybór dostawcy gazu i taryfy. Opłaty w zależności od tej wybranej, ze względu na odmienne stawki opłat, mogą różnić się między sobą nawet

## Temperatura spalin na wylocie z promiennika rurowego zależy od jego rodzaju i sprawności.

wysokosprawnych promienników rurowych temperatura spalin na wyjściu z promiennika to niemal 200°C, zaś dla promienników o sprawności niższej to ok. 350°C. Z kolei temperatura na powierzchni płyty ceramicznej promiennika jasnego może wynosić do 1200°C (fot. 3). Ponadto ekran promiennika ceramicznego o niższej sprawności nagrzewa się do wysokich temperatur, generując ciepło konwekcyjne i przez

o 5,5%, co przy dużej ilości zużywanego paliwa może stanowić nawet kilka tysięcy złotych rocznie [14].

Dzięki nowoczesnym rozwiązaniom technologicznym możliwe jest odzyskiwanie ciepła odpadowego ze spalin promienników gazowych, gorącego powietrza koncentrującego się wokół promiennika gazowego, mieszaniny gorących spalin i powietrza. Układy odzysku ciepła można konstruować dla jednego

urządzenia (układ indywidualny) lub dla grupy urządzeń (układ zbiorowy).

Jako kryterium podziału schematów odzysku ciepła z promienników gazowych przyjmuje się czynnik roboczy w wymienniku ciepła, który stanowi rdzeń każdego z systemów [13, 15]. W układzie odzysku ciepła z wymiennikiem ciepła spaliny/woda można zastosować zarówno jeden, jak i kilka promienników rurowych. Spaliny z promienników są wywiewane za pomocą wentylatora przez izolowany układ przewodów, wymiennik ciepła „hydro”, a następnie odprowadzane kominem na zewnątrz budynku. Woda podgrzana w wymienniku jest gromadzona w zbiorniku buforowym i bywa przeznaczana do dalszego użytku, np. do ogrzania pomieszczeń biurowych i łazienek. Układ można również dostosować do przygotowania ciepłej wody użytkowej [13–15].

W układzie odzysku ciepła z wymiennikiem ciepła spaliny/powietrze podgrzewane jest powietrze, które następnie nawiewane jest do strefy przebywania ludzi lub zwierząt. W układzie tym nie ma akumulacji ciepła, ogrzane powietrze jest od razu kierowane do hali. Ten system odzysku ciepła ze spalin może być wykonany z wykorzystaniem pojedynczego urządzenia lub grupy promienników rurowych z wymiennikiem na zbiorczym przewodzie spalinowym [13–15]. Należy zauważyć, że zgodnie z normą [11] sprawność wymiennika ciepła musi wynosić co najmniej 40%.

W układzie odzysku z wymiennikiem powietrze odpadowe/powietrze struga powietrza odpadowego jest doprowadzana układem przewodów do wymiennika „aero”. Trafia tam ciepłe powietrze spod stropu hali, będące mieszaniną spalin oraz powietrza odpadowego powstałego w wyniku procesów technologicznych prowadzonych w hali, działania oświetlenia i maszyn, a także ciepła oddawanego przez ekrany promienników na drodze konwekcji. Wymiennik ciepła zamontowany na prze-

grodzie zewnętrznej umożliwia ogrzanie powietrza zewnętrznego dostarczanego do hali, a układ jest zintegrowany z wentylacją hali [13–15].

Opisany układ odzysku w patencie [16] składa się z okapu umiejscowionego nad ceramicznym promiennikiem gazowym, w który wbudowany jest wymiennik ciepła powietrze odpadowe/woda. Proponuje się trzy możliwości wykorzystania ciepła transportowanego przez czynnik roboczy z układu odzysku ciepła odpadowego:

- 1) bezpośrednie zastosowanie ciepła jako medium w innym urządzeniu, bez akumulacji ciepła;
- 2) podłączenie czynnika roboczego do zbiornika buforowego bez wężownicy, w którym następuje akumulacja ciepła;
- 3) pośrednie wykorzystanie ciepła z akumulacją ciepła w podgrzewaczu i dodatkowym wymiennikiem ciepła.

Układ może być wyposażony w wentylator wyciągowy, który zapewnia poprawę wymiany ciepła i może być użyty do intensyfikacji wentylacji pomieszczenia ogrzewanego przez promiennik gazowy.

## PODSUMOWANIE

Rynek promienników gazowych wciąż się rozwija. Silny nacisk na efektywność energetyczną, zwiększenie trwałości i wydajności pozwalają sprostać zmieniającym się wymaganiom współczesnego budownictwa halowego. Wprowadzane są rozwiązania nowej generacji, kluczowe dla zapewnienia żądanych warunków w pomieszczeniach wielokubaturowych, optymalizacji zysków i zrównoważonego rozwoju. ■

## Literatura

[1] Orman Ł.J. i in., „Comparative Analysis of Subjective Indoor Environment Assessment in Actual and Simulated Conditions” w *Energies*, nr 17, 2024.

[2] PN-EN ISO 7730:2006. Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczenie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów miejscowego komfortu termicznego.

[3] ANSI/ASHRAE 55-2017. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.

[4] PN-EN 16798-1:2019-06. Charakterystyka energetyczna budynków – Część 1: Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków w odniesieniu do jakości powietrza wewnętrznego, środowiska cieplnego, oświetlenia i akustyki – Moduł M1-6.

[5] PN-ISO 7726:2001. Ergonomia środowiska termicznego – Przyrządy do pomiaru wielkości fizycznych.

[6] Laska M., Dudkiewicz E., Fidorów-Kaprawy N., „Wyższa temperatura operacyjna preferencją kobiet – prawda czy mit?” w *Facta Ficta. Almanach*, nr 1, 2024, s. 531–550.

[7] Rozporządzenie 2024/1103 w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla miejscowych ogrzewaczy pomieszczeń i oddzielnych powiązanych regulatorów oraz uchylające rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1188.

[8] Dudkiewicz E., Szałański P., Kowalski P., „Wpływ rozwiązań systemu ogrzewania hali promiennikami gazowymi na neutralność węglową” w *COW*, nr 10, 2024, s. 22–25.

[9] Dudkiewicz E., Szałański P., „Innowacyjny system grzewczy z promiennikiem wielogazowym” w *Rynek Instalacyjny*, nr 10, 2024, s. 50–52.

[10] PN-EN 419:2020-03. Gazowe promienniki wysokotemperaturowe do stosowania w pomieszczeniach niemieszkalnych – Bezpieczeństwo i efektywność energetyczna.

[11] PN-EN 416:2020-03. Gazowe rury promieniujące i systemy rur promieniujących do stosowania w pomieszczeniach niemieszkalnych – Bezpieczeństwo i efektywność energetyczna.

[12] PN-EN 17175:2020-03. Sufitowe gazowe promienniki taśmowe oraz wielopalnikowe systemy rur promieniujących do stosowania w pomieszczeniach niemieszkalnych – Bezpieczeństwo i efektywność energetyczna.

[13] Dudkiewicz E., Szałański P., „Overview of exhaust gas heat recovery technologies for radiant heating systems in large halls” w *Thermal Science and Engineering Progress*, nr 18, 2020, art. 100522, s. 1–15.

[14] Dudkiewicz E., Fidorów-Kaprawy N., „Wykorzystanie ciepła ze spalin promienników do przygotowania ciepłej wody” w *Rynek Instalacyjny*, nr 6, 2015, s. 18–22.

[15] Dudkiewicz E., „Odzysk ciepła odpadowego w halach ogrzewanych promiennikami gazowymi” w *Informator Budowlany Murator*, 2021.

[16] Dudkiewicz E., Szałański P., „Układ do usuwania zanieczyszczeń gazowych i odzysku ciepła odpadowego z gazowych promienników ceramicznych”, Patent nr 245695, zgłosz. pat. nr P 440644.

# 80 lat Politechniki Krakowskiej



Nauka, technika, kultura i sztuka były motywu przewodnim obchodów 80-lecia Politechniki Krakowskiej. Jubileusz jednej z najlepszych uczelni technicznych w Polsce zainicjowała w styczniu 2025 r. gala w Teatrze im. Juliusza Słowackiego, sięgająca do korzeni ośmiu dekad politechnicznego kształcenia pod Wawelem. Finałem świętowania była Gala Biznesu.

**W** pejzażu Krakowa 80. urodziny uczelni w 2025 r. uczczono pierwszym w mieście murałem z wizerunkiem Tadeusza Kościuszki na głównym kampusie. Dzieło, wpisane w symbolikę rysunku technicznego, łączy inżynierię ze sztuką. Niezwykłym darem dla uczelni od rodziny Magierów był nieznan dotąd publicznie cenny rękopis Tadeusza Kościuszki z 1792 r., który wzbogacił zbiory muzealne politechniki.

Jubileuszowy rok obfitował też w wydarzenia naukowe. Odbyły się prestiżowe konferencje z udziałem wybitnych polskich i zagranicznych badaczy, skupione wokół badawczych oraz gospodarczych zagadnień związanych z działalnością Politechniki Krakowskiej: zrównoważonego budownictwa i transportu, cyfryzacji w dobie przemysłu 4.0, technologii smart cities, transformacji energetycznej, wyzwania środowiskowych w triadzie woda – zieleń – miasto oraz innowacji biotechnologicznych. Podczas Dnia Wynałazków pod hasłem „80 wynalazków na 80-lecie Politechniki Krakowskiej” zaprezentowano najciekawsze innowacje opracowane na PK: od skanera rentgenowskiego dla kopalń, przez system oczyszczania wody, bolid wodorowy i elektryczny pojazd dla osób z niepełnosprawnościami, po drukowane w technologii 3D implanty kości.

Ekspertsi uczelni mówili o kluczowych innowacjach podczas Forum Ekonomicznego 2025 w Karpaczu. Wzięli udział w ponad 30 panelach dyskusyjnych dotyczących najbardziej aktualnych tematów polskiej oraz europejskiej gospodarki, takich jak: transport przyszłości, bezpieczeństwo surowcowe

i geopolityka materiałów krytycznych, rolnictwo 4.0, inżynierskie kształcenie 5.0, biomateriały i biotechnologie w innowacyjnym przemyśle, sztuczna inteligencja w medycynie, odporność miast i regionów.

Ważne miejsce w programie jubileuszu miały kultura i sztuka. Podczas Koncertu Trzech Rektorów w Filharmonii Krakowskiej (inspirowanego m.in. absolwentami uczelni – Markiem Grechutą oraz Tadeuszem Kościuszką) można było wysłuchać brawurowych improwizacji. Na wystawie „Osobowości Politechniki Krakowskiej” zaprezentowane zostały artystyczne insta-

lacje przedstawiające 80 wybitnych postaci w historii PK, m.in.: architekta i malarza Zdzisława Beksińskiego, medalistę olimpijskiego Wojciecha Zabłockiego, pisarza i dramaturga Sławomira Mrożka, piosenkarkę Ewę Demarczyk, architektów Witolda Cęckiewicza, Wiktora Zina, Stanisława Juchnowicza, naukowców Romana Ciesielskiego, Michała Życzkowskiego i Adama Grochowalskiego.

Wśród wielu jubileuszowych wydarzeń dla studentów znalazł się m.in. międzynarodowy konkurs architektoniczny na koncepcję zagospodarowania największego kampusu politechniki w krakowskiej dzielnicy Czyżyny. Konkurs „CUT Campus: Driven by novel approaches” przyniósł ponad 250 projektów, stworzonych przez ok. 500 młodych projektantów z Polski i świata. Ich wizje będą inspiracją dla uczelni przy tworzeniu nowoczesnej przestrzeni akademickiej w stylu doliny innowacji.

Główne obchody jubileuszowe zwińczyła Gala Biznesu z przyznanymi po raz pierwszy nagrodami „Horyzont innowacji” dla partnerów uczelni wspierających jej badawczą i edukacyjną misję. Otrzymali je: Zbigniew Pilch, dyrektor Stowarzyszenia Producentów Cementu, firma Sii, Rada Przedsiębiorców Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej, FAKRO sp. z o.o., Łęgrzprzem Sp. z o.o., Wodociągi Miasta Krakowa, dr Leonard Szczepkowski (dyrektor ds. rozwoju FAMPUR Adam Przekurat) oraz HEXAGON AB. Nagrody wręczyli prof. Andrzej Szarata, rektor Politechniki Krakowskiej, oraz przedstawiciele władz poszczególnych wydziałów.

W obchodach 80-lecia PK brał także udział Filip Pachla, wiceprezes PIIB. ■



MATERIAŁ  
MARKETINGOWY



# Ferie w górach?

PZU Sport działa także na Podhalu

Więcej na: [sport.pzu.pl](http://sport.pzu.pl)



# Ferie na Podhalu z PZU Sport – aktywny wypoczynek dla całej rodziny

Zima w górach to czas, który sprzyja zarówno relaksowi, jak i aktywności fizycznej. Podhale, ze swoją malowniczą scenerią oraz bogatą ofertą atrakcji, jest idealnym miejscem na rodzinne ferie. Dzięki PZU Sport możesz w pełni wykorzystać ten czas, łącząc odpoczynek z ruchem i zdrowym stylem życia.



## DLACZEGO WARTO POSTAWIĆ NA AKTYWNOŚĆ W FERIE?

Ferie to doskonała okazja, aby oderwać się od codziennych obowiązków i spędzić czas z najbliższymi. Wspólne aktywności wzmacniają więzi rodzinne, poprawiają samopoczucie i dodają energii. Zimowe sporty, spacery lub relaks w wodzie to nie tylko przyjemność, ale także inwestycja w zdrowie – ruch na świeżym powietrzu wspiera odporność, a aktywność fizyczna redukuje stres.

## PODHALE – RAJ DLA MIŁOŚNIKÓW SPORTU I NATURY

Region Podhala oferuje niezliczone możliwości spędzania czasu. Stoki narciarskie w Białce Tatrzańskiej, Bukowinie Tatrzańskiej i Zakopanem to klasyka zimowych ferii. Ale to dopiero początek... Lodowiska, trasy do narciarstwa biegowego, kuligi oraz górskie wędrowki – każdy znajdzie tu coś dla siebie. Po dniu pełnym wrażeń warto zrelaksować się w termach. Ciepłe baseny i strefy SPA to idealny sposób na regenerację.

W ramach programu możesz korzystać z:
 

- basenów i term – idealnych na rodzinny relaks po aktywnym dniu;
- siłowni i klubów fitness – dla tych, którzy chcą zadbać o formę niezależnie od pogody;
- lodowisk i innych obiektów sportowych – dla miłośników zimowych atrakcji.

## PZU SPORT – TWÓJ KLUCZ DO AKTYWNOŚCI

Dzięki PZU Sport masz dostęp do **ponad 4200 obiektów sportowych** w całej Polsce, w tym również na Podhalu.

W ramach programu możesz korzystać z:

- basenów i term – idealnych na rodzinny relaks po aktywnym dniu;
- siłowni i klubów fitness – dla tych, którzy chcą zadbać o formę niezależnie od pogody;
- lodowisk i innych obiektów sportowych – dla miłośników zimowych atrakcji.

To świetna okazja, aby ferie były nie tylko czasem odpoczynku, ale też aktywności, która daje radość i zdrowie.

## JAK ZAPLANOWAĆ FERIE Z PZU SPORT?

- 1. Wybierz lokalizację** – Podhale to doskonałe miejsce dla rodzin i osób indywidualnych.
- 2. Sprawdź obiekty w aplikacji mojePZU** – znajdziesz tam listę miejsc, w których możesz korzystać z abonamentu.
- 3. Zaplanuj różnorodne aktywności** – połącz narciarstwo z relaksem w termach i rodzinnymi spacerami.
- 4. Ciesz się chwilą** – ferie to czas dla Ciebie i Twoich bliskich.

**Aktywne ferie to najlepszy sposób na regenerację i wspólne przeżycia. Z PZU Sport masz wszystko, czego potrzebujesz, aby zimowy wypoczynek był pełen energii i radości. Podhale czeka – czas ruszyć w góry! ■**



**Ofertę abonamentu sportowo-rekreacyjnego PZU Sport znajdziesz na:**  
[portal.piib.org.pl](http://portal.piib.org.pl)

# Sztuczna inteligencja w opiniowaniu – szansa czy zagrożenie?

## Perspektywa biegłego

Revolucja cyfrowa, napędzana w ostatnich latach przez dynamiczny rozwój sztucznej inteligencji (AI), przenika niemal każdą sferę życia gospodarczego i społecznego. Proces ten nie omija również takich obszarów jak budownictwo i prawo. Na ich styku funkcjonuje biegły sądowy – ekspert, którego rola, choć wspierana przez nowoczesne narzędzia, przez lata pozostawała ugruntowana na tych samych, fundamentalnych zasadach odpowiedzialności i wiedzy.

**D**ziś, gdy do dyspozycji są narzędzia, które oferują nie tylko automatyzację obliczeń, ale także szeroką ich analizę, warto się zastanowić, czy AI w opiniowaniu to szansa na bardziej precyzyjną i efektywną pracę czy zagrożenie, że zastąpi biegłego.

### BIEGŁY SĄDOWY Z ZAKRESU BUDOWNICTWA

Potocznie za biegłego uznaje się osobę posiadającą bogate doświadczenie zawodowe i uważaną za eksperta w danej dziedzinie. W znaczeniu proceduralnym biegły jest powołany przez sąd w myśl art. 157 § 2 Ustawy z dnia 27 lipca 2001 r. – Prawo o ustroju sądów powszechnych [1] oraz Rozporządzenia Ministra Sprawiedliwości z dnia 24 stycznia 2005 r. w sprawie biegłych sądowych [2]. Musi dysponować specjalistyczną wiedzą, a jego zadania można powierzyć także osobie prawnej, instytucji naukowej lub naukowo-badawczej, o ile ich opinia może się przyczynić do wyjaśnienia sprawy. Z tego wynika, że w obec-



**Rafał Dybicz**

biegły sądowy;  
rzecznik PSRiBS;  
wykładowca akademicki

nym systemie prawnym sztuczna inteligencja nie może zastąpić biegłego.

Przyjrzyjmy się więc sztucznej inteligencji jako jednemu z narzędzi w warsztacie biegłego oraz temu, w jaki sposób może ona wspierać proces analizy dowodów, usprawniać pracę eksperta i wpływać na jakość wydawanych przez niego opinii. Nie można też pomijać zagrożeń związanych z jej stosowaniem: od ryzyka błędnych interpretacji i stronniczości algorytmów, przez problemy z bezpieczeństwem danych, aż po pokusę nadmiernego polegania na technologii i wyręczenia się nią, co może obniżyć jakość opinii.

### CZYM JEST AI?

W „Załączniku nr 1: Definicja AI” do Uchwały nr 196 Rady Ministrów z dnia 28 grudnia 2020 r. w sprawie ustanowienia

„Polityki dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020” [3] zapisano, że: „Sztuczna inteligencja (ang. Artificial Intelligence – AI) próbuje się definiować jako dziedzinę wiedzy obejmującą m.in. sieci neuronowe, robotykę i tworzenie modeli zachowań inteligentnych oraz programów komputerowych symulujących te zachowania, włączając w to również uczenie maszynowe (ang. machine learning), głębokie uczenie (ang. deep learning) oraz uczenie wzmocnione (ang. reinforcement learning)”. Ani w Polsce, ani za granicą nie sformułowano jeszcze ostatecznej prawnej definicji tego pojęcia. Wypracowano za to międzynarodowy konsensus dotyczący ujęcia definicji sztucznej inteligencji od strony modelu systemowego [4, 5]. Jest on oparty na technicznym nurcie rozwoju modelu inteligentnego agenta: „Podejście to sprowadza się do opisu sztucznej inteligencji jako Systemu AI. [...] Polityka AI opiera się na przyjęciu Systemu AI jako centralnego pojęcia dla technologicznego ujęcia sztucznej inteligencji. Tym samym

polska Polityka AI przyjmuje za własną definicję Systemu AI wypracowaną w ramach OECD przez grupę niezależnych ekspertów AIGO (OECD)<sup>1</sup> [3].

Zgodnie z tą definicją System AI to „system oparty na koncepcji maszyny, która może wpływać na środowisko, formułując zalecenia, przewidywania lub decyzje dotyczące zadanego zestawu celów. Czyni to, wykorzystując dane wejściowe, maszynowe lub ludzkie do:

- postrzegania rzeczywistych lub wirtualnych środowisk,
- streszczania takiego postrzegania w mo- dele ręcznie lub automatycznie,
- wykorzystywania interpretacji modeli do formułowania opcji wyników” [3].

### AI JAKO INTELIGENTNY ASYSTENT

Mimo braku ostatecznego zdefiniowania i uregulowania prawem kwestii AI, jej pojawienie się w pracy biegłego rodzi fundamentalne pytania o przyszłość zawodu, metodologię pracy i, co najważniejsze, o odpowiedzialność za wydaną opinię. Warto przeanalizować, w jakich aspektach wykorzystanie narzędzi opartych na sztucznej inteligencji może być wartością dodaną.

Niewątpliwym, a zarazem kluczowym atutem sztucznej inteligencji jest szybkość i skala analizy danych. W mojej praktyce nie- rzadko stawałem przed koniecznością prze- rzenia akt sprawy obejmujących dziesiątki segregatorów dokumentów. W niedalekiej przyszłości w związku z rozwojem cyfryza- cji pojawią się terabajty danych cyfrowych: od korespondencji e-mailowej, przez doku- mentację fotograficzną, aż po złożone pliki BIM. Analiza takiego materiału tradycyj- nymi metodami wymaga tygodni żmudnej pracy. Tymczasem narzędzia oparte na prze- twarzaniu języka naturalnego (NLP) potra- fią ją przeprowadzić w maksymalnie kilka minut, wskazać dokumenty kluczowe dla sprawy, zidentyfikować powiązania między zapisami, a nawet wychwycić sprzeczności, np. rozbieżności między treścią umowy, jej

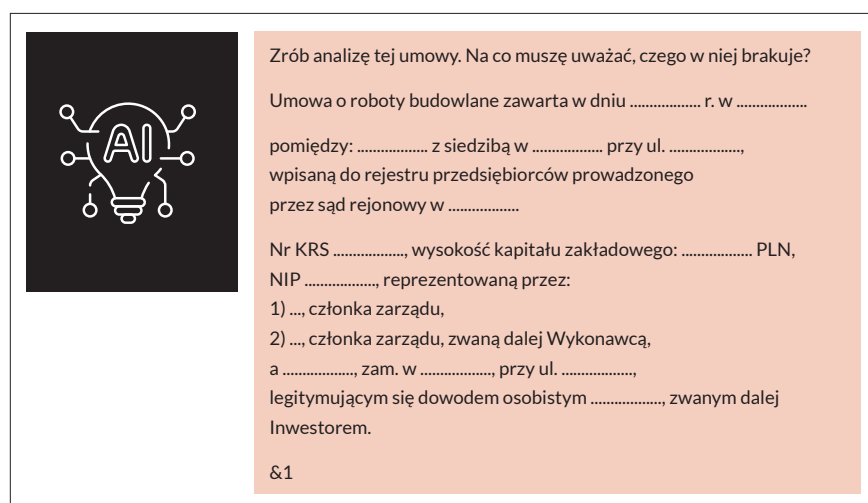
aneksami a zapisami w dzienniku budowy. Dzięki temu biegły może oszczędzić mnó- stwo czasu i więcej uwagi poświęcić na in- terpretację oraz ocenę materiału.

Możliwości wykorzystania sztucz- nej inteligencji ukazuje przykład oceny umowy o roboty budowlane przeprowa- dzonej w darmowej wersji programu Copi- lot<sup>1</sup>. Na rys. 1 i 2 pokazano jej kolejne etapy.

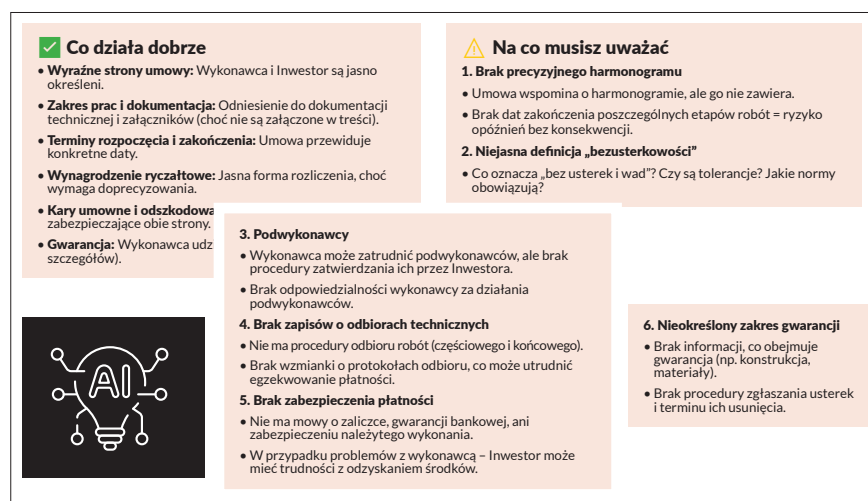
Copilot jest uniwersalnym narzędziem AI, a nie specjalnym agentem wyszkolo- nym na dużych zbiorach danych praw- nych, zdolnym do głębszej interpretacji

przepisów i obsługi dużych wolumenów dokumentów. Jednak nawet w darmowej wersji, bez logowania, udało się przeana- lizować umowę na zadowalającym pozio- mie, a program zidentyfikował jej braki i zagrożenia dla inwestora.

Copilot w przejrzysty sposób wskazał elementy sformułowane poprawnie, ob- szary wymagające doprecyzowania oraz potencjalne ryzyka. W tabeli zestawili braku- jące elementy z ich uzasadnieniem. Po- nieważ umowa była krótka, cała operacja zajęła kilka sekund.



Rys. 1. Analiza umowy za pomocą AI – użyty prompt



Rys. 2. Analiza umowy za pomocą AI – mocne i słabe strony umowy

Rys. autora

<sup>1</sup> Opisane przykłady pochodzą z prezentacji przygotowanej na potrzeby wystąpienia podczas II Konferencji PSRiBS „Dowód z opinii biegłego z zakresu budownictwa” (która odbyła się 26 września 2025 r.).

❌ Czego brakuje		
Element	Dlaczego jest ważny	Co może się stać bez niego
Harmonogram robót	Umożliwia kontrolę postępu	Opóźnienia bez konsekwencji
Procedura odbioru	Formalizuje zakończenie prac	Spory o jakość i termin
Zasady współpracy z podwykonawcami	Chroni Inwestora	Brak kontroli nad jakością
Zabezpieczenie płatności	Chroni obie strony	Ryzyko niewypłacalności
Szczegóły gwarancji	Określa odpowiedzialność	Trudności w egzekwowaniu napraw
Klauzula siły wyższej	Chroni w razie zdarzeń losowych	Brak ochrony w razie np. powodzi
Opis materiałów i standardów	Zapewnia jakość	Możliwe użycie tańszych zamienników

**Rys. 3. Analiza umowy za pomocą AI – braki w umowie**

Podobne badania przeprowadzono również na innym popularnym modelu AI – Gemini. Za przykład badawczy posłużyła jedna z wykonanych przez autora artykułu opinii. Zadanie polegało na ocenie prawidłowości wykonania obróbek blacharskich na podstawie czterech zdjęć. Na rys. 4 pokazano użyty prompt (polecenie dla chatbota).

Algorytm wskazał potencjalne nieprawidłowości, m.in.:

„2. Podłoże pod obróbką blacharską

Zdjęcie 20220429\_103927.jpg ujawnia bardzo istotny szczegół – jako podłoże pod opierzenie zastosowano płytę OSB.

• Zastosowanie płyty OSB: Użycie płyty OSB do wyrównania i usztywnienia pod-

łoża pod obróbką jest praktyką spotykaną, ale obciążoną dużym ryzykiem, jeśli nie zostanie wykonana prawidłowo.

• Rodzaj płyty: Kluczowe jest, czy zastosowano płytę o podwyższonej odporności na wilgoć (np. OSB/3 lub OSB/4). Użycie zwykłej płyty OSB w tym miejscu jest błędem.

Zabezpieczenie przed wilgocią: Płyta OSB, nawet ta o podwyższonej odporności, nie jest w pełni wodoodporna. Jej krawędzie są szczególnie narażone na pęcznienie pod wpływem wilgoci. Na zdjęciu nie widać, aby papa pokrywająca dach była wywinęta na czoło lub wierzch płyty OSB, co stanowiłoby kluczowe zabezpieczenie hydroizolacyjne.

Styk papy z płytą OSB tworzy potencjalną drogę dla wody, która może prowadzić do degradacji płyty, a w konsekwencji do uszkodzenia i rozszczelnienia całej obróbki blacharskiej”.

Główny wniosek sformułowany przez Gemini był zgodny z konkluzją biegłego. Powodem oderwania obróbki przez wiatr było nieprawidłowe wykonanie podłoża pod jej montaż. Niezabezpieczona niczym płyta OSB, choć prawidłowo dobrana, uległa oddziaływaniu wilgoci i podczas silnego wiatru blacha została zerwana.

Ciekawe było również to, że na podstawie sfotografowanego numeru wydrukowanego na płycie chatbot prawidłowo określił jej typ i przeznaczenie (rys. 5):

„Tak, ten nadruk jednoznacznie potwierdza wcześniejsze ustalenia i dostarcza kluczowej informacji.


Na płycie wyraźnie widać oznaczenie OSB/3. Co to oznacza?


Prawidłowy dobór materiału: Jak wyjaśniałem wcześniej, norma EN 300 klasyfikuje płyty OSB, a typ OSB/3 jest przeznaczony do zastosowań nośnych w warunkach o umiarkowanej wilgotności. Oznacza to, że sama płyta została dobrana prawidłowo do zastosowania jako podkład pod pokrycie dachu.

Dodatkowe normy: Na stemplu widać również odniesienie do normy EN 13986. Jest to zharmonizowana norma europejska, która określa właściwości i wymagania dla płyt drewnopochodnych stosowanych w budownictwie. Potwierdza ona, że jest to certyfikowany materiał budowlany”.

Przykład ten pokazuje, że AI może być użytecznym narzędziem w pracy eksperta i biegłego w budownictwie. Nawet ogólnodostępne, darmowe wersje niewyspecjalizowanych narzędzi, takich jak Copilot czy Gemini 2.5, mogą wspierać proces analizy, dokumentowania i komunikacji, o ile operator dysponuje odpowiednim poziomem wiedzy technicznej. Kluczowe jest właściwe formułowanie pytań (promptów) i zwracanie uwagi na istotne szczegóły. AI potrafi szybko porządkować dane, generować warianty

Rys. autora





Robimy opinię techniczną. Zrób mi analizę prawidłowości wykonania obróbek blacharskich na podstawie wklejonych zdjęć.

**Rys. 4. Analiza przypadku na podstawie zdjęć**

rozwiązań, tworzyć zrozumiałe opisy techniczne oraz adaptować treści pod kątem różnych odbiorców: od inwestora po sąd. Opcje rozpoznawania obrazu mogą wspierać ocenę stanu technicznego. Oczywiście nie chodzi tu o automatyzację ekspertyzy, lecz o inteligentne wsparcie, które pozwala ekspertowi skupić się na tym, co kluczowe: ocenie ryzyka, interpretacji technicznej i precyzyjnym formułowaniu wniosków.

Ważna jest jakość materiału wejściowego. Ten zaś, jak wskazuje praktyka spraw sądowych z zakresu budownictwa, często bywa niskiej jakości. Budowa jest już zakończona, ewentualne wady zostały usunięte, a strony nie dysponują dokumentacją fotograficzną ani techniczną, ograniczając się do krótkich opisów. W takiej sytuacji nawet najbardziej zaawansowane narzędzia AI nie pomogą w sporządzeniu opinii.

## PUŁAPKI ALGORYTMICZNE I DYLEMATY ODPOWIEDZIALNOŚCI

AI w pracy biegłego budowlanego niesie też ze sobą ryzyka [6]. Kluczowe pojęcia to zagadnienie „czarnej skrzynki”, halucynowanie i zasada „garbage in, garbage out”. Problem „czarnej skrzynki” w sztucznej inteligencji jest szczególnie istotny w pracy biegłego budowlanego, ponieważ dotyka wiarygodności opinii. Zaawansowane modele AI, zwłaszcza sieci neuronowe, dzia-

lają w sposób nieprzejrzysty – otrzymujemy wynik, np. „ryzyko awarii: 85%”, nawet z podaniem źródeł, ale nie mamy pełnej wiedzy, jakie dane i zależności doprowadziły do takiej konkluzji. W praktyce sądowej jest to poważne zagrożenie, ponieważ biegły musi być w stanie wyjaśnić metodologię i obronić swoje wnioski. Jeśli opinia opiera się na wskazaniu algorytmu, którego logiki nie da się odtworzyć, podważa to zasadę przejrzystości i rzetelności dowodu.

Halucynowanie to generowanie fałszywych lub zmyślonych informacji, podawanych jako prawdziwe. AI potrafi halucynować na temat faktów w taki sposób, że wyglądają wiarygodnie. Błąd ten wynika z niedoskonałości danych treningowych i algorytmów modeli językowych.

Jak pokazują przykłady ze świata, te zagrożenia są całkiem realne. W Australii raport przygotowany z użyciem AI przez Deloitte na zlecenie rządu zawierał liczne błędy i fałszywe źródła, co zmusiło firmę do częściowego zwrotu wynagrodzenia [7]. W Wielkiej Brytanii adwokat powołał się na precedensy wygenerowane przez AI, które w rzeczywistości nie istniały – sąd uznał to za poważne naruszenie i skierował sprawę do rady dyscyplinarnej. Podobne sytuacje miały miejsce w USA i Kanadzie, gdzie prawnicy cytowali fikcyjne orzeczenia, co zakończyło się sankcjami finansowymi [8].

Równie niepokojący jest przypadek z Norwegii. Arve Hjalmar Holmen zadał pytanie ChatowiGPT: „Kim jest Arve Hjalmar Holmen?”. W odpowiedzi dowiedział się m.in., że zamordował swoich synów. Prawdziwe dane na temat jego rodziny były wymieszane z fikcją, tym bardziej, że jego dzieci żyją. Holmen złożył skargę na Open AI – twórcę chatbota – do norweskiego urzędu ochrony danych [9].

## Prawa autorskie a korzystanie z AI w pracy biegłego

Do najbardziej problematycznych obszarów związanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w ekspertyzach i opiniach sądowych należą prawa autorskie. W Polsce zagadnienia te reguluje przede wszystkim Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych [10]. Zgodnie z nią utwór jest przejawem działalności twórczej o indywidualnym charakterze, a jego autorem może być tylko osoba fizyczna. AI – jako narzędzie – nie jest uznawane za twórcę. Oznacza to, że wszelkie treści wygenerowane przez algorytmy (np. opis techniczny, wizualizacja, fragment raportu) formalnie nie mają autora w rozumieniu prawa, a odpowiedzialność za ich wykorzystanie spoczywa na użytkowniku, czyli biegłym.

Drugim problemem jest kwestia materiałów źródłowych. Modele AI są trenowane na ogromnych zbiorach danych, które mogą obejmować treści chronione prawem autorskim. Jeśli algorytm „odtworzy” fragment istniejącego dzieła (np. opis techniczny, zdjęcie, schemat), pojawia się ryzyko naruszenia cudzych praw. Dlatego biegły powinien traktować wynik AI jako **materiał pomocniczy**, który wymaga weryfikacji i adaptacji, a nie jako gotową opinię.

W praktyce oznacza to, że:

- **AI nie może być uznane za autora opinii** – podpisuje się pod nią biegły, który bierze pełną odpowiedzialność;
- **treści generowane przez sztuczną inteligencję wymagają krytycznej oceny**, aby uniknąć zarzutu plagiatu lub naruszenia praw autorskich;



Rys. 5. Wyszukiwanie informacji o materiale po numerze odczytanym ze zdjęcia

● **bezpieczne wykorzystanie AI polega na tworzeniu własnych opracowań** na podstawie wygenerowanych wskazówek, a nie na bezpośrednim kopiowaniu treści.

W kontekście sądowym ma to szczególne znaczenie: opinia biegłego musi być nie tylko rzetelna i przejrzysta, ale także wolna od ryzyka naruszenia cudzych praw. Sztuczna inteligencja może wspierać proces analizy i redakcji, ale nie zwalnia z obowiązku zachowania pełnej odpowiedzialności prawnej oraz zawodowej [11].

## CZY AI MOŻE BYĆ BIEGŁYM SĄDOWYM?

Jak wspomniano na wstępie, sztuczna inteligencja – nawet najbardziej zaawansowana – nie spełnia kryteriów zwyczajowych ani prawnych uznania za biegłego. Nie może mieć doświadczenia zawodowego, ani być osobą w rozumieniu prawa; nie ponosi też odpowiedzialności za skutki wydanej opinii. Może być narzędziem wspierającym – przyspieszać analizę dokumentów, porządkować dane czy symulować scenariusze techniczne, ale nie może zastąpić eksperta w sensie prawnym. Odpowiedzialność za opinię zawsze spoczywa na biegłym, który podpisuje się pod dokumentem i musi być w stanie obronić metodologię oraz wniosek przed sądem.

W praktyce oznacza to, że AI może być traktowana jako asystent biegłego, ale nigdy jako samodzielny biegły sądowy. Próba powołania algorytmu w tej roli podważałaby fundamenty przejrzystości, odpowiedzialności i zaufania, na których opiera się procedura sądowa.

## POUFNOŚĆ AKT SĄDOWYCH A RYZYKO PRAWNE KORZYSTANIA Z AI

Akta sądowe mają charakter poufny i dostęp do nich jest ściśle regulowany przez prawo. Zawierają one często dane osobowe, tajemnice przedsiębiorstw czy informacje wrażliwe dotyczące stron postępowania. Wprowadzanie takich materiałów do publicznych modeli AI, zwłaszcza tych, które nie gwarantują pełnej kontroli nad przepływem danych, może stanowić naruszenie prawa. W praktyce oznacza to nie

tylko złamanie zasad poufności, ale również ryzyko odpowiedzialności karnej lub dyscyplinarnej.

Biegły, który bezrefleksyjnie wykorzysta sztuczną inteligencję do analizy akt, naraża się na zarzut ujawnienia danych chronionych, co może skutkować sankcjami przewidzianymi w przepisach o ochronie danych osobowych (RODO) oraz w regulacjach dotyczących tajemnicy postępowania sądowego. Dlatego korzystanie z AI w tym obszarze wymaga szczególnej ostrożności – dopuszczalne jest jedynie w środowiskach kontrolowanych, które gwarantują pełne bezpieczeństwo i zgodność z prawem.

## WNIOSKI: BIEGŁY 2.0 – PARTNERSTWO CZŁOWIEKA I MASZYNY

Czy zatem sztuczna inteligencja w pracy biegłego sądowego z zakresu budownictwa to szansa czy zagrożenie? Odpowiedź nie jest jednoznaczna. Z jednej strony AI umożliwia analizę danych w skali i tempie dotąd nieosiągalnym, wspiera porządkowanie materiału dowodowego i ułatwia redakcję opinii. Z drugiej – niesie ze sobą poważne zagrożenia, które wynikają nie z samej technologii, lecz z jej bezkrytycznego, nieświadomego, nieumiejętnego lub nieregulowanego użycia.

AI nie zastąpi biegłego przynajmniej w przewidywalnej przyszłości. Algorytmy świetnie radzą sobie z analizą danych, ale brakuje im kontekstu prawnego i społecznego, doświadczenia życiowego, intuicji inżynierskiej oraz zdolności do ponoszenia odpowiedzialności prawnej i etycznej. Dlatego przyszłość należy do „Biegłego 2.0” – eksperta, który potrafi efektywnie zarządzać nowymi narzędziami, wie, jakie pytania zadać AI, krytycznie ocenia uzyskane wyniki, dobiera właściwe narzędzia do problemu, a wreszcie rozumie ograniczenia technologii i potrafi je jasno wytłumaczyć sądowi.

Na tym etapie kluczowe jest wezwanie do działania: środowisko biegłych, prawników i sędziów powinno pilnie podjąć dyskusję, organizować szkolenia i wypracowywać dobre praktyki w zakresie użycia

sztucznej inteligencji w procesie opiniodawania. Tylko w ten sposób można wykorzystać potencjał AI jako wsparcia, a nie zagrożenia dla rzetelności i przejrzystości opinii sądowych. ■

## Literatura

- [1] Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. – Prawo o ustroju sądów powszechnych (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 334 ze zm.).
- [2] Rozporządzenie Ministra Sprawiedliwości z dnia 24 stycznia 2005 r. w sprawie biegłych sądowych (Dz.U. z 2005 r. nr 15 poz. 133).
- [3] Uchwała nr 196 Rady Ministrów z dnia 28 grudnia 2020 r. w sprawie ustanowienia „Polityki dla rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce od roku 2020” (M.P. 2021 poz. 23).
- [4] „Czym jest sztuczna inteligencja” [dostęp 1.12.2025], Portal sztucznej inteligencji: <https://www.gov.pl/web/ai/czym-jest-sztuczna-inteligencja2>.
- [5] „Sztuczna inteligencja: co to jest i jakie ma zastosowania?”, 20.06.2023 [dostęp 1.12.2025], Parlament Europejski: <https://www.europarl.europa.eu/topics/pl/article/20200827STO85804/sztuczna-inteligencja-co-to-jest-i-jakie-ma-zastosowania>.
- [6] Wittenberg A., „Google chce zostać systemem operacyjnym nauki. Narzeka na zamknięte dane. Eksperti biją na alarm”, 13.11.2025 [dostęp 1.12.2025], WNP: <https://www.wnp.pl/tech/google-chce-zostac-systemem-operacyjnym-na-uki-narzeka-na-zamkniete-dane-eksperti-bija-na-alarm,1003411.html>.
- [7] PAP, „Australia: firma doradczą zwróci rządowi pieniądze za raport z wygenerowanymi przez AI przekłamaniami”, 7.10.2025 [dostęp 1.12.2025], WNP: <https://www.wnp.pl/tech/australia-firma-doradczaz-zwroci-rzadowi-pieniadze-za-raport-z-wygenerowanymi-przez-ai-przeklamaniem,991653.html>.
- [8] Chołuj K., „The Guardian: jak AI skompromitowało prawnika. Sąd odrzuca zmyślane przez AI precedensy”, 20.10.2025 [dostęp 1.12.2025], Fakty Plus: <https://faktyplus.pl/ai-falszywe-precedensy-wielka-brytania/>.
- [9] Partyła M., „Sztuczna inteligencja oskarżyła niewinnego człowieka! Wstrząsająca historia”, 20.03.2025 [dostęp 1.12.2025], RMF fm: <https://www.rmfm24.pl/fakty/swiat/news-sztuczna-inteligencja-oskarzyla-niewinnego-czlowieka-wstrzas,nld,7935003>.
- [10] Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2025 r. poz. 24).
- [11] Kaniewski P., Kowacz K., „Odpowiedzialność cywilna za szkody spowodowane funkcjonowaniem sztucznej inteligencji – uwagi de lege lata i de lege ferenda”, 11.2024 [dostęp 1.12.2025], *Palestra*: <https://palestra.pl/pl/czasopismo/wydanie/11-2024/artukul/odpowiedzialnosc-cywilna-za-szkody-spowodowane-funkcjonowaniem-sztucznej-inteligencji-uwagi-de-lege-lata-i-de-lege-ferenda>.
- [12] Portal AI: <https://ai.gov.pl/> [dostęp 1.12.2025].

# Kwalifikacje w sektorze budownictwa



Sektor budownictwa zmienia się, a powodem jest m.in. cyfryzacja, rozwój technologii, wzrastające standardy bezpieczeństwa i potrzeba uwzględnienia zasad zrównoważonego rozwoju. Biorąc pod uwagę utrzymujące się zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników, ważne jest uspójnienie procesu kształcenia w szkole i uczelni (edukacja formalna) z potrzebami firm sektora budownictwa oraz możliwość uzyskiwania jakościowych kwalifikacji poza systemem edukacji formalnej.

Narzędziem, które precyzuje wymagania dotyczące wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, niezbędnych do wykonywania pracy w budownictwie (na różnych stanowiskach), jest **Sektorowa Rama Kwalifikacji dla Sektora Budownictwa (SRK BD)**. Koncepcja jest spójna z Europejską Ramą Kwalifikacji i Polską Ramą Kwalifikacji. Aktualnie SRK BD zawiera ponad 1200 kompetencji, w tym ok. 190 tzw. zielonych kompetencji, czyli wspierających zrównoważony rozwój. Z perspektywy absolwentów szkół branżowych i techników rama ułatwia planowanie ścieżek kariery oraz kontynuowanie nauki w celu zdobycia wyższego poziomu kwalifikacji. SRK BD upraszcza uspójnienie poziomu kształcenia na uczelniach oraz ujednolicenie kwalifikacji absolwentów kierunków studiów związanych z sektorem.

## SRK BD DLA PRZEDSIĘBIORCÓW

SRK BD może ułatwić przedsiębiorstwom z branży budowlanej planowanie i zarządzanie zasobami ludzkimi. Jest to możliwe dzięki ustrukturyzowanemu podejściu do opisu kompetencji w branży oraz precyzyjnemu określeniu ich poziomów. Opierając się na zapisach SRK BD, firmy mogą skuteczniej określać swoje potrzeby kadrowe i weryfikować kwalifikacje kandydatów do pracy. Zastosowanie SRK BD ułatwia także identyfikację luk kompetencyjnych w organiza-

cji i planowanie długoterminowych inwestycji w rozwój pracowników. Znacząco wspiera podejmowanie trafnych decyzji personalnych.

## ZINTEGROWANY REJESTR KWALIFIKACJI

Potrzeby rynku pracy mogą być spełniane nie tylko w ramach kształcenia formalnego. W Zintegrowanym Rejestrze Kwalifikacji znajdują się obecnie 63 kwalifikacje budowlane, w tym dziewięć wolnorynkowych zgłoszonych przez firmy z sektora. Pierwsza kwalifikacja wolnorynkowa dotyczyła montera stolarki budowlanej, który

w prognozie popytu na pracę jest wskazywany na pierwszym miejscu, następnie to dekarz, monter izolacji przemysłowych, cieśla i monter konstrukcji budowlanych (według Prognozy zapotrzebowania na pracowników w zawodach szkolnictwa branżowego na krajowym i wojewódzkim rynku pracy, Instytut Badań Edukacyjnych – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2025).

W procesie zapewnienia wykwalifikowanej kadry dla przedsiębiorstwa, fundamentalne znaczenie ma możliwość szybkiego potwierdzenia przez pracowników efektów uczenia się zdobytych poza edukacją formalną. Warto włączyć się w rozwój Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji, zgłaszając nowe, ważne dla sektora kwalifikacje wolnorynkowe i sektorowe lub podejmując się roli instytucji certyfikującej.

Więcej:

- Zintegrowany System Kwalifikacji i rejestr: <https://kwalifikacje.gov.pl/>;
- *Raport z prac nad aktualizacją Sektorowej Ramy Kwalifikacji w Budownictwie (SRK BD)*, <https://kwalifikacje.edu.pl/raport-z-prac-nad-aktualizacja-sektorowej-ramy-kwalifikacji-w-budownictwie-srk-bd/>. ■

*Tekst przygotowany na podstawie materiałów IBE PIB, w tym artykułów z „Kwartalnika ZSK”, 1/2025, <https://kwalifikacje.edu.pl/kwartalnik/kwartalnik-zsk-1-2025/>.*





# Poprawa bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych poprzez realizację przesłon przeciwfiltracyjnych z zawieszin twardniejących

## Improving the safety of hydrotechnical facilities by implementing cut-off walls made of hardening slurries



**dr hab. inż. Paweł Falaciński**

prof. Politechniki Warszawskiej,  
Wydział Inżynierii Środowiska,  
Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki,  
pawel.falacinski@pw.edu.pl,  
ORCID: 0000-0001-7090-5233



**dr inż. Łukasz Szarek**

Politechnika Warszawska,  
Wydział Inżynierii Środowiska,  
Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki,  
ORCID: 0000-0002-5794-9271



**mgr inż. Robert Sołtysik**

Soley sp. z o.o.



**mgr inż. Nadzeya Fialkouskaya**

Pietrucha International  
sp. z o.o.



**dr inż. Jacek Gralewski**

Pietrucha International  
sp. z o.o.

## Streszczenie

Bezpieczeństwo obiektów hydrotechnicznych jest kluczowe dla strategicznego bezpieczeństwa Polski zarówno w zakresie zaopatrzenia w wodę, jak i ochrony obszarów zurbanizowanych przed powodzią. W pracy opisano wybrane rozwiązania służące poprawie stabilności ziemnych obiektów hydrotechnicznych w dobie zmieniającego się klimatu oraz postępujących przemian zachodzących w zlewniach rzecznych. Zaprezentowano możliwość uszczelnienia korpusu oraz podłoża ziemnych budowli hydrotechnicznych poprzez zastosowanie przesłon przeciwfiltracyjnych z zawieszin twardniejących. Scharakteryzowano materiał w kontekście wykorzystania w nim różnego rodzaju ubocznych produktów spalania oraz przedstawiono wymagania odnośnie do właściwości technologicznych (w stanie płynnym) i użytkowych (po stwardnieniu) stawianych zawieszinom twardniejącym używanym w przesłonach przeciwfiltracyjnych w wałach przeciwpowodziowych. Artykuł przedstawia aktualne, wykonywane w praktyce technologie wykonywania przesłon

przeciwfiltracyjnych, takie jak: DSM, CSM, wykop wąskoprze-strzenny oraz CDMM.

W pracy zaprezentowano studium przypadku dotyczące zastosowania nowej technologii – hybrydowej przesłony przeciwfiltracyjnej (HPP). Analiza została opracowana na przykładzie remontu ziemnej zapory czołowej zbiornika retencyjnego w Cedzynie. Wykonane doszczelnienie zapory polegało na realizacji przesłony przeciwfiltracyjnej w technologii CDMM, a następnie do świeżo zmieszanego z zawiesziną twardniejącą gruntu wprowadzono dodatkowe elementy uszczelniające w postaci grodziec winylo-wych ze specjalnie uszczelnionymi zamkami. Technologia ta przynosi wiele korzyści, m.in. eliminuje ryzyko powstania uprzywilejowanej drogi filtracji przez przesłonę w trakcie formowania się struktury cementowo-gruntowej (faza przejściowa z postaci płynnej w stałą). Przedstawiona metoda stanowi przełom i wyznacza nowy kierunek rozwoju branży hydrotechnicznej.

**Słowa kluczowe** obiekt hydrotechniczny, przesłona przeciwfiltracyjna, zawieszina twardniejąca

## Abstract

The safety of hydraulic structures is crucial to Poland's strategic security in terms of water supply and the protection of urban areas from flooding. This paper presents selected solutions to improve the safety of earthen hydraulic structures in an era of changing climate and ongoing transformations in river basins. The possibility of sealing the body and subsoil of earthen hydraulic structures by constructing cut-off walls made of hardening slurries is demonstrated. The material is characterized in the context of its use of various combustion by-products, and the requirements for the technological properties (in the liquid state) and performance (after hardening) of hardening slurries used in cut-off walls in flood embankments are presented. The paper presents current, practical technologies for constructing cut-off walls, including DSM, CSM, narrow-space excavation, and CDMM.

The paper presents a case study of the application of a new technology, the so-called Hybrid Anti-filtration Cut-off Wall. A case study was presented using the example of the renovation of the earthen frontal dam of the Cedzyna reservoir. The dam's sealing involved constructing a filter screen using CDMM technology, followed by the introduction of additional sealing elements in the form of vinyl sheet piles with specially sealed interlocks into the freshly mixed soil. This technology offers advantages, including eliminating the risk of a privileged filtration path through the screen during the formation of the cement-soil structure (the transition phase from liquid to solid). The presented technology represents a breakthrough and sets a new direction for the hydraulic engineering industry.

**Keywords** hydrotechnical facility, cut-off wall, hardening slurry

## WPROWADZENIE

Charakter wezbrań w polskich rzekach ulega istotnym przekształceniom. Zjawisko to wynika z postępujących zmian klimatu, coraz bardziej intensywnych opadów oraz przekształceń w zlewniach, związanych z modyfikacją sposobu użytkowania gruntów. Istniejące obiekty hydrotechniczne, np. wały przeciwpowodziowe, mogą nie być przygotowane na wzrost rzędnych wody, co wiąże się z dwoma rodzajami ryzyka: przelaniem się wody przez koronę wału oraz deformacjami filtracyjnymi spowodowanymi wydłużeniem czasu przejścia fali powodziowej. W pierwszym przypadku rozwiązaniem jest

podwyższenie korony wału – tymczasowe lub w ramach modernizacji – oraz utrzymanie dobrego stanu międzywała. W drugim przypadku stosuje się uszczelnienie korpusu i podłoża, np. poprzez wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej. Szeroko wykorzystywanym materiałem do budowy przesłon przeciwfiltracyjnych są zawiesziny twardniejące. Według normy PN-EN 1538:2015-08 [1] zawieszina twardniejąca to: „zawieszina, która twardnieje z upływem czasu. Jest to zawieszina zawierająca cement lub inne spoiwo oraz dodatkowe materiały jak il (bentonit), granulowany żużel wielkopiecowy lub popioły lotne (PFA), wypełniacze i domieszki”.

## ZAWIESINY TWARDNIEJĄCE

Prowadzone badania opisane w [2] wskazują na zdolność zawieszin twardniejących do wiązania w swoim składzie różnego rodzaju ubocznych produktów spalania. Jest to możliwe bez pogorszenia ich właściwości technologicznych i użytkowych, a w niektórych przypadkach nawet z poprawą odporności korozyjnej [3, 4]. Ponadto zastosowanie takich zawieszin pozwala na obniżenie wbudowanego śladu węglowego przesłony przeciwfiltracyjnej w fazie budowy, a lepsza odporność korozyjna może pozytywnie wpłynąć na trwałość samej przesłony [5].

## WŁAŚCIWOŚCI ZAWIESIN TWARDNIEJĄCYCH

Właściwości technologiczne zawiesiny w stanie płynnym bada się metodami analitycznymi do wykorzystywanych w wierceniu [6]. Do tych właściwości należą:

- Gęstość objętościowa – istotna ze względu na zachowanie stateczności wykopu wąskoprzestrzennego oraz wypieranie zawiesiny przez docelowy materiał w przypadku wbudowywania metodą dwufazową.
- Lepkość – ma znaczenie w związku z produkcją i transportem zawiesiny, np. pompowaniem, z łatwością głębienia wykopu pod jej osłoną, a także wypieraniem jej z wykopu [4, 7, 8]. Zbyt niska jej wartość może powodować penetrację zawiesiny w grunt, natomiast zbyt wysoka – trudności z pompowaniem.
- Odstój dobowy – jest procentową miarą sedymentacji zawiesiny (skłonności do segregacji), homogeniczności oraz jej stabilności. Sedymentacja zawiesiny może prowadzić do powstania w przesłonie stref stwardniałej zawiesiny o składzie i właściwościach istotnie odbiegających od założeń projektowych [9].
- Wytrzymałość strukturalna (wytrzymałość na ścinanie) – charakteryzuje właściwości tiksotropowe zawiesiny. Odpowiada za stateczność ścian wykopu, przeciwdziała odrywaniu się ziaren gruntu oraz zapewnia wymaganą stabilność zawiesin zanieczyszczonych urabianym gruntem [4].

Właściwości technologiczne zawiesin twardniejących zależą w głównej mierze od zawartości w nich bentonitu, tj. ilości oraz aktywności montmorylonitu. Z kolei właściwości użytkowe, po stwardnieniu, określa się najczęściej metodami zaczerpniętymi z geotechniki i technologii betonu [4]. Podstawowymi właściwościami są:

- Wytrzymałość na ścinanie (kąta tarcia wewnętrznego i spójność) badana jest w aparacie trójosiowym. Istotna dla zachowania się zawiesiny w przesłonie przeciwfiltracyjnej [10], co wpływa na odporność na przebicie hydrauliczne i sufozję, a także szczelność i wytrzymałość mechaniczną.
- Wytrzymałość na ściskanie – jest jednym z podstawowych parametrów zawiesiny twardniejącej i stanowi kluczowy wskaźnik przy projektowaniu materiału. Oprócz ciężaru własnego naprężenia ściskające wynikają z oddziaływania na pionową przesłonę tarcia, spowodowanego osiadaniami nasypu i jego podłoża. Zbyt duża wytrzymałość zwiększa sztywność materiału, co może prowadzić do rozluźnienia gruntu na styku z przesłoną i powstawania uprzywilejowanej drogi filtracji wody.
- Przepuszczalność hydrauliczna – jest miarą szczelności zawiesiny twardniejącej, właściwości szczególnie ważnej w kontekście uszczelniania korpusów ziemnych oraz ich podłoża.
- Odporność filtracyjna – to miara szczelności zawiesin twardniejących. Określana za pomocą przepuszczalności hydraulicznej



Fot. 1. Technologia DSM do realizacji przesłon przeciwfiltracyjnych

w warunkach długotrwałej filtracji medium agresywnych. Jest to odporność na negatywne zmiany szczelności [11].

W tab. 1 przedstawiono wymagania dotyczące właściwości technologicznych i użytkowych zawiesin twardniejących, stosowanych do wykonywania przesłon przeciwfiltracyjnych w wałach przeciwpowodziowych, sformułowane na podstawie doświadczeń krajowych.

Tab. 1. Wybrane właściwości zawiesin twardniejących stosowanych do wykonywania przesłon przeciwfiltracyjnych w wałach przeciwpowodziowych. Opracowanie własne na podstawie [12]

Lp.	Właściwość	Jednostka	Wartość	Metoda oznaczania
1	2	3	4	5
<b>Właściwości technologiczne</b>				
2	Gęstość objętościowa:	g/cm <sup>3</sup>	1,15–1,40	BN-90/1785-01
	- metoda wykopu wąskoprzestrzennego		1,30–1,50	
	- metoda wgłębnego mieszania – DSM			
3	Lepkość umowna	s	≤50	BN-90/1785-01
4	Odstój dobowy wody	%	≤4,0%	PN-85/G-02320
5	Wytrzymałość strukturalna po 10 min	Pa	1,4–10,0	BN-90/1785-01
<b>Właściwości użytkowe po 28 dniach dojrzewania</b>				
6	Wytrzymałość na ściskanie	MPa	0,5–2,0	PN-EN 12390-3 2011
7	Współczynnik przepuszczalności hydraulicznej $k_{10}$	m/s	≤10 <sup>-8</sup>	Metody laboratoryjne jak dla gruntów spoistych



Fot. 2. Technologia CSM do realizacji przesłon przeciwfiltracyjnych

## TECHNOLOGIE WYKONYWANIA PRZESŁON PRZECIWFILTRACYJNYCH

Przesłony przeciwfiltracyjne z zawiesziny twardniejącej wykonuje się różnymi metodami, które stale rozwijają się w kierunku zwiększenia wydajności pracy, poprawy

procesu mieszania oraz uzyskania większej szczelności przesłon. Obecnie w praktyce można wyróżnić następujące technologie realizacji tych przesłon:

- Deep Soil Mixing (DSM) – technologia, w której grunt rodzimy miesza się z zawiesziną przy użyciu specjalnego mieszadła umożliwiającego jednoczesne zagłębianie narzędzia oraz podawanie zawiesziny (fot. 1). Po osiągnięciu projektowanej głębokości mieszadło jest podnoszone przy jednoczesnym podawaniu pod ciśnieniem zawiesziny. W ten sposób powstaje przegroda przeciwfiltracyjna w postaci rzędu kolumn gruntowo-cementowo-bentonitowych o grubości dochodzącej do ok. 0,8 m i głębokości efektywnej sięgającej 12 m.
- Cutter Soil Mixing (CSM) – technologia, która polega na wprowadzaniu w grunt bębnow skrawająco-mieszających, wyposażonych w specjalne noże skrawające i mieszające grunt z wtłaczaną pod ciśnieniem zawiesziną. W efekcie powstają zachodzące na siebie panele o określonej długości, grubości i projektowanej głębokości, które tworzą ciągłą przesłonę przeciwfiltracyjną (fot. 2).
- Wykop wąskoprzestrzenny – technologia, która polega na głębieniu wykopu w sposób ciągły przy użyciu koparki podsiębiernej, z równoczesnym podawaniem zawie-

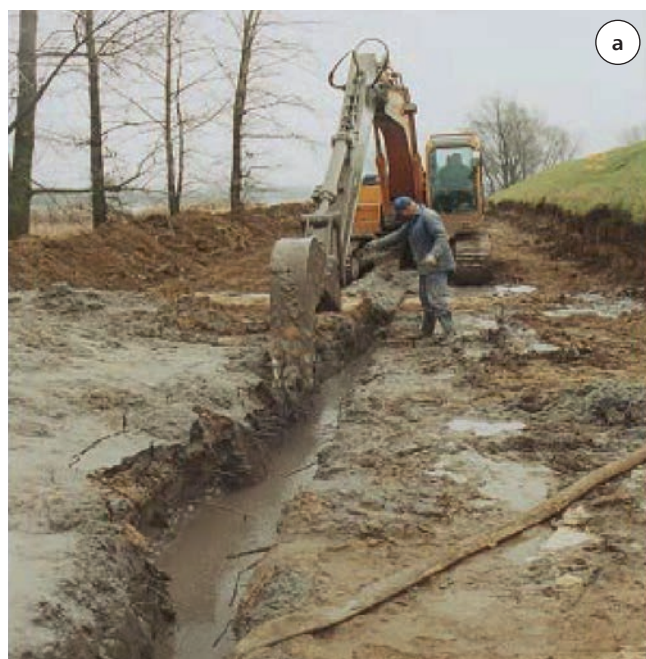
siny (fot. 3a), lub metodą kolejnych sekcji, w której poszczególne odcinki wykopu wykonywane są koparką chwytakową i jednocześnie wypełniane zawiesziną twardniejącą (fot. 3b). W pierwszym etapie realizowana jest co druga sekcja – pierwszej kolejności, a w drugim – sekcje zamykające.

- Continuous Deep Mixing Method (CDMM) – technologia polegająca na zagłębianiu w grunt mieszadła łańcuchowego z zamocowanymi na nim płytami uzbrojonymi w narzędzia skrawająco-mieszające o projektowanej szerokości (tzw. miecz). Podczas pracy maszyny następuje ciągle niszczenie struktury gruntu przy jednoczesnym podawaniu zawiesziny twardniejącej, w wyniku czego powstaje jednolita przesłona o grubości ok. 40–50 cm (fot. 4).

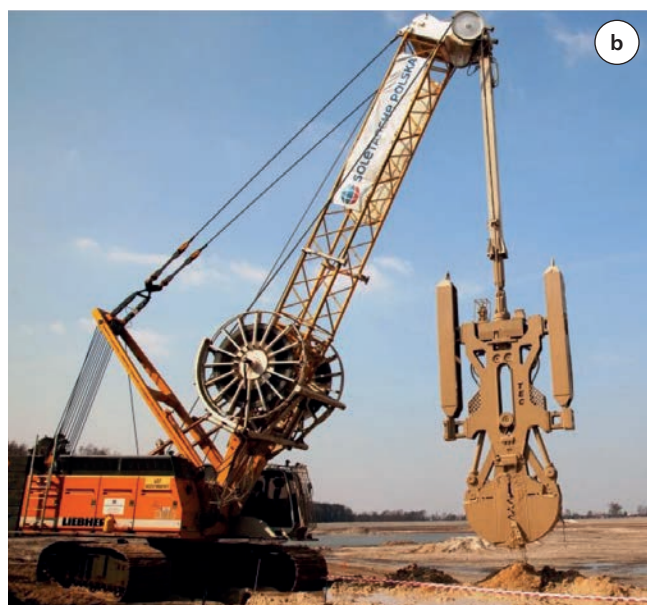
## ZASTOSOWANIE NOWOCZESNEJ TECHNOLOGII HPP W CELU POPRAWY STANU TECHNICZNEGO ZAPORY CZOŁOWEJ ZBIORNIKA CEDZYNA

Zbiornik retencyjny w Cedzynie, użytkowany od 1972 r., zlokalizowany jest w km 16+265 rzeki Lubrzanki. Jego pojemność wynosi 1,554 mln m<sup>3</sup>. Główne elementy obiektu to:

- zapora ziemna czołowa o długości całkowitej 450 m,



a



b

Fot. 3. Technologia wykopu wąskoprzestrzennego: a) metoda ciągła, b) metoda sekcyjna



Fot. 4. Technologia CDMM do realizacji przesłon przeciwfiltracyjnych

- sekcja przelewowa z zamknięciami stalowymi w postaci klap.

Wszystkie obiekty zbiornika należą do III klasy ważności obiektów hydrotechnicznych (fot. 5).

Parametry techniczne charakteryzujące zapórę ziemną czołową:

- długość: 450 m,
- szerokość korony: 4,00 m,
- wysokość średnia: 7,20 m,
- rzędna korony zapory: 263,40–263,50 m n.p.m.,
- skarpa odwodna – nachylenie: 1:2,5,
- skarpa odpowietrzna – nachylenie: 1:2,
- nachylenie skarpy odpowietrznej poniżej ławki: 1:2,5,
- rzędna ławki: 260,50 m n.p.m.,
- szerokość ławki: 3,00 m.

Korpus zapory wykonano głównie z gruntu piaszczystego, a skarpe odwodną zabezpieczono ekranem z płyt betonowych

z dylatacjami szczelnymi oraz fartuchem z gruntu spoistego, połączonym z betonowym ubezpieczeniem skarpy odwodnej.

Na podstawie okresowych ocen i kontroli stanu technicznego obiektu stwierdzono przekroczenia wartości granicznych gradientów filtracji w podłożu pod zaporą oraz w jej sąsiedztwie. Może to wskazywać na występowanie zjawiska przebiecia hydraulicznego za korpusem zapory od strony odpowietrznej, które w dłuższym okresie mogłoby doprowadzić do uszkodzenia lub nawet zniszczenia konstrukcji zapory.

Obliczenia zamieszczone w raporcie z kontroli określiły wielkość współczynnika bezpieczeństwa zapory poniżej dopuszczalnej wartości normowej:  $SF = 1,5$ . W konsekwencji wydano zalecenie obniżenia poziomu piętrenia wody do 258,00 m n.p.m., co przełożyło się bezpośrednio

na ograniczenie funkcjonalności obiektu. Skutki tej decyzji były szczególnie dotkliwe dla lokalnej społeczności. Obniżenie poziomu wody mogło zmusić dziesiątki właścicieli pensjonatów, punktów gastronomicznych, obiektów turystycznych oraz szkółek żeglarskich do zamknięcia działalności, pozbawiając ich źródła dochodu. Ponadto mocno zredukowała się funkcja retencyjna zbiornika. Projekt remontu stał się tym samym inwestycją o kluczowym znaczeniu nie tylko inżynierskim, ale i społecznym.

Jednym z najważniejszych działań naprawczych było ograniczenie filtracji wody w obrębie korpusu zapory oraz w jej podłożu. Roboty remontowe obejmowały doszczelnienie istniejącej lewej części zapory czołowej na długości ok. 247 m oraz jej prawej części na długości prawie 153 m, wraz z podłożem, poprzez wykonanie hybrydowej przesłony przeciwfiltracyjnej (HPP). Realizacja tego rodzaju przesłony pozwala znacząco ograniczyć ryzyko powstawania ścieżek filtracyjnych, a jednocześnie zapewnia wysoką szczelność konstrukcji. HPP wykonuje się poprzez połączenie technologii CDMM z technologią grodzic winylowych, wyposażonych w zintegrowaną uszczelkę.

Generalnym wykonawcą inwestycji była firma Soley. Roboty rozpoczęto od realizacji na koronie zapory platformy roboczej o szerokości 8,5 m, z powierzchnią stabilizacją gruntu, umożliwiającą bezpieczne wprowadzenie maszyny wykonującej



Fot. 5. Zapora czołowa zbiornika Cedzyna [13]

doszczelnienie w technologii CDMM oraz palownicy z wibromłotem do instalowania grodzic PVC w przesłonę. Tak przygotowana platforma pozwalała również kontynuowanie prac w każdych warunkach pogodowych (fot. 6).

Przesłona CDMM została wykonana za pomocą trenczniksera składającego się z miecza wyposażonego w łańcuch o zamkniętej pętli, z ostrzami skrawająco-mieszającymi. Do świeżej mieszanki, powstałej ze zmieszania gruntu korpusu zapory i gruntu w podłożu zapory z zawieszoną twardniejącą, wprowadzono dodatkowe elementy doszczelniające, które zapobiegały tworzeniu się uprzywilejowanych dróg filtracji (fot. 7). Mogą one być skutkiem naporu wody spowodowanego różnicą poziomów wody przed i za wykonywaną przesłoną. Zjawisko to występuje podczas realizacji przesłon przeciwfiltracyjnych przy stosowaniu innych technologii na bazie zawieszin twardniejących, gdy w trakcie remontu utrzymuje się objętość zbiornika, nawet pomimo obniżonego poziomu piętrzenia. W przypadku HPP nie jest wymagane obniżanie poziomu lustra wody ani opróżnianie zbiornika podczas realizacji prac remontowych.

W przedmiotowym remoncie elementy doszczelniające w postaci grodzic winylowych wprowadzano do przesłony przed związaniem zawiesziny, za pomocą stalowej prowadnicy, tzw. mandreli. Operacja montażu pojedynczej grodzicy o długości 16,0 m i szerokości 0,6 m zajmowała 4-osobowemu zespołowi maks. 15 min. W trakcie prowadzenia robót regularnie kontrolowano szczelność zamków grodzic w celu zapewnienia integralności uszczelnienia. Po zakończeniu robót doszczelniających odtworzono koronę zapory poprzez wykonanie nasypu z gruntu zdeponowanego na składowisku.

Przy integracji obu technologii eliminowane jest ryzyko powstawania uprzywilejowanych dróg filtracji podczas formowania się struktury cementowo-gruntowej w fazie przejściowej z postaci płynnej w stałą.

Dodatkowo badania wykazały, że technologia HPP pozwala osiągnąć gwaranto-



Fot. 6. Platforma robocza na koronie zapory czołowej

wany współczynnik  $k_{10} = 1 \times 10^{-11}$  m/s. Ponadto HPP charakteryzuje się zdecydowanie wyższą szczelnością w porównaniu z innymi technologiami

i – zdaniem autorów artykułu – stanowi obecnie najbardziej efektywną metodę poprawy szczelności ziemnych obiektów hydrotechnicznych.



Fot. 7. Realizacja przesłony w technologii HPP

## PODSUMOWANIE

W Polsce jest ok. 8600 km obwałowań przeciwpowodziowych. Według służb odpowiedzialnych za stan technicznych tych budowli w przybliżeniu połowa z nich stanowi potencjalne zagrożenie, głównie z powodu zaawansowanego wieku, a ok. 11% wymaga natychmiastowego remontu. Modernizacja wałów z wykorzystaniem przesłon przeciwfiltracyjnych jest szansą na poprawę bezpieczeństwa przeciwpowodziowego przy uwzględnieniu zmian zachodzących w charakterze wzebrań rzek.

Zaprezentowana technologia hybrydowej przesłony przeciwfiltracyjnej jest nowoczesnym rozwiązaniem służącym podwyższeniu szczelności ziemnych obiektów hydrotechnicznych (w tym wałów przeciwpowodziowych), a co się z tym wiąże – poprawie bezpieczeństwa, odporności na zmianę klimatu i funkcjonalności obiektów piętrzących. Ze względu na brak konieczności obniżania poziomu lustra

wody podczas prac remontowych HPP stanowi przełom i wyznacza nowy kierunek w branży hydrotechnicznej. ■

### Literatura

- [1] PN-EN 1538:2015-08: Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Ściany szczelinowe.
- [2] Kledyński Z. i in., „Hardening Slurries with Fluidized-Bed Combustion By-Products and Their Potential Significance in Terms of Circular Economy” w *Materials*, nr 14, 2021, art. 9, <https://doi.org/10.3390/ma14092104>.
- [3] Szarek Ł. i in., „Durability, carbon footprint and contaminant immobilization in self-hardening slurries applied to cut-off walls: a review” w *Archives of Civil Engineering*, 69, 2023, art. 3, <https://doi.org/10.24425/ace.2023.145261>.
- [4] Kledyński Z., Rafalski L., *Zawiesiny twardniejące*. Warszawa: Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, 2009.
- [5] Huang X., i inni, „Use of self-hardening slurry for trench cutoff wall: A review” w *Construction and Building Materials*, vol. 286, 2021, art. 122959, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.122959.
- [6] ISO 10414-1:2008. Petroleum and natural gas industries – Field testing of drilling fluids – Part 1: Water-based fluids.
- [7] Evans J.C., „Vertical cutoff walls” w *Geotechnical Practice in Waste Disposal*, 1993, s. 430–454.
- [8] Jefferis S. A., „Bentonite-cement slurries for hydraulic cut-offs” w *Proceedings of the Tenth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Stockholm, Sweden, 1981, s. 435–440.
- [9] Jawański W., Nowicki W., Młodawski W., „Realizacja przesłony przeciwfiltracyjnej na lewym przyczółku zapory Chańcza” w *VII Konferencja Techniczna Kontroli Zapór*, Ryto, 1996.
- [10] Kledyński Z., Pisarczyk S., „Zawiesina twardniejąca jako materiał na przesłony przeciwfiltracyjne” w *V Konferencja Techniczna Kontroli Zapór*, Międzybrodzie Żywieckie, 1992.
- [11] Falaciński P., „Odporność filtracyjna zawiesin twardniejących z popiołami fluidalnymi w warunkach agresji chemicznej” w *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Inżynieria Środowiska*, nr 76. Warszawa: OWPW, 2018. ISBN 978-83-7814-755-8.
- [12] Borys M., „Przegrody przeciwfiltracyjne z zawiesin twardniejących w korpusach i podłożu wałów przeciwpowodziowych” w *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, nr 2(55), 2012.
- [13] Dokumentacja przetargowa: Remont zapory czołowej zbiornika wodnego Cedzyna (dostęp 9.12.2025), Platforma Zakupowa PGW Wody Polskie: <https://przetargi.wody.gov.pl/wp/postepowania-przetargow/r22941,Remont-zapory-czolowej-zbiornika-wodnego-Cedzyna.html>.

REKLAMA



WIĘCEJ W PODCAŚCIE:

#TOMYBUDUJEMYTWÓJŚWIAT

Nie każdy daje radę  
w hydrotechnice



OGLĄDAJ



SŁUCHAJ

SŁUCHAJ NASZYCH PODCASTÓW



NA YOUTUBE I SPOTIFY



**w piib**

WYDAWNICTWO  
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

#TOMYBUDUJEMYTWÓJŚWIAT

Różne aspekty pracy inżyniera budownictwa

Cel: pokazać, zainspirować, zaangażować

<https://www.piib.org.pl/>

# Kongres Polska Moc Biznesu – czy wydatki na obronność napędzą gospodarkę?



Bezpieczeństwo i obronność, konkurencyjność gospodarki i rynek pracy, profilaktyka i ochrona zdrowia to wiodące tematy V Kongresu Polska Moc Biznesu. W tym największym wydarzeniu o profilu społeczno-gospodarczym w kraju udział wzięło ponad 2000 uczestników, w tym członków rządu, przedsiębiorców, samorządowców i przedstawicieli organizacji pozarządowych.

**A**kty dywersji, działania hybrydowe, cyberataki – to wszystko jest elementem rosyjskiej strategii karania państw, które wspierają Ukrainę. I Polska jest jednym z nich – przekonywał podczas otwarcia kongresu Tomasz Siemoniak, minister i koordynator służb specjalnych. Jak dodał, bez bezpiecznej Polski i bezpiecznych granic nie będzie rozwoju, nie będzie tego wszystkiego, co przez dziesiątki lat z trudem wypracowaliśmy.

Agnieszka Dziemianowicz-Bąk, ministra rodziny, pracy i polityki społecznej, zauważyła, że niezwykle potrzebny jest społeczny dialog na tematy związane z bezpieczeństwem, transformacją energetyczną i cyfrową. – *Pracujemy wspólnie nad rozwiązaniami, które przyniosą korzyści polskiej gospodarce, i to nie tylko za rok czy dwa lata, ale także w perspektywie najbliższych dziesięcioleci i kolejnych pokoleń* – przekonywała.

W trakcie debat dotyczących rosnących wydatków na bezpieczeństwo eksperci zgodnie podkreślali, że modernizacja sił zbrojnych i finansowanie obronności stają się jednym z kluczowych wyzwań państwa.

Tomasz Zakrzewski z Platformy Polskiej Przemysł Obronny Pracodawców RP przypomniał, że budżet Ministerstwa Obrony Narodowej na 2026 r. to ponad 200 mld zł

oraz że wydatki na obronność w Polsce stają się kołem napędowym gospodarki. – *Warunkiem jest efektywna współpraca z prywatnym sektorem* – powiedział.

Na istotną rolę sektora prywatnego przy inwestycjach w obronność zwracał uwagę Leszek Balcerowicz, były wicepremier, minister finansów i przewodniczący Rady FOR. – *Sektor prywatny działa lepiej w każdej dziedzinie gospodarki, także w zbrojeniówce, pod warunkiem konkurencji* – przekonywał.

W ocenie Bartka Czyczerskiego, prezesa Business & Science Poland, inwestycje w przemysł obronny są obecnie geopolityczną koniecznością, a technologie wojskowe mogą również napędzać gospodarkę cywilną.

## PRZEWIDYWALNOŚĆ PRAWA I ROZWÓJ GOSPODARCZY

Podczas kongresu eksperci i przedsiębiorcy dyskutowali o tym, jak zbudować stabilne otoczenie prawne, które będzie wspierać w Polsce wzrost i innowacje, a także o możliwościach wprowadzenia konstytucyjnych zabezpieczeń dla stabilności prawa.

Włodzimierz Chróścik, prezes Krajowej Izby Radców Prawnych, stwierdził, że Polacy radzą sobie w regulacyjnym chaosie, jednak robiliby to o wiele lepiej, gdyby

obowiązywały jasne reguły działania. – *Przedsiębiorca nie może czekać kilka lat na zapłacenie faktury. Postępowania sądowe trwają zbyt długo, wyroki są podważane, nikt nie wie, ile czasu potrwa proces i jaki będzie jego wynik* – powiedział ekspert.

W opinii Mariusza Filipka, zastępcy Rzecznika Małych i Średnich Przedsiębiorców, proste prawo to prosta gospodarka. – *W 2024 r. z sejmku wyszło 24 tys. stron A4 legislacji. Nie jest dobre stosowanie prawa bez pokazywania problemów i dialogu z przedsiębiorcami – również posłowie, rząd i prezydent powinni kierować się społeczną odpowiedzialnością biznesu* – podkreślił.

## GALA „DNA – BO POMAGANIE MAMY W GENACH”

Podczas gali wieńczącej kongres przyznano nagrody oraz wyróżnienia inicjatywom i osobom, które realnie działają na rzecz poprawy jakości życia i rozwoju społecznego w Polsce. W kategorii biznes nagroda trafiła do Help Clinic, a w kategorii NGO do Niezależnego Zrzeszenia Studentów.

Po raz pierwszy wręczono również nagrody Złoty GEN dla przedsiębiorców zaangażowanych w działalność społeczną. W tym roku otrzymali je Małgorzata Adamkiewicz i Rafał Brzoska. ■

# Cyberhigiena jako fundament bezpieczeństwa w erze cyfrowej – cz. I

W erze cyfrowej, w której niemal każdy aspekt życia zawodowego i prywatnego przenosi się do sieci, umiejętność dbania o bezpieczeństwo online staje się kluczową kompetencją.

**W**dobie cyfryzacji usług publicznych, dynamicznego rozwoju e-administracji oraz powszechnego wykorzystywania internetu w relacjach zawodowych i prywatnych cyberhigiena przestaje być domeną specjalistów IT. Staje się ona elementem należącym do katalogu podstawowych kompetencji każdej osoby uczestniczącej w elektronicznym obrocie prawnym oraz social mediach. Odpowiedzialne korzystanie z narzędzi teleinformatycznych ogranicza ryzyko naruszenia danych osobowych, a także minimalizuje prawdopodobieństwo ataku hakerskiego. Artykuł jest częścią I analizy kluczowych obszarów cyberhigieny, poruszając zagadnienia bezpieczeństwa haseł, korzystania z sieci Wi-Fi oraz weryfikacji linków w poczcie elektronicznej.



**dr Waldemar Szymański**  
prokurator, wykładowca akademicki,  
wykładowca na studiach podyplomowych  
Warszawskiego  
Uniwersytetu Medycznego

wysokiego wspólnego poziomu cyberbezpieczeństwa na terytorium Unii, zmieniającej rozporządzenie (UE) nr 910/2014 i dyrektywę (UE) 2018/1972 oraz uchylającą dyrektywę (UE) 2016/1148 (dyrektywa NIS 2) [1] cyberhigiena odgrywa znaczącą rolę. Zgodnie z treścią dyrektywy NIS 2 polityka cyberhigieny jest podstawą pozwalającą chronić infrastrukturę sieci i systemów informatycznych, sprzęt, oprogramowanie,

zestaw praktyk, w tym aktualizacje oprogramowania i sprzętu, zmianę haseł, zarządzanie nowymi instalacjami, ograniczanie kont dostępu z poziomu administratora oraz tworzenie kopii zapasowych danych, umożliwia opracowanie proaktywnych ram gotowości oraz zapewnienie ogólnego bezpieczeństwa i ochrony w razie incydentów lub cyberzagrożeń. Agencja Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa (ENISA – European Union Agency for Cybersecurity) powinna monitorować i analizować politykę państw członkowskich dotyczącą cyberhigieny. Ponadto świadomość zagadnień cyberbezpieczeństwa oraz cyberhigieny ma kluczowe znaczenie dla podniesienia poziomu bezpieczeństwa cyfrowego w UE, zwłaszcza w kontekście rosnącej liczby urządzeń podłączonych do internetu, które coraz częściej wykorzystywane są w cyberatakach. Należy dołożyć starań, aby zwiększyć ogólną świadomość ryzyka związanego z takimi urządzeniami, a oceny prowadzone na poziomie unii mogłyby przyczynić się do zapewnienia wspólnego rozumienia tych zagrożeń na rynku wewnętrznym.

Podstawowym instrumentem ochrony użytkownika w sieci teleinformatycznej są odpowiednie hasła do poczty elektronicznej, aplikacji i portali. Pełnią one funkcje

## Podstawowym instrumentem ochrony użytkownika w sieci teleinformatycznej są odpowiednie hasła do poczty elektronicznej, aplikacji i portali.

Szczególną uwagę na zagadnienie cyberhigieny zwraca ustawodawca unijny. W Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/255 w sprawie środków na rzecz

aplikacje internetowe oraz dane przedsiębiorstw lub użytkowników końcowych, wykorzystywane przez podmioty. Polityka cyberhigieny, obejmująca wspólny podstawowy

swoistych kluczy do danych, systemów i usług, których ochrona jest zarówno wymogiem technicznym, jak i obowiązkiem wynikającym z wielu regulacji prawnych, w tym RODO, a także przepisów dotyczących tajemnic prawnie chronionych, w szczególności zawodowych. Z perspektywy prawnej niewłaściwe zarządzanie hasłami nie stanowi więc jedynie uchybienia technicznego, lecz może zostać zakwalifikowane jako naruszenie obowiązku zachowania należytej staranności. Trzeba:

- stosować hasła o długości min. 12 znaków;
- używać kombinacji dużych i małych liter, cyfr i znaków specjalnych w hasłach;
- mieć w każdym serwisie inne hasła;
- w sytuacjach koniecznych korzystać z menedżera haseł (np. KeePass), który generuje silne, unikalne hasła dla każdego konta i bezpiecznie je przechowuje.

Posługiwanie się słabymi hasłami typu 1234, powtarzalnymi lub przechowywanymi w łatwo dostępnej formie stanowi potencjalne naruszenie obowiązków w zakresie bezpieczeństwa danych i może prowadzić do odpowiedzialności w przypadku ich wycieku. Podkreśla się, iż słabe hasło pracownika jest uważane za główny powód uzyskania nieuprawnionego dostępu do infrastruktury informatycznej [2]. Stanowi zatem ono główny wektor infekcji wirusami. Należy wciąż poszukiwać innowacyjnych sposobów ochrony przed atakami skierowanymi na dane logowania [3].

Kolejnym z fundamentalnych wymogów cyberhigieny jest bezpieczne korzystanie z sieci Wi-Fi. Użytkownik łączący się z sieciami otwartymi naraża się na przechwycenie danych logowania, korespondencji, a nawet dokumentów objętych tajemnicą zawodową. Niezabezpieczone Wi-Fi zwiększa ryzyko infekcji złośliwym oprogramowaniem. Zasadą winno stać się:

- korzystanie tylko z zaufanych sieci Wi-Fi oraz unikanie publicznych, niezabezpieczonych hotspotów;
- unikanie logowania się do ważnych kont przez publiczne Wi-Fi;
- używanie VPN, szczególnie w sieciach otwartych.

Darmowe hotspoty Wi-Fi w kawiarniach, hotelach i innych miejscach publicznych są wygodne, ale często niebezpieczne. Największym zagrożeniem dla bezpieczeństwa darmowego Wi-Fi jest możliwość ustawienia się przez hakera pomiędzy użytkownikiem a punktem połączenia [4]. W przypadku konieczności używania Wi-Fi należy wybierać prywatne, zabezpieczone sieci lub stosować VPN, czyli wirtualną sieć prywatną, która tworzy cyfrowe połączenie między urządzeniem a zdalnym serwerem dostawcy usługi. Powstaje tunel szyfrujący dane osobowe i maskujący adres IP, co zapewnia, że korzystanie z internetu jest prywatne i chronione [5].

Podstawowe narzędzie komunikacji zawodowej stanowi poczta elektroniczna.

Ten kanał komunikacyjny jest także jednym z głównych sposobów dystrybucji wirusów i ataków ransomware. Często do skrzynek pocztowych trafiają wiadomości podszywające się pod urzędy lub instytucje publiczne, które próbują nakłonić użytkownika do kliknięcia linku. Może on prowadzić do fałszywej strony lub pobrać złośliwe oprogramowanie, w tym najbardziej niebezpieczne – typu ransomware<sup>1</sup>. Dlatego zaleca się:

- zwrócić uwagę na podejrzane linki, e-maile i załączniki;
- nie klikać w nieznanne odnośniki;
- weryfikować nadawców wiadomości poprzez sprawdzanie jej we właściwościach.

Wysyłając wiadomość z linkiem prowadzącym do fałszywej strony lub zawierającym złośliwe oprogramowanie (fot.), hacker wykorzystuje socjotechnikę<sup>2</sup>, stosując element zaskoczenia i presji czasu.

Cyberhigiena ma zatem nie tylko wymiar techniczny, lecz także psychologiczny i prawny. Właściwe zarządzanie hasłami, bezpieczne korzystanie z Wi-Fi oraz ostrożność w stosunku do linków zamieszczanych w korespondencji elektronicznej stanowią integralny element cyberhigieny. Zaniedbania w tych obszarach mogą prowadzić do infekcji wirusami, utraty danych oraz konsekwencji prawnych. ■



Fot. Przykładowy e-mail, który wpłynął na skrzynkę pocztową autora

#### Literatura

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/255 z dnia 27 grudnia 2022 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu cyberbezpieczeństwa na terytorium Unii, zmieniająca rozporządzenie (UE) nr 910/2014 i dyrektywę (UE) 2018/1972 oraz uchylająca dyrektywę (UE) 2016/1148 (dyrektywa NIS 2), Dz.U.UE L 333, s. 80.
- [2] „Cyberprzestępcy odgadli słabe hasło i zaszyfrowali dane. 700 osób bez pracy” [dostęp 10.12.2025], CyberDefence24: <https://cyberdefence24.pl/cyberbezpieczenstwo/cyberprzestepcy-odgadlislabehasloizaszzyfrowalidane>.
- [3] Bravo C., *Cyberbezpieczeństwo dla zaawansowanych*. Gliwice: Helion, 2023.
- [4] „Jak bezpiecznie korzystać z publicznego Wi-Fi?” [dostęp 10.12.2025], *Komputer Świat*: <https://www.komputerswiat.pl/poradniki/internet/jak-beezpiecznie-korzystac-z-publicznego-wi-fi/>.

- [5] „What is VPN ?” [dostęp 10.12.2025], Microsoft Azure: <https://azure.microsoft.com/pl-pl/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-vpn>.

<sup>1</sup> Zob. więcej: Markiewicz A., *Ransomware w akcji*. Gliwice: Helion, 2025, s. 111.

<sup>2</sup> Zob. więcej: Steiberg J., *Cyberbezpieczeństwo dla bystrzaków*. Gliwice: Helion, 2023, s. 128.

# Prognozy inwestycji budowlanych w Polsce na 2026 rok

Rok 2026 zapowiada się jako okres ożywienia inwestycyjnego w Polsce, mimo nadal niepewnego otoczenia gospodarczego oraz ograniczonych budżetów w sektorze publicznym. Według danych platformy Kompas Inwestycji w czterech kwartałach zaplanowano rozpoczęcie 10 115 projektów o łącznej wartości ponad 503 mld zł. To znaczący wzrost aktywności, zwłaszcza gdy zestawimy liczbę nowych projektów z liczbą inwestycji zamykanych.

**W**I kwartale 2026 r. przygotowywanych do realizacji jest 2225 inwestycji o wartości 142 mld zł. Zakończy się natomiast 875 projektów wartych prawie 29 mld zł. Dane pokazują przewagę nowych budów nad zamykanymi, co potwierdza ożywienie rynku po 2 latach spowolnienia.

W II kwartale tendencja wzrostowa się nasili. Planuje się rozpoczęcie 3655 projektów o wartości przekraczającej 145 mld zł oraz zakończenie 1291 inwestycji o wartości prawie 43,5 mld zł. Liczba inwestycji wzrośnie kwartał do kwartału o 64%, a łączna wartość nowych projektów o ponad 2%. To najbardziej dynamiczny okres w ciągu roku, napędzany zarówno aktywnością sektora publicznego, jak i wzmacnianym się inwestowaniem komercyjnym.

W III kwartale widoczne będzie wyhamowanie tempa wzrostu liczby projektów. Rozpocznie się 2410 inwestycji o wartości 120 mld zł, a zakończy 1167 o wartości 35,8 mld zł. Oznacza to wzrost liczby projektów o 34%, lecz jednocześnie spadek ich



**Dariusz Rostkowski**  
Kompas Inwestycji

wartości o 17%. Będzie to efekt kumulacji inwestycji rozpoczętych w II kwartale oraz przygotowywania dużych projektów infrastrukturalnych do fazy wykonawczej.

W IV kwartale znacząco zmieni się struktura rynku. Wartość projektów rozpoczynanych i kończonych niemal się zrówna, co świadczy o stabilizowaniu się rynku i przechodzeniu wielu dużych przedsięwzięć do etapu finalizacji. Planowane jest rozpoczęcie 1825 inwestycji za 96 mld zł oraz zakończenie 2388 projektów za 95,5 mld zł. W porównaniu z poprzednim kwartałem liczba nowych inwestycji spadnie o 24,3%, a ich wartość – o 20%. Nie oznacza to jednak osłabienia rynku, lecz przesunięcie środków w stronę zaawansowanych projektów.

Główne czynniki wpływające na wzrost rynku to poprawa płynności finansowej samorządów, stabilizacja stóp pro-

centowych, zwiększona absorpcja środków unijnych z perspektywy 2021–2027 oraz niższe koszty finansowania projektów komercyjnych.

Analiza trzech głównych sektorów budownictwa: mieszkaniowego, niemieszkaniowego i inżynierskiego pokazuje wyraźne zmiany wobec roku 2025. Sektory reagują na odmienne bodźce, np. na presję demograficzną oraz popyt konsumpcyjny w budownictwie mieszkaniowym, na potrzeby biznesu w inwestycjach kubaturowych oraz na skalę środków publicznych w budownictwie infrastrukturalnym.

## SEKTOR MIESZKANIOWY

W pierwszych czterech kwartałach zaplanowano 3627 projektów o łącznej wartości ok. 123,6 mld zł. Początek roku, czyli I kwartał, przyniesie stabilny, ale niezbyt dynamiczny wzrost. Najwięcej inwestycji mieszkaniowych wygenerują tradycyjni liderzy: Mazowsze (648 projektów o wartości 28,8 mld zł), Śląsk (350 projektów) oraz Małopolska (332 projekty). W tych

regionach kumuluje się presja demograficzna, napływ ludności oraz wysokie tempo urbanizacji. W I kwartale rynek mieszkaniowy będą napędzały głównie: ożywienie popytu po stabilizacji stóp procentowych, wysoka absorpcja programów gwarancyjnych oraz decyzje inwestorów przesunięte z końca 2025 r. Ponieważ sezon budowlany nie rozkręci się jeszcze w pełni, I kwartał będzie raczej etapem rozruchu.

Wiosna i początek lata to tradycyjnie najlepszy okres dla budownictwa mieszkaniowego. W II kwartale 2026 r. przewidywane jest silne ożywienie – wzrost liczby rozpoczętych inwestycji o 64% kwartał do kwartału, przy czym największe wzrosty zanotują województwa o rosnących rynkach aglomeracyjnych: pomorskie, wielkopolskie i dolnośląskie. Na dynamikę sektora wpłyną głównie: wejście na rynek inwestorów indywidualnych w trybie komercyjnym, duża aktywność deweloperów szukających sposobów na ucieczkę przed rosnącymi kosztami gruntów oraz wzrost liczby projektów wieloetapowych na przedmieściach dużych miast.

Lato i wczesna jesień przyniosą wyhamowanie – spadek liczby inwestycji o ponad 34% kwartał do kwartału. Przyczyną

tego będą wielowymiarowe: nasycenie rynku projektami z II kwartału i opóźnienie startu przez część deweloperów, czekających na nowe decyzje administracyjne; znowu mogą też wrosnąć koszty materiałów i wykonawstwa.

Ostatni kwartał 2026 r. przyniesie dalsze spadki liczby nowych budów, ale ich wartości pozostaną wysokie – co będzie świadczyło o zmianie struktury. Mniejsze projekty będą wypierane przez duże inwestycje wielorodzinne w metropoliach.

Sektor mieszkaniowy w IV kwartale zareaguje na prawdopodobną słabszą koniunkturę konsumencką, ograniczenia zdolności kredytowej części gospodarstw domowych oraz przesunięcie aktywności inwestorów na pierwszy kwartał 2027 r.

Podsumowując: przewiduje się, że w 2026 r. będą dominowały inwestycje deweloperskie w dużych aglomeracjach (takich jak Warszawa, Kraków, Trójmiasto i Wrocław), ale wzrośnie udział mniejszych miast (m.in. Rzeszowa, Olsztyn i Białegostoku).

Należy pamiętać, że wpływ na rynek mieszkaniowy będą miały czynniki makroekonomiczne. Podtrzymaniu dynamiki ożywienia w tym sektorze będą zapewne służyć zapowiedziane obniżki stóp

procentowych NBP – według analityków Alior Banku w okolicy połowy 2026 r. stopa referencyjna powinna spaść do 3,5%. Obniży to istotnie koszt kredytu i zwiększy popyt na mieszkania.

Dane Biura Informacji Kredytowej (BIK) potwierdzają odbudowę popytu:

- w październiku 2025 r. liczba zapytań o kredyty mieszkaniowe wzrosła o 34% rok do roku, a liczba wnioskujących zwiększyła się do 42,9 tys. osób;
- średnia kwota kredytu wyniosła o prawie 8% więcej niż rok wcześniej, czyli 474,9 tys. zł.

BIK podaje, że jeśli utrzyma się obecne tempo sprzedaży, można się spodziewać rekordowej wartości udzielonych kredytów hipotecznych.

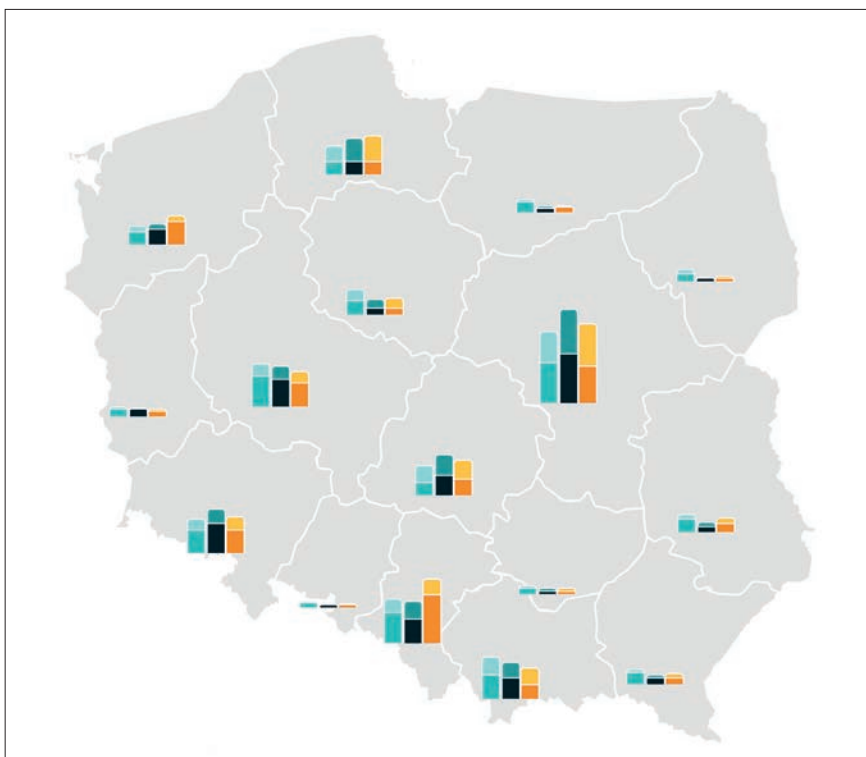
## SEKTOR NIEMIESZKANIOWY

Sektor niemieszkaniowy pozostaje stabilny z lekką tendencją wzrostową, a przewidywana wartość inwestycji w 2026 r. wyniesie ok. 173,5 mld zł. Prawie 40% tego wygenerują projekty przemysłowe i logistyczne, napędzane trendem nearshoringu.

W segmencie obiektów usługowych, biurowych, handlowych oraz przemysłowo-magazynowych aktywność koncentruje się

Tab. Rozkład inwestycji przygotowywanych do realizacji w 2026 r. według województw

Województwa	Wartość inwestycji [mln zł]								Suma	
	do 10	10–25	25–50	50–100	100–250	250–500	500–1k	>1k		
Dolnośląskie	275	300	133	100	33	16	6	3	866	8,56%
Kujawsko-Pomorskie	217	214	99	43	22	7	2	1	605	5,98%
Lubelskie	134	179	69	29	20	9	11	2	453	4,48%
Lubuskie	95	98	35	26	14	10	-	-	278	2,75%
Łódzkie	158	238	107	53	44	16	3	2	622	6,15%
Małopolskie	306	351	164	97	48	8	2	4	980	9,69%
Mazowieckie	342	541	267	188	99	38	12	4	1492	14,75%
Opolskie	81	75	33	16	10	1	-	-	216	2,14%
Podkarpackie	152	156	67	37	18	11	1	3	445	4,40%
Podlaskie	96	95	39	17	6	5	-	-	258	2,55%
Pomorskie	189	269	126	77	56	17	5	6	745	7,37%
Śląskie	337	374	155	99	65	23	5	4	1062	10,50%
Świętokrzyskie	58	87	37	17	18	1	-	2	220	2,17%
Warmińsko-Mazurskie	125	140	51	21	10	3	1	-	351	3,47%
Wielkopolskie	292	352	140	85	48	24	7	1	949	9,38%
Zachodniopomorskie	147	222	91	55	33	12	9	4	573	5,66%
<b>Razem</b>	<b>3004</b>	<b>3691</b>	<b>1613</b>	<b>960</b>	<b>544</b>	<b>201</b>	<b>64</b>	<b>36</b>	<b>10113</b>	<b>100%</b>
	<b>29,70%</b>	<b>36,49%</b>	<b>15,95%</b>	<b>9,49%</b>	<b>5,38%</b>	<b>1,99%</b>	<b>0,63%</b>	<b>0,36%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>



Rys. Rozkład inwestycji przygotowywanych do realizacji w 2026 r.

w największych regionach. Wysokie wartości inwestycji na Mazowszu, Śląsku, Pomorzu i w Wielkopolsce wynikają głównie z napływu kapitału do sektorów logistyki oraz magazynowego, zwiększonego zapotrzebowania na centra danych i obiekty technologiczne oraz wciąż wysokiego popytu na powierzchnie usługowe w metropoliach.

W I kwartale 2026 r. widoczne będą zwłaszcza projekty kontynuowane, a nowe ruszą w umiarkowanym tempie. W II kwartale należy się spodziewać wzrostu liczby inwestycji magazynowych, handlowych, usługowych oraz publicznych przede wszystkim w regionach zachodnich. Z kolei III kwartał przyniesie lekkie zwolnienie, bez gwałtownych spadków – realne wydaje się utrzymanie tempa w inwestycjach produkcyjnych, magazynowych i publicznych. Wpłyną na to głównie zawarte w II kwartale kontrakty oraz środki publiczne, których wydatkowanie musi się zamykać w określonych harmonogramach. IV kwartał będzie okresem domykania wielu projektów i przygotowywania nowych kontraktów na kolejny rok. Inwestorzy publiczni zintensyfikują wydatkowanie środków, a sek-

tor prywatny zwolni. Wartości inwestycji będą stabilne, ale nie pojawi się już wiele nowych dużych projektów.

Analizując perspektywy rozbudowy powierzchni magazynowych, należy pamiętać, że ostatnio pogarszają się widoki dla sektora przetwórczego ze względu na splot kilku czynników: niemiecki przemysł raportuje wyraźne spowolnienie, eksport branży samochodowej słabnie, a część firm z tego sektora zamyka zakłady produkcyjne lub planuje przestoje w produkcji do końca 2025 r. Będzie to ciążyło na wynikach produkcji przemysłowej w ostatnim kwartale. W średnim terminie słabość popytu zewnętrznego powinno kompensować ożywienie popytu krajowego, w tym projekty finansowane ze środków unijnych czy wydatki zbrojeniowe.

## SEKTOR INŻYNIERYJNY

To najsilniej rozwijający się segment, który będzie odpowiedzialny za ponad 40% wartości wszystkich inwestycji w 2026 r. (ok. 206 mld zł). Obejmuje projekty infrastrukturalne: drogowe, kolejowe, hydrotechniczne oraz energetyczne.

Największe środki są kierowane na modernizację sieci przesyłowych, budowę dróg ekspresowych i inwestycje kolejowe w ramach realizacji Portu Polska. Budownictwo infrastrukturalne rozpocznie 2026 r. mocnym akcentem. Największe wartości inwestycji skoncentrują się w Pomorskiem (rekordowe 66,6 mld zł), Śląskiem (18,5 mld zł), Małopolsce (16,8 mld zł) i na Mazowszu (14,6 mld zł).

I kwartał przyniesie intensywną realizację projektów transportowych, hydrotechnicznych i energetycznych, finansowanych przede wszystkim z: KPO, środków unijnych na lata 2021–2027, krajowych programów drogowych i kolejowych.

Infrastruktura w II kwartale będzie rosła stabilnie, ale bez takiego skoku jak w sektorze mieszkaniowym. To faza wejścia w szczyt sezonu budowlanego, gdzie dominują modernizacje dróg wojewódzkich i powiatowych, budowy węzłów komunikacyjnych, projekty energetyczne i wodno-kanalizacyjne. Liderem wartości inwestycji pozostanie województwo pomorskie – będzie to efekt dużych projektów hydrotechnicznych i portowych.

W budownictwie inżynierskim III kwartał to tradycyjnie szczyt sezonu. Nie przewiduje się tu nagłego spadku liczby inwestycji – wręcz przeciwnie, to moment największej intensywności robót terenowych.

W IV kwartale należy się spodziewać wyraźnego spadku liczby nowych projektów, ale z drugiej strony ich wartości pozostaną bardzo wysokie. Będzie to wynikało z wejścia w finalne fazy ogromnych projektów transportowych, realizacji inwestycji portowych przed określonymi terminami unijnymi oraz kumulacji prac przed zimą. Pomorskie nadal pozostanie liderem wartości projektów infrastrukturalnych.

Przykładami znaczących inwestycji inżynierskich w 2026 r. będą m.in.:

- budowa odcinka S12 Piaski–Dorohusk (2,6 mld zł),
- modernizacja linii kolejowej E30 na Podkarpaciu (1,8 mld zł),
- rozbudowa Portu Zewnętrznego w Gdyni (ponad 3 mld zł).

Istotną okolicznością dla perspektyw sektora inżynieryjnego w najbliższych latach jest rosnące zapotrzebowanie na energię. W projekcie „Planu rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2025–2034 w perspektywie 2037 r.” przewidziano 389 zamierzeń inwestycyjnych dotyczących rozbudowy i modernizacji sieci przesyłowej. Wartość nakładów na realizację wszystkich inwestycji dla tego okresu została oszacowana na ok. 66,3 mld zł – jak wynika z raportu Polskich Sieci Energetycznych.

Kolejne ważne uwarunkowanie dla inwestycji sektora inżynieryjnego związane jest z projektami rządowymi. Rok 2026 zapowiada się jako ważny moment dla infrastruktury transportowej w Polsce – w fazę przyspieszenia wejdą kluczowe programy drogowe i kolejowe. W przypadku Rządowego Programu Budowy Dróg Krajowych GDDKiA planuje ogłoszenie przetargów na kolejne 500 km dróg, realizując ambitny plan rozwoju sieci autostrad i dróg ekspresowych.

Jednocześnie rząd przewiduje wydanie dodatkowych 2,6 mld zł do końca 2026 r., by skompensować wzrost kosztów w sektorze budowlanym. Te środki pochodzą z Krajowego Funduszu Drogowego i pozwolą na utrzymanie dynamiki inwestycji mimo presji inflacyjnej – jak można prze-

czytać w wykazie prac legislacyjnych oraz programowych Rady Ministrów.

Z kolei Krajowy Program Kolejowy (KPK) w 2026 r. zyska realny wymiar inwestycyjny. PKP PLK przewiduje ogłoszenie przetargów o łącznej wartości ok. 9,5 mld zł. W I kwartale planowane są prace nad ważnymi odcinkami, przede wszystkim:

- modernizacją trasy Toruń–Włocławek,
- elektryfikacją linii Piotrków Trybunalski–Bełchatów,
- przebudową odcinka Wrocław Psie Pole–Sołtysowice.

W kolejnych miesiącach pojawią się przetargi na budowę łącznic i rewitalizację linii, m.in.: Kraków–Olkusz, Modlin–Iotnisko Modlin oraz Czarnków–Wągrowiec.

**MAZOWSZE NA PROWADZENIU**

Najwięcej inwestycji w 2026 r. zaplanowano na Mazowszu – to 1492 projekty o wartości 75,3 mld zł (14,7% krajowej puli). W województwie śląskim do realizacji przygotowywane są 1062 inwestycje o wartości 51,9 mld zł – głównie: przemysłowe i rewitalizacyjne. W Małopolsce to 980 projektów (41,2 mld zł) z rosnącym udziałem budownictwa mieszkaniowego, w Wielkopolsce – 949 (38,5 mld zł), w czym duży udział mają inwestycje magazynowe, w Dolnośląskiem – 866 (35,4 mld zł), a na Pomorzu – 745 (rekordowa wartość 91,6 mld zł), głównie w infrastrukturze morskiej oraz energetyce.

Najmniej projektów zaplanowano w województwach opolskim (216) i świętokrzyskim (220), choć w obu regionach wzrosnie wartość jednostkowa inwestycji.

Najwięcej projektów mieści się w przedziale 10–25 mln zł, co stanowi ponad 36% całości. 30% inwestycji ma wartość poniżej 10 mln zł. Największe projekty powyżej 1 mld zł stanowią tylko 0,4% ogółu, lecz generują ok. 15% łącznej wartości.

**TENDENCJE I PROGNOZY NA 2026 ROK**

Kluczowe trendy w tym roku to:

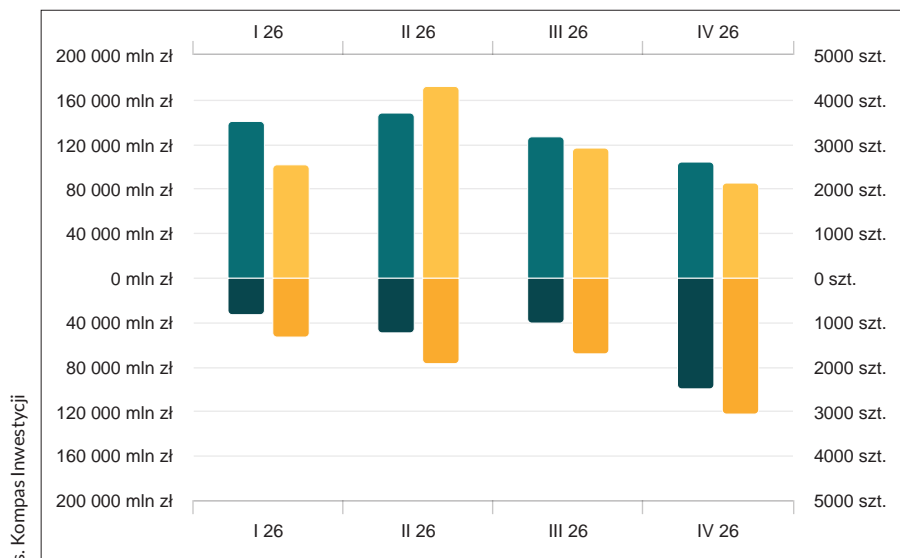
- odbicie inwestycji publicznych,
- wdrożenie nowych środków z KPO i funduszy spójności,
- wzrost znaczenia zielonego budownictwa,
- cyfryzacja zarządzania projektami.

Coraz bardziej widoczne stanie się przesunięcie geograficzne inwestycji – większe zaangażowanie środków w Polsce wschodniej i północnej. Rosnącej dynamice wzrostu będzie sprzyjała stabilizacja cen materiałów budowlanych, zauważalna po okresie silnych wahań kosztowych w latach 2022–2024.

Najbardziej dynamiczny pozostanie sektor infrastrukturalny – wartość inwestycji wyraźnie przewyższy pozostałe segmenty. Kluczowe wydają się projekty wielorodzinne w dużych miastach; segment jednorodzinny nieco osłabnie. Sektor kubaturowy (niemieszkaniowy) będzie przechodził etap korekcyjny lub oczekiwania – choć magazyny i logistyka będą aktywne, rynek biurowy i usługowy ograniczy skalę nowych projektów. Stąd jego wzrost będzie najwolniejszy spośród trzech analizowanych.

Największe szanse dla wykonawców dotyczą dużych inwestycji infrastrukturalnych i wieloetapowych projektów mieszkaniowych. Wyzwaniami pozostają koszty materiałów, dostępność pracowników, presja konkurencyjna i ryzyko opóźnień administracyjnych.

Dane Kompas Inwestycji wskazują, że rynek wchodzi w fazę stabilizacji. W latach 2026–2027 przewidywany jest wzrost nakładów inwestycyjnych o 8–10% rocznie, zwłaszcza w sektorze infrastrukturalnym i energetycznym. ■



Rys. Wartość i liczba inwestycji rozpoczynanych i zakończonych w kolejnych kwartałach 2026 r.

Rys. Kompas Inwestycji

# Standardy jakości i KPI dla nadzoru projektów infrastrukturalnych



Wdrożenie systemu KPI (Key Performance Indicators) w nadzór inwestorskim to nie kosmetyczna zmiana ani reforma administracyjna o charakterze proceduralnym, lecz pełnowymiarowa transformacja kultury pracy w polskim sektorze infrastrukturalnym. Rynek potrzebuje obiektywnych, mierzalnych wskaźników jakości nadzoru. Bez nich nie sposób mówić o porównywalności ofert, stabilnej wycenie, a przede wszystkim – o jakości usług, którą można egzekwować.



**dr inż. Krzysztof Kaczorek**  
dyrektor Centrum Analiz Budowlanych  
Instytut Badań Stosowanych  
Politechniki Warszawskiej

Różnica cen ofert na nadzór, sięgająca nawet kilkuset procent, omówiona w artykule „Problem rozbieżności wartości ofert na nadzór kontraktów infrastrukturalnych” [1], ma swoje źródła nie tylko w odmiennej kalkulacji kosztów. Przyczyną jest także brak jednolitych standardów jakości oraz mierzalnych wymagań wobec zespołów nadzorczych. Z kolei analiza elementów, które oddziałują na wynagrodzenie, przeprowadzona w artykule „Czynniki kształtujące wynagrodzenie za nadzór kontraktów infrastrukturalnych” [2], pokazała, że złożoność techniczna, ciężar raportowy i ryzyka kon-

traktowe wprost wpływają na nakład pracy, jednak nie zawsze znajdują odzwierciedlenie w dokumentacji przetargowej. Zbieżne wnioski pojawiają się w opracowaniach poświęconych zarządzaniu przedsięwzięciami budowlanymi oraz przygotowaniu i realizacji projektów infrastrukturalnych. Wszystkie akcentują potrzebę jednoznacznego powiązania wymagań jakościowych z nakładami pracy oraz ryzykiem projektowym [3–5]. Oba zjawiska prowadzą do jednej konkluzji: rynek potrzebuje obiektywnych, mierzalnych wskaźników jakości nadzoru – KPI (Key Performance Indicators). Bez nich trudno o porównywalność

ofert, stabilną wycenę, a przede wszystkim o egzekwowalną jakość usług.

## POTRZEBA WPROWADZENIA KPI

Obowiązki nadzoru w kontraktach drogowych, kolejowych i elektroenergetycznych są coraz bardziej rozbudowane. Wynika to m.in. z:

- konstrukcji wzorców kontraktowych Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) – FIDIC 2017, tryb „projektuj i buduj” – gdzie rola inżyniera obejmuje koordynację, raportowanie, kontrolę jakości, rozliczenia i zarządzanie roszczeniami [6], a także z rekomendacji opracowanych dla beneficjentów środków unijnych w zakresie przygotowania i kontraktowania inwestycji [3];
- dokumentacji PKP Polskich Linii Kolejowych (PKP PLK), w tym wytycznych LET-6, które dotyczą sieci trakcyjnych

oraz wymogów raportowych dla projektów współfinansowanych z UE [7], uzupełnianych przez szersze ramy zarządzania ryzykiem i bezpieczeństwem w sektorze kolejowym [8, 9];

- standardów Polskich Sieci Elektroenergetycznych (PSE), np. IRiESP-OIRE, które określają rygory niezawodności i raportowania przy inwestycjach 400/110 kV [10], osadzonych w reżimie krajowych regulacji technicznych i budowlanych [11, 12].

W praktyce rozbieżności ofert i jakości świadczonych usług wynikają głównie z tego, że te obowiązki nie są przekładane na mierzalne wymagania ani na KPI. Stąd bierze się zarówno „dumping” obsadowy, jak i trudności zamawiających przy ocenie ofert oraz nadzorze nad kontraktami. Brak jednoznacznych metryk jakości i produktywności zespołów projektowych prowadzi do systematycznego niedoszacowania nakładów pracy oraz przerzucania ryzyka na najsłabsze strony umowy [4, 5].

## PIĘĆ OBSZARÓW WYMAGAJĄCYCH SYSTEMOWEGO POMIARU

### 1. Raportowanie i dokumentacja – fundament transparentności kontraktu

Jednym z najbardziej oczywistych, a zarazem najbardziej niedoszacowanych obszarów pracy nadzoru jest sfera dokumentacyjna. Zarówno GDDKiA, jak i PKP PLK oraz PSE nakładają na zespoły nadzorcze rozbudowane obowiązki sprawozdawcze, które obejmują m.in.:

- comiesięczne i cotygodniowe raporty,
- protokoły odbiorów,
- rejestry korespondencji,
- matryce ryzyk,
- audyty jakości.

W rzeczywistości stanowią one nie administracyjny dodatek, lecz kluczowy element materialnej kontroli przebiegu inwestycji. Podkreślają to też wytyczne dla inwestorów przedsięwzięć infrastrukturalnych [3] oraz podręczniki z zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi [4].

Dokumentacja pełni funkcję dowodową, koordynacyjną oraz zarządczą. Na jej podstawie można odtworzyć tok robót, zweryfikować zgodność z harmo-

nogramem, ocenić jakość robót oraz egzekwować roszczenia. Braki w dokumentacji rodzą określone skutki: ryzyko utraty kontroli nad procesem inwestycyjnym oraz problemy w rozliczeniach. Potwierdziła to Najwyższa Izba Kontroli (NIK) w raporcie o jakości robót drogowych nadzorowanych przez GDDKiA. NIK wykazała, że „niepełna i niespójna dokumentacja nadzoru utrudniała ocenę sposobu wykonania robót i jakości materiałów” oraz że była ona jedną z przyczyn trudności przy egzekwowaniu odpowiedzialności wykonawców [13]. Wyniki kontroli NIK są spójne z obserwacjami zawartymi w literaturze. Podkreśla się w niej, że niedostateczna jakość dokumentacji jest jednym z głównych źródeł sporów i roszczeń w projektach budowlanych [4, 5].

To oznacza, że raportowanie nie może być wykonywane w dobrej wierze ani pozostawione w sferze swobodnej interpretacji. Powinno być mierzone, np. przez KPI:

- terminowości,
- kompletności,
- zgodności z zakresem,
- liczby korekt wymaganych przez zamawiającego.

Bez takich wskaźników zamawiający nie dysponuje narzędziem, dzięki któremu jest w stanie ocenić jakość pracy nadzoru, a wykonawcy nie mogą realistycznie kalkulować nakładów pracy związanych z dokumentacją.

## Zastosowanie KPI musi odzwierciedlać różnice branżowe oraz uwzględniać odmienną specyfikę techniczną i organizacyjną.

### 2. Reakcja na zdarzenia i korespondencję – krytyczny element należytej staranności

Drugim kluczowym obszarem jest reakcja nadzoru na zdarzenia, zgłoszenia wykonawcy, wpisy do dziennika budowy i korespondencję formalną. To właśnie szybkość oraz adekwatność odpowiedzi świadczą o jakości nadzoru w ujęciu operacyjnym. Dotyczy to zwłaszcza kontraktów o wysokiej dynamice robót i dużej liczbie zdarzeń kolizyjnych.

W licznych opracowaniach podkreśla się, że należyta staranność zamawiających (a przez rozszerzenie – nadzoru działającego na ich rzecz) obejmuje terminowe, rzeczowe i udokumentowane reakcje. W kontekście rażąco niskiej ceny podnosi się, że nieadekwatne lub opóźnione odpowiedzi na pisma stają się jednym z najczęstszych pól krytyki Krajowej Izby Odwoławczej (KIO) wobec zamawiających [14]. Podobne wnioski można znaleźć w publikacjach poświęconych zarządzaniu przedsięwzięciami budowlanymi i analizie opóźnień. Zwraca się w nich uwagę na znaczenie szybkiej reakcji na zdarzenia, które zakłócają harmonogram, oraz konieczność stosowania obiektywnych wskaźników monitorujących proces komunikacji [4, 5].

Analogicznie, w przypadku nadzoru brak formalnie określonych standardów czasu reakcji prowadzi do dwóch poważnych skutków:

- ryzyka techniczne i harmonogramowe nie są neutralizowane w porę, co zwiększa prawdopodobieństwo opóźnień i dodatkowych kosztów;
- zamawiający nie ma możliwości obiektywnej oceny działania nadzoru, ponieważ brakuje porównywalnych metryk.

Standardy reakcji są więc nie tylko elementem organizacyjnym, lecz także narzędziem zarządzania ryzykiem projektowym. Wymagają one sparametryzowania w formie KPI (np. czas reakcji:

24 godz. na zdarzenia krytyczne, 48 godz. na zgłoszenia wykonawcy, 5 dni na pisma formalne). Jest to spójne z zaleceniami nowoczesnych systemów zarządzania bezpieczeństwem i ryzykiem w transporcie kolejowym [8, 9].

### 3. Nadzór bezpośredni i obecność na budowie – kontrola procesu w czasie rzeczywistym

GDDKiA, PKP PLK oraz PSE w swoich dokumentacjach kontraktowych określają



minimalną obecność przedstawicieli nadzoru przy kluczowych rodzajach robót. Dotyczy to m.in.:

- prac tunelowych,
- betonowania konstrukcji mostowych,
- montażu i testowania urządzeń systemów sterowania ruchem (SRK),
- robót prowadzonych pod ruchem,
- prac w obszarze urządzeń WN.

Te wymagania nie są przypadkowe. Dotyczą prac, które niosą największe ryzyko techniczne, a ich błędna realizacja generuje trudne do odwrócenia skutki (np. wadę konstrukcyjną tunelu, nieprawidłowy montaż SSP/SRK, błędną izolację w instalacjach WN). Kwestie te są dodatkowo określone w systemie prawnym, w szczególności w przepisach Prawa budowlanego oraz powiązanych aktów wykonawczych, które mówią o obowiązkach uczestników procesu budowlanego, w tym inspektora nadzoru inwestorskiego [11, 12].

W praktyce jednak nie są one powiązane z narzędziami pomiarowymi, a obsada zespołu bywa weryfikowana jedynie na wiarę. Brak KPI dotyczących obecności prowadzi do:

- zjawiska obsady nominalnej (osoby wskazane w ofercie faktycznie nie realizują obowiązków);
- trudności w ocenie jakości pracy nadzoru;
- ryzyka, że kluczowe etapy zostaną przeprowadzone bez właściwego nadzoru.

Dlatego mierzenie obecności poprzez KPI (np. % realizacji planu obsady FTE, frekwencja przy odbiorach kluczowych) jest warunkiem koniecznym profesjonalizacji nadzoru [4, 11, 15].

#### 4. Zarządzanie czynnikami ryzyka i kolizjami – klucz do minimalizacji roszczeń

Wzorcowe dokumenty kontraktowe GDDKiA (WDK, FIDIC 2017) jednoznacznie przypisują inżynierowi kontraktu obowiązki prowadzenia rejestru czynników ryzyka oraz aktualizowania matrycy czynników ryzyka w uzgodnieniu z wykonawcą i zamawiającym [6]. To jeden z najistotniejszych obszarów nadzoru, ponieważ efektywne zarządzanie czynnikami ryzyka:

- minimalizuje liczbę kolizji międzybranżowych,
- zmniejsza ryzyko opóźnień,
- zapobiega eskalacji roszczeń.

W praktyce jednak bez wskaźników, które określają częstotliwość aktualizacji

oraz czas reakcji na kolizję, liczbę i wagę zidentyfikowanych czynników ryzyka, obszar ten pozostaje trudny do weryfikacji. Jednocześnie to właśnie w dokumentach regulacyjnych i wytycznych, które dotyczą zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym, oraz raportach poświęconych bezpieczeństwu transportu kolejowego w Polsce podkreśla się znaczenie systemowego ujęcia ryzyka opartego na wspólnych wskaźnikach i miernikach bezpieczeństwa [8, 9, 16].

Brak KPI prowadzi do sytuacji, w której zamawiający nie jest w stanie ocenić, czy nadzór faktycznie wykonuje swoje obowiązki, czy jedynie ogranicza się do rutynowych działań dokumentacyjnych. Tymczasem aktywne zarządzanie czynnikami ryzyka jest kluczowe dla minimalizacji roszczeń i zapewnienia stabilności harmonogramu [4, 5, 9].

#### 5. Stałość zespołu i kwalifikacje – warunek ciągłości oraz jakości usług

Urząd Zamówień Publicznych (UZP) wielokrotnie podkreśla, że jakość usług intelektualnych w zamówieniach publicznych jest przede wszystkim funkcją kompetencji i realnej dostępności personelu, a nie

**Tab. Proponowane KPI dla nadzoru inwestorskiego**

Kategoria	KPI	Definicja/sposób pomiaru	Cel (target)	Uwagi
Raportowanie	terminowość raportów miesięcznych	raport przekazany do określonego (np. 5.) dnia miesiąca	100%	wzorcowe dokumenty kontraktowe GDDKiA wymagają cykliczności i kompletności raportów
	kompletność raportów	liczba korekt wymaganych przez zamawiającego	≤1/miesiąc	dane weryfikowalne
Reakcja na zdarzenia	czas reakcji na pismo formalne	pomiar w dniach kalendarzowych	≤5 dni	należy porównywać z aktualną praktyką KIO w sprawach RNC
	czas potwierdzenia wpisu do dziennika	pomiar w godzinach	≤24 godz.	bardzo istotne w projektach kolejowych (PKP PLK)
Obecność na budowie	realizacja planu obsady FTE	% obecności względem planu	≥95%	przeciwdziała „dumpingowi” obsadowemu
	frekwencja przy odbiorach kluczowych	udział wymaganych specjalistów	100%	wymagane m.in. w pracach tunelowych i SRK
Czynniki ryzyka i kolizje	aktualizacja macrycy czynników ryzyka	miesięczna weryfikacja i podpis	100%	wynika z WDK (GDDKiA)
	czas reakcji na kolizję	pomiar w godzinach/dniach	≤72 godz.	zgodne z dobrymi praktykami zarządzania ryzykiem
Zespół i kompetencje	rotacja personelu	% zmian w zespole w skali roku	≤10%	zmniejsza ryzyko utraty ciągłości nadzoru
	zgodność kompetencji	weryfikacja CV vs. OPZ	100%	weryfikacja formalna

Wskaźniki mają charakter przykładowy i mogą być dostosowywane do specyfiki kontraktu (np. praca pod ruchem kolejowym, obiekty tunelowe, prace WN).

wyłącznie zaofiarowanej ceny [8]. W literaturze dotyczącej zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi wskazuje się, że stabilność zespołu projektowego, ciągłość kompetencji oraz spójność struktury organizacyjnej mają bezpośredni wpływ na wyniki projektu i poziom ryzyka [4, 5].

Dotyczy to zwłaszcza usług nadzoru inwestorskiego, w których:

- wiedza jest zlokalizowana w zespole,
- utrata kluczowego specjalisty może powodować utratę ciągłości nadzoru,
- rotacja prowadzi do obniżenia jakości dokumentacji i wzrostu kosztów koordynacji.

Mimo to wiele instytucji nie monitoruje wskaźników takich jak:

- rotacja personelu,
- zgodność kompetencji z wymaganiami opisu przedmiotu zamówienia (OPZ),
- dostępność kluczowych specjalistów,
- faktyczna liczba godzin pracy poszczególnych osób.

W praktyce oznacza to, że zamawiający nie ma narzędzi do weryfikacji, czy nadzór realizuje usługę zgodnie z deklaracjami, a wykonawcy oferują zasoby adekwatne do zakresu kontraktu.

Monitoring KPI w tym obszarze pozwala wykryć m.in.:

- ukrytą redukcję obsady,
- nadmierną rotację,
- delegowanie mniej doświadczonych pracowników do kluczowych zadań.

Stołość zespołu powinna być więc traktowana jako mierzalny element jakości usługi, a nie jedynie deklaracja [3, 4, 11].

### ZASADY KONSTRUOWANIA KPI

Biorąc pod uwagę wcześniejsze analizy, należy stwierdzić, że skuteczne KPI powinny być:

- mierzalne (konkretna liczba, data, %),
- jednoznaczne (opis procedury pomiaru),
- weryfikowalne (dane w dokumentacji),
- realistyczne (możliwe do wykonania przy wskazanej obsadzie),
- neutralne branżowo (ale dopuszczające specyfikę drogownictwa, kolei i energetyki),
- powiązane z wynagrodzeniem ryczałtowym.

W tab. przedstawiono propozycję zestawu wskaźników, który można zaimplementować w OPZ/SWK. Proponowana struktura jest zgodna z zalece-

niami literatury z zakresu zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi i systemami zarządzania bezpieczeństwem. Akcentują one konieczność przejrzystego powiązania metryk jakościowych z procesami projektowymi oraz odpowiedzialnością poszczególnych ról kontraktowych [4, 5, 8, 9].

### POWIĄZANIE KPI Z WYCENĄ NADZORU

Wprowadzenie KPI do systemu oceny nadzoru inwestorskiego musi uwzględnić trzy kluczowe grupy czynników kosztotwórczych:

- **Koszty pracy** – ich dynamikę w sposób obiektywny i cykliczny odzwierciedla indeks kosztów zatrudnienia (IKZ). To publikowany przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) kwartalny wskaźnik prezentujący zmianę pełnych kosztów pracy ponoszonych przez pracodawców, który obejmuje nie tylko wynagrodzenia, lecz także składki, narzuty i pozostałe elementy kosztowe związane z zatrudnieniem [17]. Odwołanie KPI do IKZ pozwala harmonizować budżetowanie nadzoru z realnym tempem wzrostu kosztów pracy. Dzięki temu można

racjonalnie planować obsadę Full-Time Equivalent (FTE), ograniczać zjawisko zaniżania stawek poprzez niedoszacowanie rzeczywistego nakładu pracy oraz zwiększać przewidywalność kosztów w kontraktach wieloletnich, zwłaszcza trwających dłużej niż 36 miesięcy.

● **Logistykę** – wraz z mobilnością ma ona szczególne znaczenie w branżach charakteryzujących się wysoką zmiennością operacyjną. Dotyczy to przede wszystkim projektów kolejowych, zwłaszcza z udziałem systemów sterowania ruchem oraz prac prowadzonych pod ruchem

jeźdźców czynników ryzyka czy dokumentacji fotograficznej. Uporządkowanie tych procesów w formie KPI ogranicza ryzyko zaniżenia ceny przez wykonawcę. W przypadku zamawiającego zaś minimalizuje prawdopodobieństwo obniżenia jakości usług w wyniku niedostatecznej obsady lub niewystarczającego czasu pracy przeznaczonego na obowiązki biurowo-analityczne.

Zastosowanie KPI musi odzwierciedlać różnice branżowe, ponieważ każda z głównych gałęzi infrastruktury – drogownictwo, kolej oraz elektroenergetyka

## Połączenie systemu KPI z realistyczną wyceną prowadzi do powstania bardziej przejrzystego, przewidywalnego i odpornego na wstrząsy rynku.

pociągów w tzw. oknach torowych, a także inwestycji w elektroenergetyce przesyłowej, takich jak budowa i modernizacja stacji 400/110 kV. W takich przypadkach KPI dotyczące obecności personelu i dostępności zespołów muszą odzwierciedlać realne koszty funkcjonowania dyżurów, pracy zmianowej, dojazdów oraz gotowości w trybie 24 godz. na dobę. Brak tego powiązania w tradycyjnych wycenach prowadzi do niedoszacowania logistyki, a w konsekwencji pogarsza jakość nadzoru i stabilność obsady [3].

● **Obciążenia raportowe** – są one często pomijane przez wykonawców na etapie przygotowywania ofert, mimo że stanowią jeden z najistotniejszych komponentów nakładu pracy kadry inżynierskiej. Wymogi raportowe wynikają zarówno z dokumentów kontraktowych inwestorów (GDDKiA, PKP PLK, PSE), jak i wytycznych dla projektów finansowanych ze środków UE, w których obowiązuje rozbudowana sprawozdawczość oraz reżimy dowodowe. KPI umożliwiają precyzyjne uwzględnienie liczby cykli raportowych, częstotliwości i zakresu audytów, a także wymogów administracyjnych wynikających np. z konieczności prowadzenia re-

– charakteryzuje się odmienną specyfiką techniczną i organizacyjną. W drogownictwie, zwłaszcza w projektach obejmujących tunele lub obiekty inżynierskie, istotnym miernikiem staje się wskaźnik obecności przy odbiorach oraz kluczowych czynnościach kontrolnych, w tym przy pracach prowadzonych w ograniczonej przestrzeni tunelowej. Równie ważne są KPI dotyczące reakcji na kolizje z uzbrojeniem podziemnym oraz kompletności dokumentacji powykonawczej, której jakość, jak wskazywał NIK, ma bezpośrednie znaczenie dla oceny trwałości i poprawności wykonanych robót [3, 13].

W kolejnictwie kluczowe KPI odnoszą się do czasu potwierdzania wpisów do dziennika budowy, co ma znaczenie w kontekście utrzymania ciągłości ruchu kolejowego oraz reżimu pracy pod ruchem. Ponadto projekty kolejowe wymagają ewidencjonowania pracy zmianowej podczas okien torowych – stąd KPI dotyczący obsady zmianowej, wskazujący realny poziom zaangażowania zespołu nadzoru. Dodatkowo, z uwagi na wymogi Urzędu Transportu Kolejowego (UTK) i sprawozdawczość w ramach projektów CEF (Instrumentu „Łącząc Europę”) oraz

Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ), konieczne stają się KPI terminowości raportów przekazywanych do UTK i jednostek audytowych. Podobne rozwiązania wskazuje się w dokumentach strategicznych oraz wytycznych Urzędu Transportu Kolejowego dotyczących zarządzania bezpieczeństwem i nadzorem [8, 9, 16, 18].

W energetyce przesyłowej podstawowe znaczenie mają natomiast KPI związane z:

- raportowaniem z testów i prób urządzeń;
- obecnością nadzoru przy pracach na poziomach napięć WN (220/400 kV);
- aktualizacją matrycy ryzyk technicznych, która stanowi integralny element dokumentacji systemowej.

Dotyczy to w szczególności projektów realizowanych zgodnie z dokumentami PSE, takimi jak Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej (IRiESP). Ze względu na skalę ryzyk technologicznych oraz wysoki stopień automatyzacji stacji elektroenergetycznych zarówno terminowość, jak i kompletność tych działań mają fundamentalne znaczenie dla odbioru inwestycji [4, 10].

Zastosowanie takich KPI nie tylko odzwierciedla rzeczywisty nakład pracy oraz złożoność usług nadzorczych, lecz także porządkuje relacje kontraktowe i stabilizuje rynek. Umożliwia tym samym zamawiającym egzekwowanie standardów, a wykonawcom – rzetelne kalkulowanie ofert w oparciu o obiektywne, mierzalne i powszechnie dostępne wskaźniki [3–5].

### REKOMENDACJE WDROŻENIOWE DLA ZAMAWIAJĄCYCH

Na podstawie dotychczasowego wyводу autor proponuje następujące zalecenia wdrożeniowe dla zamawiających:

1. Wprowadzenie KPI do OPZ/SWK jako obowiązkowego załącznika.
2. Uwzględnienie kwartalnych przeglądów KPI – analogicznie do przeglądów postępu robót.
3. Powiązanie KPI z ryczałtem, ale:
  - bez kar pieniężnych,
  - z mechanizmem odchylenia jakościowego.

4. Budowę pętli zwrotnej (feedback loop) w portfelu inwestora – dane z poprzednich kontraktów powinny być punktem odniesienia dla kolejnych.

5. Publikowanie zagregowanych danych rynkowych, np. średnich wartości KPI dla danego typu kontraktów.

Wdrożenie tych rekomendacji pozwoli zamawiającym przejść od deklaracyjnego podejścia do jakości nadzoru do modelu opartego na mierzalnych, porównywalnych i weryfikowalnych danych. Zwiększy to znacząco skuteczność zarządzania kontraktami. Jest to kierunek spójny z rekomendacjami formułowanymi w *Podręczniku dla inwestorów przedsięwzięć infrastrukturalnych* [3], literaturze dotyczącej zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi [4, 5] oraz dokumentach regulacyjnych i strategicznych organów nadzoru w sektorze kolejowym [8, 16, 18].

## PODSUMOWANIE

Wdrożenie systemu KPI w nadzorze inwestorskim nie stanowi kosmetycznej zmiany ani reformy administracyjnej o charakterze proceduralnym, lecz pełnowymiarową transformację kultury pracy w polskim sektorze infrastrukturalnym. W rzeczywistości oznacza wprowadzenie ram, które pozwalają zamawiającym na stosowanie realnych, mierzalnych i weryfikowalnych narzędzi kontroli jakości. Umożliwi to ocenę usług nadzorczych w sposób obiektywny i powtarzalny. Dla wykonawców natomiast KPI stają się fundamentem precyzyjnie opisanych wymagań, które eliminują niejednoznaczność interpretacyjną oraz zwiększają przewidywalność oczekiwań zamawiającego na etapie realizacyjnym [3–5].

System mierników jakości przyczynia się również do ograniczenia zjawiska dumpingu ofertowego. Jak wynika z obserwacji rynku oraz licznych analiz UZP, jest ono często skutkiem braku jednoznacznych wymagań co do zakresu i intensywności pracy zespołów inżynierskich [4, 19]. Jasno określone KPI prowadzą do zwiększenia porównywalności wycen. Wykonawcy operują wspólną, jawną strukturą

obowiązków, a zamawiający mogą ocenić oferty nie tylko pod kątem ceny, lecz także adekwatności proponowanego modelu pracy.

W efekcie wprowadzenia KPI rośnie również bezpieczeństwo i przewidywalność realizacji inwestycji. Lepsza jakość nadzoru przekłada się na wcześniejsze wykrywanie nieprawidłowości, skuteczniejsze zarządzanie ryzykiem oraz stabilność obsady – szczególnie istotne w kontraktach wieloletnich. W praktyce KPI działają jak mechanizm sprzężenia zwrotnego – pozwalają kalibrować model nadzoru w czasie, reagować na odchylenia oraz dokumentować jakość usług w sposób zgodny z wymaganiami instytucji kontrolnych i audytowych [8, 9, 13].

Połączenie systemu KPI z realistyczną wyceną, opartą na rzetelnym podejściu bottom-up, oraz z jasno zdefiniowanymi standardami kompetencyjnymi może stać się jednym z najważniejszych kroków w profesjonalizacji usług nadzorczych w Polsce w najbliższych latach. Taki kierunek zmian prowadzi do stworzenia bardziej transparentnego, przewidywalnego i odpornego na wstrząsy rynku, w którym wartość merytoryczna, jakość pracy oraz odpowiedzialność inżynierska są wreszcie traktowane jako mierzalne elementy procesu inwestycyjnego, a nie zmienne trudne do uchwycenia w tradycyjnych modelach kontraktowych [3–5, 11, 12]. ■

## Literatura

- [1] Kaczorek K., „Problem rozbieżności wartości ofert na nadzór kontraktów infrastrukturalnych” w *Inżynier Budownictwa* nr 11, 2025, s. 70–75.
- [2] Kaczorek K., „Czynniki kształtujące wynagrodzenie za nadzór kontraktów infrastrukturalnych” w *Inżynier Budownictwa* nr 12, 2025, s. 164–168.
- [3] Adamczyk W. (red.), *Podręcznik dla inwestorów przedsięwzięć infrastrukturalnych*. Warszawa: Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Departament Programów Pomocowych i Pomocy Technicznej, 2011.
- [4] Strzelecka E., Glinkowska B., Maciejewska M., Wiażel-Sasin B., *Zarządzanie przedsięwzięciami budowlanymi w gospodarce polskiej: Podstawy, procedury, przykłady*. Łódź Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2014.

- [5] Frydrych A., Rafalski L., *Zarządzanie projektem budowlanym*. Warszawa: Verlag Dashofer, 2013.
- [6] „Wzorcowe dokumenty kontraktowe (WDK) dla systemów «Projektuj i Buduj» oraz umowy wskaźnikowe”, 2021 [dostęp 24.11.2025], Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad: <https://www.archiwum.gddkia.gov.pl/pl/a/13123/Wzorcowe-Dokumenty-Kontraktowe-WDK-dla-systemow-Projektuj-i-buduj-Umowy-wskaznikowe>.
- [7] „Wytyczne projektowania, budowy i odbioru sieci trakcyjnej 2×25 kV AC (LET-6/let-6)”, 2019 [dostęp 24.11.2025], PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.: [https://www.plk-sa.pl/files/public/user\\_upload/pdf/Akty\\_prawne\\_i\\_przepisy/Instrukcje/Wydruk/let/let-6\\_WCAG.pdf](https://www.plk-sa.pl/files/public/user_upload/pdf/Akty_prawne_i_przepisy/Instrukcje/Wydruk/let/let-6_WCAG.pdf).
- [8] „Nowoczesne podejście do zarządzania bezpieczeństwem – zarządzanie ryzykiem”, 2025 [dostęp 24.11.2025], Urząd Transportu Kolejowego: <https://utk.gov.pl/pl/interoperacyjnos/zarzadzanie-ryzykiem/19710.Nowoczesne-podejscie-do-zarzadzania-bezpieczenstwem.html>.
- [9] Chrobak R., „Zarządzanie bezpieczeństwem w transporcie kolejowym” w *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* nr 10, 2019.
- [10] „Dokumenty systemowe oraz materiały techniczne PSE (w tym IRIESP-OIRE)” [dostęp 24.11.2025], Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.: <https://www.pse.pl/dokumenty?safeargs=666f6c64657249643d36353132373430333435>.
- [11] Siegien J., *Prawo budowlane. Warunki techniczne budynków. Nadzór inwestorski. Projekt budowlany*. Warszawa: C.H. Beck, 2011.
- [12] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (t.j. Dz.U. z 2025 r. poz. 418).
- [13] „NIK o jakości robót drogowych nadzorowanych przez GDDKiA (komunikat)”, 15.04.2015 [dostęp 24.11.2025], Najwyższa Izba Kontroli: <https://www.nik.gov.pl/najnowsze-informacje-o-wynikach-kontroli/nik-o-jakosci-robot-drogowych-nadzorowanych-przez-gddkia.html>.
- [14] *Rażąco niska cena oferty w Prawie zamówień publicznych 2024 (omówienie praktyki i wymogów dowodowych)*, 20.06.2024 [dostęp 24.11.2025], PortalZP: <https://www.portalzp.pl/top-tematy/razaco-niska-cena-oferty-w-prawie-zamowien-publicznych-2024-16662.html>.
- [15] Żarski K., *Wentylacja i klimatyzacja. Projektowanie i nadzór inwestorski + programy kalkulacyjne 2024*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Polcen, 2024.
- [16] „Raport w sprawie bezpieczeństwa transportu kolejowego w Polsce”, 29.09.2017 [dostęp 24.11.2025], Urząd Transportu Kolejowego: <https://utk.gov.pl/pl/dokumenty-i-formularze/opracowania-urzedu-tran/13630,Raport-w-sprawie-bezpieczenstwa-transportu-kolejowego-w-Polsce-w-2016-r.html>.
- [17] „Indeks kosztów zatrudnienia (IKZ)” [dostęp 24.11.2025], Główny Urząd Statystyczny: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/>.
- [18] „Priorytety nadzoru i cele strategii nadzoru Prezesa UTK na 2023 rok” [dostęp 24.11.2025], Urząd Transportu Kolejowego: <https://utk.gov.pl/pl/dokumenty-i-formularze/opracowania-urzedu-tran/19727,Priorytety-nadzoru-i-cele-strategii-nadzoru-na-2023.html>.
- [19] *Opinie UZP – repozytorium* [dostęp 24.11.2025], Urząd Zamówień Publicznych: <https://www.gov.pl/web/uzp/opinie.3>.

# Budując z historią – doświadczenia z renowacji „Mamuta”

„Mamut”, symbol historii Wrocławia, stał się dla mnie największym i najciekawszym wyzwaniem w karierze inżyniera. Prace przy jego renowacji połączyły skomplikowane rozwiązania konstrukcyjne z wymagającymi zadaniami konserwatorskimi, a odkrycia dokonane podczas remontu pozwoliły poznać historię budynku od środka.

Jako inżynier budownictwa i rodowity Wrocławianin miałem okazję pracować przy rozbudowie, przebudowie i wznoszeniu różnych obiektów. Moja kariera zawodowa i praca w firmie ERBUD S.A. pozwoliły mi realizować inwestycje, takie jak rozbudowa Magnolia Park we Wrocławiu, budowa Galerii Młociny w Warszawie lub budynków zamieszkania zbiorowego. Nie spodziewałem się, że największe wyzwanie w dotychczasowej karierze zawodowej spotka mnie właśnie tutaj, w moim mieście.

Mam na myśli renowację i adaptację dwóch zachowanych budynków dawnej



**Sylwester Robacki**

kierownik budowy  
ERBUD S.A. Oddział Wrocław

piekarni „Mamut”, która jest symbolem historii miasta i jego industrialnej przeszłości. Obiekty te są objęte ochroną konserwatora zabytków: dawny magazyn mąki od strony ul. H. Sienkiewicza oraz dawna piekarnia w głębi działki, wraz z łącznikiem między tymi budynkami. Historyczne obiekty stały się częścią domu studenckiego, uzupełnionego zespołem nowo zaprojektowanych skrzydeł, tworząc

spójną całość. W historycznych budynkach mieszczą się zarówno pokoje studenckie, jak i przestrzenie wspólne o różnorodnym przeznaczeniu.

Rozpoczynając prace nad tym projektem, nie spodziewałem się wyzwań realizacyjnych, które mogą pojawić się w obiektach zabytkowych. Pomimo przekazanej przez inwestora ekspertryzy obiektu zatrudniliśmy firmę, która realizowała, weryfikowała i tworzyła na bieżąco w trakcie prac powtórna dokumentację. Dzięki niej mogliśmy odpowiednio wykonywać roboty rozbiórkowe i wzmocnienia istniejącej konstrukcji oraz wprowadzać nowe elementy

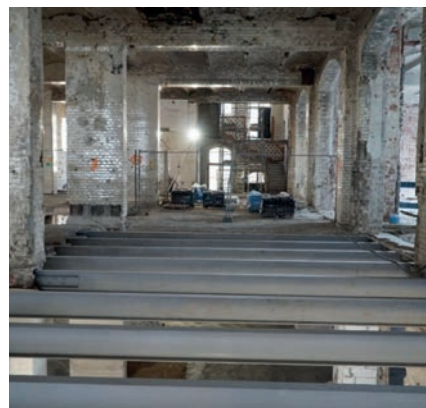
Fot. autora



**Fot. 1. Oczyszczony strop „Mamuta” i przygotowany do wykonania wzmocnienia**



**Fot. 2. Strop rozebrany – widoczny zarys łuku z kształtek ceramicznych**



**Fot. 3. Wymiana elementów konstrukcji stalowej stropu odcinkowego**

w budynkach, jednocześnie zachowując ich zabytkowy charakter.

Dużym wyzwaniem podczas prowadzonych prac okazały się wyburzenia i rozbiórki. Szczególnie wymagające było zburzenie czterech silosów oraz stropu w dawnym budynku magazynu mąki.

Po analizie zaprojektowanego rozwiązania, polegającego na sklamrowaniu budynku konstrukcją stalową w celu zachowania jego stateczności, oraz po konsultacjach z konstruktorem, aby uniknąć uszkodzenia i tak już nadszarpniętej czaszą elewacji z cegły klinkierowej, wypracowaliśmy metodę etapowej rozbiórki i wykonywania nowo zaprojektowanego stropu, co pozwoliło na bezpieczne zespolenie bryły zabytku. Przyjęte rozwiązanie umożliwiło równoczesne prowadzenie prac wewnątrz obiektu oraz przywrócenie blasku elewacji poprzez zabiegi konserwatorskie.

Dawny budynek produkcyjny wymagał wielu wyburzeń i wzmocnień, mniej lub bardziej skomplikowanych. Najciekawszym wyzwaniem, moim zdaniem, było

połączenie prac konserwatorskich, mających na celu zachowanie historycznej substancji obiektu, z koniecznością wzmocnienia istniejących stropów kolebkowych z kształtek ceramicznych do wymaganej nośności projektowej oraz tradycyjnym, murowanym na krążynach odtworzeniem fragmentów stropu. Było to połączenie współczesnych rozwiązań budowlanych z tradycją i historią, a efekt przeszedł moje najśmielsze oczekiwania.

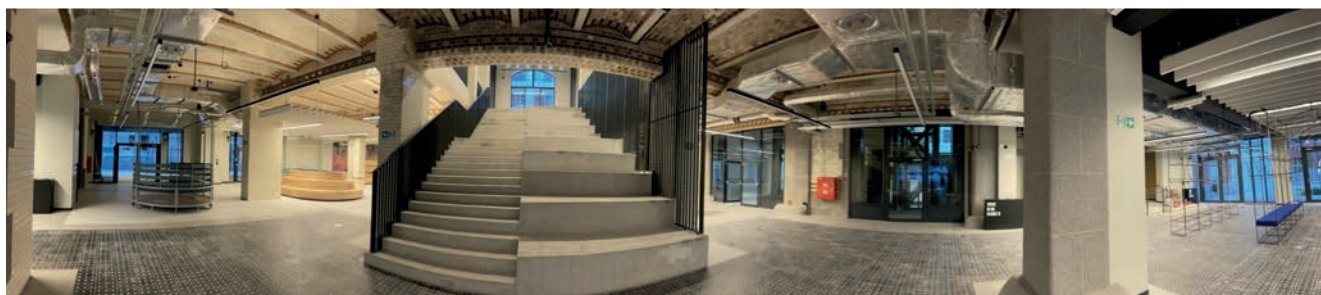
Praca przy tym zabytku okazała się największym wyzwaniem w mojej dotychczasowej karierze. Po raz pierwszy musiałem wprowadzać zaprojektowane rozwiązania konstrukcyjne w budynkach, równolegle weryfikując stan istniejącej konstrukcji podczas odkrywek, a przy tym realizować prace zgodnie z programem konserwatorskim i w ścisłej współpracy z miejskim konserwatorem zabytków.

„Mamut”, symbol historii mojego miasta, pokazał mi, czym są badania stratygraficzne, jak określić pierwotny kolor ślusarki stalowej, ile prób wypalania kształtek ceramicznych trzeba wykonać, aby odtwo-

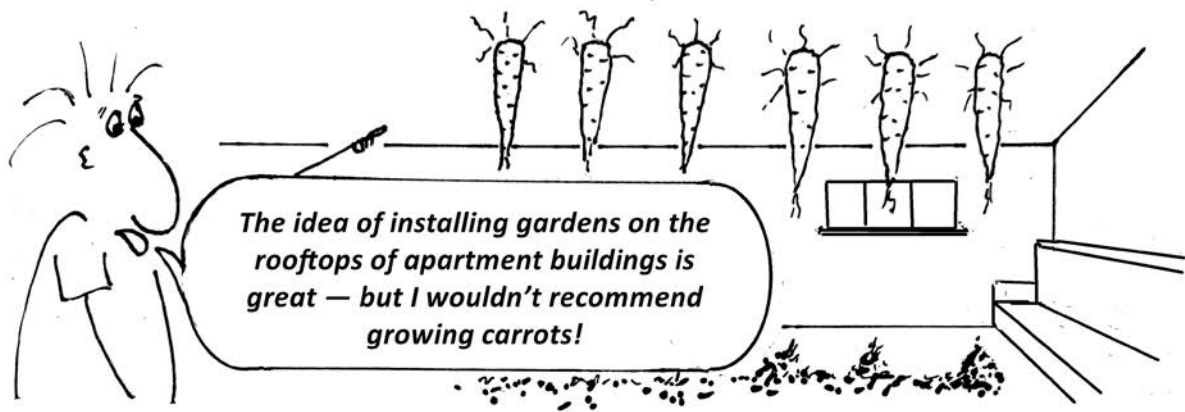
żyć efekt z przeszłości, jak uzyskać akceptację miejskiego konserwatora zabytków, a następnie wbudować kilkanaście tysięcy elementów.

Najciekawsze jest to, że relikw przeszłości pozwolił mi poczuć się jak odkrywca – i to nie żart. Podczas prac na stropach, żmudnie zdejmując warstwę po warstwie, odkrywaliśmy wyczystki do pieców chlebowych, które niegdyś piekły pieczywo dla mieszkańców Wrocławia. Rozbierając ścianę zgodnie z projektem, natrafiliśmy także na starą windę. Wszystkie te relikw przeszłości zostały poddane renowacji i obecnie, jako świadkowie historii, są wyeksponowane w częściach wspólnych domu studenckiego.

„Mamut” to część historii mojego miasta, a zarazem moje największe i najciekawsze wyzwanie jako inżyniera, zarówno ze względu na skomplikowane rozwiązania konstrukcyjne, jak i zagadnienia konserwatorskie, którym musiałem sprostać jako kierownik budowy. „Mamut” to również symbol Wrocławia, dlatego cieszę się, że swoją pracą mogłem przywrócić jego dawny blask. ■



**Fot. 4. Wnętrze po renowacji budynku dawnej piekarni „Mamut” we Wrocławiu**



# Green-Blue Infrastructure

- Hey, do you have a moment to go over the green-blue infrastructure concept for our new housing development? We want it to be as climate-resilient as possible.
- Sure. I've reviewed the initial concept. There's a fair amount of green space, but we still need to refine the "blue" elements
  - mainly retention and infiltration.
- I was thinking of using rain gardens to capture runoff from sidewalks and parking areas. Do you think that would be enough?
- Rain gardens alone won't do the job. We'll have a lot of paved surfaces, so it would make sense to include underground infiltration boxes or small retention tanks. That would reduce surface runoff and take some pressure off the drainage system.
- Good point. I'm also considering green roofs on the service buildings – they'd improve retention and thermal insulation.
- Absolutely. Green roofs can retain up to 50–70% of annual rainfall and help mitigate the urban heat island effect, improving the local microclimate in warmer months.
- Ideally, I'd like the whole estate to function as a kind of "micro-ecosystem", where water is captured and reused locally instead of being just drained away.
- Then let's also add bioswales along the internal roads. They'll collect excess water and help clean it – the plants in those swales can absorb and neutralize some of the pollutants from the streets.
- Great idea. Do you think open retention ponds would make sense here, or would that be overkill for this project?
- Not at all. A retention pond works like a natural buffer – it captures excess water during heavy rainfall and improves the microclimate. It also adds recreational and aesthetic value to the area, which investors tend to appreciate.
- True. What about the costs, though? Developers tend to be cautious about that.
- The initial investment is higher, but it pays off over time: fewer drainage failures, reduced flood risks, and lower maintenance costs. It's an investment in long-term durability and resilience.
- By the way, we've got a few new urban projects in the pipeline, and the question keeps coming up – is all this green-blue infrastructure really the future, or just a passing trend?
- I'd say it's not a trend but a necessity. Climate change is already having an impact – higher temperatures, intense downpours, and local flooding. Traditional drainage systems simply can't handle it anymore.
- That's true. Last summer's storms showed just how overloaded the sewers were. But can green-blue infrastructure really make a difference?
- Definitely. Rain gardens, pocket parks, retention ponds, and green roofs capture and hold water on site, relieve the drainage system, and filter out pollutants. At the same time, greenery and water improve residents' comfort by lowering temperatures and enhancing air quality.
- So they combine technical, ecological, and aesthetic functions.
- Exactly. It's a more sustainable and forward-thinking approach to urban design. And from a water management perspective, it's far more efficient and environmentally friendly than building more pipes and channels.
- Then it's good we're moving in that direction.
- Absolutely. Green-blue infrastructure is the future. Cities that fail to adopt it will face growing challenges, while those that do will become more resilient, attractive, and comfortable for residents.
- Sounds convincing. Let's include these solutions more broadly in our upcoming projects.
- Perfect. That's a real step toward modern, sustainable urban planning.

## Zielono-błękitna infrastruktura

- Cześć, czy macie chwilę, żeby omówić koncepcję zielono-błękitnej infrastruktury dla naszego nowego osiedla? Chcemy, żeby było jak najbardziej odporne na zmiany klimatu.



- Jasne. Przejrzałem wstępne założenia. Jest sporo terenów zielonych, ale warto jeszcze dopracować elementy „błękitne” – głównie retencję i infiltrację.
- Myślałem o zastosowaniu ogrodów deszczowych, żeby przechwycić wody opadowe z chodników i parkingów. Czy twoim zdaniem to wystarczy?
- Same ogrody deszczowe to za mało. Będziemy mieć dużo powierzchni utwardzonych, więc dobrze byłoby dodać podziemne skrzynki rozsączające albo małe zbiorniki retencyjne. To ograniczy spływ powierzchniowy i odciąży kanalizację.
- Dobry pomysł. Zastanawiam się też nad zielonymi dachami na budynkach usługowych – poprawią retencję i izolację termiczną.
- Zdecydowanie. Zielone dachy potrafią zatrzymać nawet 50–70% rocznych opadów i ograniczają efekt miejskiej wyspy ciepła, poprawiając mikroklimat w upalne miesiące.
- Chciałbym, żeby całe osiedle działało jak mikroekosystem, w którym woda jest zatrzymywana i wykorzystywana lokalnie, a nie tylko odprowadzana.
- W takim razie dodajmy jeszcze rowy bio-retencyjne wzdłuż dróg wewnętrznych. Odprowadzą nadmiar wody i pomogą ją oczyścić – rośliny w takich rowach neutralizują część zanieczyszczeń z ulic.
- Świetna propozycja. Myślisz, że otwarte stawy retencyjne też mają sens, czy to już przesada w tym projekcie?
- Wcale nie. Staw retencyjny działa jak naturalny bufor – przejmuje nadmiar wody przy ulewach i poprawia mikroklimat. A przy okazji podnosi walory rekreacyjne osiedla, co inwestor na pewno doceni.
- Racja. A jak z kosztami takich rozwiązań? Inwestorzy często się tego obawiają.
- Na początku są wyższe, ale w dłuższej perspektywie się zwracają. Mniej awarii kanalizacji, mniejsze ryzyko podtopień, niższe koszty eksploatacji. To inwestycja w trwałość i odporność osiedla.
- Właśnie, mamy teraz kilka nowych projektów urbanistycznych w mieście i coraz częściej pojawia się pytanie, czy ta

- cała zielono-błękitna infrastruktura to rzeczywiście przyszłość czy tylko chwilowy trend.
- Moim zdaniem to nie tylko moda, ale konieczność. Zmiany klimatu robią swoje – większe upały, gwałtowne opady, podtopienia. Tradycyjne systemy kanalizacyjne nie zawsze to wytrzymują.
- To prawda. Ulewy ostatniego lata pokazały, że kanalizacja była przeciążona. Ale czy zielono-błękitna infrastruktura naprawdę może to poprawić?
- Jak najbardziej. Ogrody deszczowe, parki kieszonkowe, zbiorniki retencyjne, zielone dachy przechwytyują i zatrzymują wodę, odciążają kanalizację oraz filtrują zanieczyszczenia. Do tego zieleni i woda poprawiają komfort życia mieszkańców, obniżając temperaturę oraz polepszając jakość powietrza.
- Czyli łączą funkcję techniczną z ekologiczną i estetyczną.

- Właśnie tak. To bardziej zrównoważone i przyszłościowe podejście do projektowania, a z punktu widzenia specjalisty od wód – znacznie wydajniejsze i bardziej ekologiczne niż budowanie kolejnych rur i kanałów.
- A więc dobrze, że projektujemy w tym kierunku.
- Jak najbardziej. Infrastruktura zielono-błękitna to przyszłość. Miasta, które jej nie wdrożą, będą borykać się z coraz większymi problemami. A te, które wdrożą, staną się przyjemniejsze, zdrowsze, bardziej odporne na upały i przyjazne mieszkańcom.
- Brzmi przekonująco. W takim razie wprowadzimy te rozwiązania szerzej w naszych nowych projektach.
- Świetnie. To krok w stronę nowoczesnej, zrównoważonej urbanistyki.

Przygotowała **Magdalena Marcinkowska**

## Słowniczek Vocabulary

- green-blue infrastructure** – zielono-błękitna infrastruktura
- housing development** – osiedle mieszkaniowe/zabudowa mieszkaniowa
- rain garden** – ogród deszczowy
- bioswale** – rów bioretencyjny
- infiltration box** – skrzynka rozsączająca
- retention tank** – zbiornik retencyjny
- retention pond** – staw retencyjny
- green roof** – zielony dach
- paved surface** – powierzchnia utwardzona
- drainage system/drainage network** – system kanalizacyjny/sieć odwadniająca
- urban heat island effect** – efekt miejskiej wyspy ciepła
- surface runoff** – spływ powierzchniowy
- pocket park** – park kieszonkowy
- pollutants** – zanieczyszczenia
- climate resilience** – odporność na zmiany klimatu
- sustainable urban design** – zrównoważona urbanistyka
- flood risk** – ryzyko podtopień/powodzi
- overloaded sewers** – przeciążona kanalizacja

**recreational and aesthetic value**  
– wartość rekreacyjna i estetyczna

## Użyteczne zwroty Useful phrases

- Do you have a moment to go over the concept?** – Masz chwilę, żeby omówić koncepcję?
- Do you think that would be enough?** – Myślisz, że to wystarczy?
- That alone won't do the job.** – To samo w sobie nie wystarczy.
- It would make sense to include...** – Warto byłoby dodać...
- Good point.** – Słuszna uwaga.
- Would retention ponds make sense here?** – Czy stawy retencyjne mają tu sens?
- It pays off over time.** – Z czasem się zwraca.
- Is this the future or just a passing trend?** – Czy to przyszłość czy tylko chwilowy trend?
- It's not a trend, it's a necessity.** – To nie trend, to konieczność.
- It's a sustainable and forward-thinking approach.** – To zrównoważone i przyszłościowe podejście.
- Let's implement these solutions more broadly.** – Wprowadźmy te rozwiązania szerzej.



# KI im Bauwesen

- Guten Tag liebe Zuhörer, guten Tag Herr Deka! Vor wenigen Jahren assoziierte man die künstliche Intelligenz (KI) eigentlich nur mit der IT-Branche. Die Möglichkeiten ihrer Anwendung scheinen heute unbegrenzt zu sein. Kann auch die Bauindustrie von diesen informatischen Neuerungen Nutzen ziehen? Auf diese und andere Fragen hilft uns unser geehrter Experte, Herr Christian Deka, Antwort zu geben.
- Guten Tag Liebe Zuhörer, guten Tag Herr Redakteur!
- Herr Deka, gehen wir zuerst von der Definition der künstlichen Intelligenz aus.
- Im Großen und Ganzen ist das die Technologie, die es Computern und Maschinen ermöglicht, menschliche kognitive Prozesse wie Lernen, Problemlösung, Entscheidungstreffen in begrenztem Umfang, Verstehen der Sprache oder Muster- und Bilderkennung zu simulieren.
- Soviel ich weiß, lässt sich die KI nach der Leistungsstufe in zwei Hauptkategorien unterteilen.
- Das stimmt. Wir unterscheiden zwischen der schmalen und allgemeinen KI. Die schmale künstliche Intelligenz ist vor allem für die Ausführung von klar definierten Aufgaben wie Spracherkennung, Empfehlungssysteme, Bilderkennung oder Bedienung der Kunden auf verschiedenen Internetseiten verantwortlich. Die allgemeine KI ist eine Art der Intelligenz, die in jedem

Aspekt der menschlichen Intelligenz gleich oder sogar besser als sie ist.

- Das heißt, dass uns die KI sowohl im Alltagsleben als auch in vielen Industriezweigen wie z.B. Bauwesen Unterstützung leisten kann.
- Ja natürlich. Künstliche Intelligenz ändert grundlegend das Bauwesen durch die Automatisierung von Prozessen, die Optimierung von Planung und Design sowie die Verbesserung von Sicherheit und Effizienz auf Baustellen. KI-Technologien tragen dazu bei, Risiken zu mindern, Kosten zu senken und nachhaltiger zu bauen. Dank der Fähigkeit, riesige Datenmengen schnell zu analysieren, ist die KI in der Lage, Konstruktionspläne zu optimieren, die effektivsten Konfigurationen vorzuschlagen und die Auswahl der besten Materialien zu unterstützen, die witterungsbeständiger sind und eine höhere Langlebigkeit aufweisen. Die KI-Systeme berechnen präzise, was und in welcher Menge momentan gebraucht wird, was zu einer Reduzierung von Abfall führt und nachhaltiges Bauen fördert.
- Herr Deka, ich habe letztes von den Maschinen gehört, die in der Echtzeit lernen.
- Die Nutzung von Robotik und künstlicher Intelligenz ist einer der Haupttrends, die das moderne Bauwesen revolutionieren. Maschinen, ausgestattet mit KI-Algorithmen und maschinellem Lernen, sind tatsächlich in der Lage, Daten in Echtzeit zu analysie-

ren und ihre Verfahren entsprechend anzupassen. So optimieren sie kontinuierlich den Bauprozess, reduzieren Fehler und arbeiten effizienter als herkömmliche, von Menschen bediente Maschinen. Dank den Daten von Drohnen, Kameras und Sensoren können die KI-Systeme auch den Projektfortschritt in Echtzeit verfolgen, ihn mit BIM-Modellen vergleichen und richtige Arbeitsfolge vorschlagen, um Verzögerungen zu minimalisieren.

- Die Arbeitssicherheit ist ein zentrales Thema in allen Industriezweigen. Könnte auch in diesem Fall die KI die Anwendung finden?
- Ja, natürlich. Die entsprechenden Sensoren können z. B. potentielle Kollisionen vorhersagen und die in die Arbeitskleidung eingebaute Sensoren sind imstande körperliche, Überlastung der Arbeiter zu erfassen. Intelligente Sensoren in Baumaschinen senden auch Echtzeitdaten an KI-Systeme, die den Wartungsbedarf vorhersagen.
- Herr Deka, unsere Zeit ist leider um. Ich bedanke mich bei Ihnen für das Gespräch und bei Ihnen, liebe Zuhörer, für Aufmerksamkeit.
- Auf Wiederhören!
- Auf Wiederhören!

## AI w budownictwie

- Dzień dobry, drodzy słuchacze, dzień dobry, panie Deka! Jeszcze kilka lat temu



sztuczną inteligencję kojarzono głównie z branżą IT. W dzisiejszych czasach możliwości jej zastosowania wydają się być nieograniczone. Czy te nowinki informatyczne mogą również przynieść korzyści branży budowlanej? W odpowiedzi na te i inne pytania pomoże nam nasz szanowny ekspert, pan Christian Deka.

- Dzień dobry, drodzy słuchacze, dzień dobry, panie redaktorze!
- Panie Deka, wyjdźmy najpierw od definicji sztucznej inteligencji.
- Ogólnie rzecz biorąc, jest to technologia, która umożliwia komputerom i maszynom symulować ludzkie procesy poznawcze, takie jak uczenie się, rozwiązywanie problemów, podejmowanie decyzji w ograniczonym zakresie, rozumienie języka oraz rozpoznawanie wzorców i obrazów.
- O ile mi wiadomo, ze względu na poziom zaawansowania AI można podzielić na dwie główne kategorie.
- Zgadza się. Rozróżniamy wąską i ogólną sztuczną inteligencję. Wąska sztuczna inteligencja jest odpowiedzialna przede wszystkim za wykonywanie jasno określonych zadań, takich jak rozpoznawanie mowy i obrazów, systemy rekomendacji oraz obsługa klientów na różnych stronach internetowych. Ogólne AI to rodzaj inteligencji, która teoretycznie jest w stanie wykonać wszelkie zadania intelektualne charakterystyczne dla istoty ludzkiej.
- Oznacza to, że AI może nas wspierać zarówno w życiu codziennym, jak i w wielu gałęziach przemysłu, takich jak budownictwo.
- Oczywiście. Sztuczna inteligencja zmienia oblicze budownictwa poprzez automatyzację procesów, optymalizację planowania i projektowania, a także poprawę bezpieczeństwa i wydajności na placach budowy. Technologie AI przyczyniają się do minimalizowania ryzyka, obniżania kosztów i budowania w sposób bardziej zrównoważony. Dzięki zdolności do szybkiego analizowania ogromnych zbiorów danych AI jest w stanie optymalizować plany konstrukcyjne, proponować najbardziej efektywne konfiguracje oraz wspierać wybór najlepszych materiałów, które

są bardziej odporne na warunki atmosferyczne oraz mają lepszą wytrzymałość. Systemy AI są również w stanie precyzyjnie obliczyć, czego i w jakiej ilości w tym momencie potrzebujemy, co prowadzi do redukcji odpadów i promuje zrównoważone budownictwo.

- Panie Deka, ostatnio słyszałem o maszynach, które uczą się w czasie rzeczywistym.
- Wykorzystanie robotyki i sztucznej inteligencji jest jednym z kluczowych trendów w nowoczesnym budownictwie. Maszyny, wyposażone w algorytmy AI i uczenie maszynowe, rzeczywiście mogą analizować dane w czasie rzeczywistym i dostosowywać swoje działania do otaczającej je rzeczywistości. W rezultacie proces budowlany jest ciągle optymalizowany, co prowadzi do redukcji błędów oraz znacznie wyższej wydajności w porównaniu do tradycyjnego sprzętu obsługiwane przez operatorów. Dzięki danym pozyskanym z dronów, kamer i czujników systemy AI mogą również

na bieżąco śledzić postęp w realizacji projektu, porównywać go z modelami BIM i sugerować właściwą kolejność prac celem minimalizowania opóźnień.

- Bezpieczeństwo pracy jest kluczowym tematem we wszystkich gałęziach przemysłu. Czy AI mogłaby znaleźć zastosowanie również w tym przypadku?
- Tak, oczywiście. Odpowiednie czujniki mogą na przykład przewidywać potencjalne kolizje, a te wbudowane w odzież roboczą są w stanie wykryć fizyczne przeciążenie pracowników. Inteligentne sensory zlokalizowane w maszynach budowlanych przesyłają odpowiednio wcześniej informacje do systemów AI o konieczności przeprowadzenia konserwacji.
- Panie Deka, niestety nasz czas dobiegł końca. Dziękuję panu za rozmowę, a Państwu, drodzy słuchacze, za uwagę.
- Do usłyszenia!
- Do usłyszenia!

Przygotowała **Agnieszka Czech**

## Słowniczek Vokabeln

- künstliche Intelligenz (KI) f** – sztuczna inteligencja
- IT-Branche f** – branża IT
- unbegrenzt** – nieograniczony
- Bauindustrie f** – przemysł budowlany
- Neuerung f** – nowinka
- kognitiv** – poznawczy
- Entscheidungstreffen n** – podejmowanie decyzji
- Muster-/Bilderkennung f** – rozpoznawanie wzorów i obrazów
- Leistungsstufe f** – stopień zaawansowania
- schmale/allgemeinen KI f** – wąska/ogólna sztuczna inteligencja
- Ausführung f** – wykonanie
- Spracherkennung f** – rozpoznawanie mowy
- Empfehlungssystem n** – system rekomendacji
- Industriezweig m** – gałąź przemysłu
- Unterstützung f** – wsparcie
- grundlegend** – gruntownie, zasadniczo
- Automatisierung f** – automatyzacja
- Optimierung f** – optymalizacja
- Sicherheit f** – bezpieczeństwo
- Effizienz f** – wydajność

- mindern** – zminimalizować
- nachhaltig** – zrównoważony
- Konstruktionsplan m** – plan konstrukcyjny
- Langlebigkeit f** – żywotność
- momentan** – w tym momencie
- Echtzeit f** – czas rzeczywisty
- Robotik f** – robotyka
- Algorithmus m** – algorytm
- maschinelles Lernen n** – maszynowe uczenie
- kontinuierlich** – w sposób ciągły
- herkömmlich** – tradycyjny
- Drohne f** – dron
- Sensor m** – sensor
- Projektfortschritt m** – postęp projektu
- BIM-Modell n** – model BIM
- Arbeitsfolge f** – kolejność prac
- Verzögerung f** – opóźnienie
- Arbeitsicherheit f** – bezpieczeństwo pracy
- Industriezweig m** – gałąź przemysłu
- Kollision f** – kolizja
- Arbeitskleidung f** – odzież robocza
- Überlastung f** – przeciążenie
- erfassen** – wykrywać
- Wartungsbedarf m** – potrzeba konserwacji

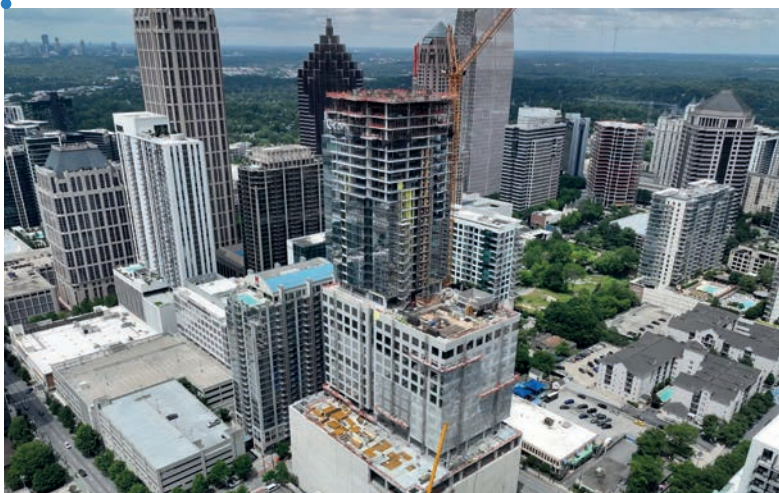
## Użyteczne zwroty Nützliche Ausdrücke

- Im Großen und Ganzen** – generalnie
- Nutzen ziehen n** – czerpać korzyści

## BUDOWA NAJWYŻSZEGO BUDYNKU W ATLANCIE

Postępuje realizacja wieżowca 1072 West Peachtree o wysokości ok. 228 m. 60-piętrowy budynek pomieści 357 luksusowych apartamentów oraz biura klasy A o powierzchni ok. 20 810 m<sup>2</sup>. Powierzchnia handlowa wyniesie ok. 585 m<sup>2</sup>. Firma Thomas Concrete Inc. dostarczyła już na budowę ok. 5500 m<sup>3</sup> betonu i przewiduje dostarczenie jeszcze ok. 4600 m<sup>3</sup>. Deweloper: Rockefeller Group. Generalny wykonawca: Turner Construction Company. Architektura: TVS. Zakończenie inwestycji zaplanowano na wiosnę 2026 r.

Źródło: Rockefeller Group, Thomas Concrete Group  
Fot. Thomas Concrete Group



## GAZOCIĄG REMBELSZCZYŃNA-MORY GOTOWY

Zakończono prace przy budowie gazociągu Rembelszczyzna-Mory. To jedna z najważniejszych inwestycji przesyłowych w aglomeracji warszawskiej, stanowiąca kluczowy element tzw. pierścienia warszawskiego. Gazociąg ma długość 28,5 km, średnicę 700 mm i ciśnienie robocze 8,4 MPa. W przyszłości może być przystosowany do transportu biometanu lub wodoru, wspierając tym samym rozwój niskoemisyjnych źródeł energii. Wartość kontraktu realizowanego przez Budimex S.A. dla firmy Gaz System wyniosła 188 mln zł netto.

Źródło: Budimex S.A.

## BUDYNEK DYDAKTYCZNO-LABORATORYJNY ALCHEMIUM W ŁODZI

Nowoczesny obiekt dydaktyczno-laboratoryjny Alchemium dla Politechniki Łódzkiej zrealizowała ALSTAL Grupa Budowlana. W bryłę nowego budynku wkomponowano fragment XIX-wiecznej fabryki Szajki Rosenblatta. Kubatura Alchemium wynosi przeszło 59 000 m<sup>3</sup>, a powierzchnia użytkowa ponad 10 000 m<sup>2</sup>. Obiekt ma pięć kondygnacji nadziemnych i jedną podziemną, na których znajdują się łącznie 434 pomieszczenia, w tym 130 nowoczesnych laboratoriów chemicznych i dydaktycznych. Wartość kontraktu to 108 mln zł.

Źródło: ALSTAL Grupa Budowlana



## POLSKA Z NAJWYŻSZYM POTENCJAŁEM DO ROZWOJU KLUCZOWYCH BRANŻ

Jak wynika z raportu firmy doradczej Cushman & Wakefield „Strategic Sector Signals”, Polska znalazła się w gronie zaledwie siedmiu europejskich krajów uznanych za lokalizację o silnym potencjale wzrostu dla inwestycji w strategiczne branże, czyli obronności, technologii czystej energii, surowców krytycznych i life sciences. Ponadto rosnące inwestycje państw europejskich w te cztery obszary stają się istotnym motorem popytu na nieruchomości przemysłowo-magazynowe. Do grupy krajów o dużym potencjale wzrostu zaliczają się także: Niemcy, Francja, Hiszpania, Wielka Brytania, Włochy i Szwecja.

Źródło: Cushman & Wakefield  
Fot. © LALAKA - stock.adobe.com

**BUDOWA CENTRUM HIMALAIZMU IM. JERZEGO KUKUCZKI**

Centrum Himalaizmu im. Jerzego Kukuczki powstaje w Katowicach-Bogucicach, gdzie urodził się legendarny alpinista. Obiekt będzie ośrodkiem wystawienniczym poświęconym historii polskiego himalaizmu oraz eksploracji najwyższych gór świata. W jego wnętrzach znajdują się cztery wystawy tematyczne, sala audytorijna, grota śnieżna, ścianka wspinaczkowa oraz interaktywne stanowiska multimedialne. Inwestycja jest realizowana w formule „zaprojektuj i wybuduj” przez Budimex S.A., a jej zakończenie zaplanowano na IV kwartał 2026 r. Wartość kontraktu to ponad 47 mln zł.

Źródło: Budimex S.A.


[WWW](http://www.inzynierbudownictwa.pl)
**DOLNOŚLĄSKIE CENTRUM REHABILITACJI I REKREACJI W BUDOWIE**

W skład Dolnośląskiego Centrum Rehabilitacji i Rekreacji w Lubinie wejdą: aquapark o powierzchni 1610 m<sup>2</sup>, baseny solankowe, przestrzeń hydroterapii, Centrum Leczenia Bólu i Rehabilitacji, strefa wellness & SPA, części gastronomiczne oraz komercyjne. Elewacja budynku zostanie wykonana z dużych przeszkleń aluminiowo-szklanych i paneli kompozytowych, a łukowy dach hali basenowej z drewna klejonego. Zastosowane technologie pozwolą ograniczyć emisję CO<sub>2</sub> i zużycie energii. Wykonawca: ALSTAL Grupa Budowlana.

Źródło: ALSTAL Grupa Budowlana


[WWW](http://www.inzynierbudownictwa.pl)
**FINISZ PRZEBUDOWY DK91 SIEDLEC DUŻY-KOZIEGŁÓWY**

W ramach modernizacji ponad 40 km trasy pomiędzy Częstochową a węzłem Podwarpie na S1, dawnej gierkówki, oddano do użytkowania przeszło 4-kilometrowy odcinek. Konstrukcja nawierzchni została dostosowana do nośności 11,5 t/oś. Przebudowano całą konstrukcję jezdnii, wykonano kanalizację deszczową, przepusty, ekrany akustyczne, oświetlenie drogowe, sygnalizację świetlną na skrzyżowaniach oraz kanał technologiczny. Inwestycję realizowała firma PORR od 2023 r., a jej wartość wyniosła ok. 106 mln zł.

Źródło: GDDKiA


[WWW](http://www.inzynierbudownictwa.pl)
**MOST PRZEZ NAREW GOTOWY**

Nowy most przez Narew w rejonie Wizny zastąpił stary, zbudowany w 1962 r., który był już w złym stanie technicznym. Przeprawa ma 184,5 m długości i 14,7 m szerokości. Ma jezdnię o szerokości 7 m, a dodatkowo chodnik i ścieżkę pieszo-rowerową. Nowy obiekt jest przystosowany do przenoszenia obciążeń 11,5 t/oś. Inwestycję w trybie „projektuj i buduj” realizowała firma Strabag od 2023 r. Koszt budowy wyniósł 49,3 mln zł.

Źródło: GDDKiA

Na podstawie materiałów prasowych opracowała **Magdalena Bednarczyk**

# Flesz samorządowy

**KRAKÓW | 27–29 LISTOPADA 2025**  
**NARADA KOMISJI REWIZYJNYCH PIIB**



92 członków komisji rewizyjnych wzięło udział w naradzie szkoleniowej członków krajowej i okręgowych komisji rewizyjnych w Krakowie. Uczestniczyli w niej przedstawiciele władz PIIB, a Mariusz Dobrzeński, prezes Krajowej Rady, przedstawił aktualne działania izby, m.in. udział w procesach legislacyjnych, kampanie wizerunkowe, wsparcie dla członków oraz wyniki badania satysfakcji zawodowej inżynierów. Podczas posiedzenia omówiono również sprawy bieżące związane z działalnością krajowej i okręgowych komisji rewizyjnych, m.in.: harmonogramy działań i przygotowania dokumentów oraz dokumentacji komisji, przeprowadzanie kontroli. Narada szkoleniowa była ostatnim spotkaniem wszystkich członków tych komisji w kończącej się kadencji. Stała się także okazją do uhonorowania osób, które będąc przez wiele kadencji członkami okręgowych komisji rewizyjnych, w szczególny sposób przyczyniły się do rozwoju inżynierskiego samorządu zawodowego. Podziękowano za ich zaangażowanie, pasję i codzienny trud w pracy „kontrolerów”. Listy gratulacyjne otrzymali:

- za pracę przez sześć kadencji: Grażyna Czarnowska (MAZ), Jan Guzik (KUP), Andrzej Szkuat (LUB), Zbigniew Wnęk (DOS);

- za pracę przez pięć kadencji: Danuta Opolska (MAP), Ryszard Babik (DOS), Urszula Bartkowska (WKP), Mirosław Bartodziej (MAZ), Jarosław Bobkowski (KUP), Franciszek Gładkowski (KUP), Izabela Drobnik-Kamińska (LOD), Tadeusz Maciak (PDL), Antoni Sokołowski (LBS), Leonard Szczygielski (MAZ);

- za pracę przez cztery kadencje: Agnieszka Krupa-Brzozowska (SLK), Maria Bujacz

(LOD), Waldemar Gumienny (LOD), Kazimierz Janocha (SLK), Tadeusz Klepacki (MAP), Wojciech Kras (PDK), Andrzej Masztanowicz (LOD), Monika Moczydłowska (LOD), Anna Polisievicz (SLK).

**WARSZAWA | 9 GRUDNIA 2025**  
**MŁODZI INŻYNIEROWIE NAPĘDZAJĄ ROZWÓJ BRANŻY**

Podczas posiedzenia Rady Młodych PIIB potwierdzono, że młode pokolenie inżynierów stanowi realną siłę napędową rozwoju budownictwa. Członkowie rady omówili bieżące działania zespołów zajmujących się m.in. mediami społecznościowymi, promocją PIIB wśród młodych, organizacją ogólnopolskiego forum oraz zmianami w przepisach. Ważnym punktem obrad były także przygotowania do II Forum Młodych Inżynierów, które odbędzie się 14–16 maja 2026 r. w Uniejowie i będzie poświęcone roli sztucznej inteligencji w budownictwie. Na zakończenie inżynierowie wzięli udział w szkoleniu z zakresu radzenia sobie ze stresem i presją czasu oraz na temat negocjacji, podkreślając znaczenie kompetencji miękkich w pracy zawodowej. Rada Młodych PIIB konsekwentnie buduje fundamenty pod przyszłość polskiej inżynierii budowlanej, stawiając na jakość, bezpieczeństwo i zrównoważony rozwój.



**WARSZAWA | 10 GRUDNIA 2025**  
**POSIEDZENIE KRAJOWEJ RADY PIIB**

Podczas obrad KR PIIB przyjęła prowizorium budżetowe. Ważnym elementem posiedzenia była także decyzja dotycząca sposobu pracy nad legislacją. Dotychczasowa Komisja ds. zmian przepisów prawa

zostanie przekształcona w wąskie, wyspecjalizowane zespoły robocze. Będą się one zajmowały opracowywaniem konkretnych propozycji zmian prawnych, co ma usprawnić proces konsultacji i umożliwić bardziej eksperckie podejście do poszczególnych zagadnień. Podjęto również uchwały w sprawie organizacji szkoleń w 2026 r., regulaminu członkostwa inżynierów seniorów w PIIB oraz przyjęcia rekomendacji dla realizacji wniosków złożonych podczas XXIV Krajowego Zjazdu Sprawozdawczego PIIB oraz okręgowych zjazdów.

**WARSZAWA | 11 GRUDNIA 2025**  
**POSIEDZENIE KRAJOWEJ KOMISJI REWIZYJNEJ PIIB**

Podczas obrad przyjęto plan działania Krajowej Komisji Rewizyjnej oraz terminarz posiedzeń na pierwsze półrocze 2026 r. Dokumenty te określają kierunki pracy KKR oraz harmonogram realizacji jej zadań w nadchodzącym okresie. Istotnym punktem posiedzenia było omówienie i przyjęcie w drodze uchwały harmonogramu kontroli działalności statutowej oraz finansowej PIIB na 2026 r. Kontrolą objęte zostaną: Krajowe Biuro, Krajowa Rada, Krajowa Komisja Kwalifikacyjna, Krajowy Sąd Dyscyplinarny oraz Krajowy Rzecznik Odpowiedzialności Zawodowej PIIB. Działania te mają na celu zapewnienie prawidłowego funkcjonowania organów izby oraz transparentności prowadzonych działań. Członkowie Krajowej Komisji Rewizyjnej PIIB zapoznali się również z informacją dotyczącą bieżących prac Prezydium Krajowej Rady oraz Krajowej Rady PIIB. Przedstawione informacje pozwoliły na bieżące monitorowanie realizacji zadań statutowych i ocenę aktualnej sytuacji organizacyjnej izby. Posiedzenie stanowiło podsumowanie prac KKR w 2025 r. oraz przygotowanie do realizacji zaplanowanych działań w kolejnym roku.

Opracował **Kacper Kordalski**

## Brydżowe emocje w Bielsku-Białej

26 zawodników reprezentujących sześć okręgowych izb inżynierów budownictwa zgromadziły XII Mistrzostwa PIIB w Brydżu Sportowym, objęte honorowym patronatem Mariusza Dobrzenieckiego, prezesa Krajowej Rady PIIB. Przez trzy dni uczestnicy walczyli o tytuły w kilku formatach rozgrywek, łącząc sportowe emocje z integracją i koleżeńską atmosferą.

Rywalizację otworzył turniej indywidualny, w którym wzięły udział 24 osoby. Od pierwszych rozdań ton grze nadawał Lechosław Piotrowski z Mazowieckiej OIIB i to on sięgnął po zwycięstwo. Na kolejnych miejscach uplasowali się przedstawiciele Śląskiej OIIB – Janusz Zagała oraz Joanna Cios.

Drugi dzień mistrzostw wypełniły intensywne zmagania turniejowe. W porannym turnieju par na impy, rozegranym na dystansie 27 rozdań, najlepsza okazała się para Jan Korczowski i Jerzy Madera z Podkarpackiej OIIB. Drugie miejsce zajęli Jakub Milkamanowicz i Cezary Ejsmont z Warmińsko-Mazurskiej OIIB, a trzecie – Joanna i Kazimierz Ciosowie ze Śląskiej OIIB. Tradycyjnym elementem programu była także wspólna wycieczka rekreacyjna szlakiem konnym z Dębowca do Krzywej Chaty nad zaporą w Wapienicy. Po południu rozegrano turniej par na zapis maksymalny (maxy). Tutaj również zwyciężyła para Korczowski i Madera, potwierdzając świetną dyspozycję. Drugie miejsce zajęli Tadeusz Dudziak i Tadeusz Szendzielarz ze Śląskiej OIIB, a trzecie – Lechosław Piotrowski i Sławomir Stępniewski z Mazowieckiej OIIB.

### Janusz Kozula

Kulminacją mistrzostw był niedzielny turniej drużynowy o Puchar Przechodni Prezesa Krajowej Rady PIIB. Rywalizacja toczyła się o nowy puchar, po tym jak poprzedni – po trzech zwycięstwach – przeszedł na własność Mazowieckiej OIIB. Sześć drużyn zagrało systemem „każdy z każdym”. Najlepsza okazała się drużyna mieszana Łódzkiej i Kujawsko-Pomorskiej OIIB w składzie Danuta i Ryszard Iwanus, Jacek Szkup i Bogdan Żelazowski, która prowadzenia nie oddała do końca. Drugie miejsce wywalczyła drużyna Mazowieckiej OIIB, a trzecie – reprezentacja Śląskiej OIIB. W klasyfikacji indywidualnej długofalowej triumfował Lechosław Piotrowski przed Jerzym Maderą i Janem Korczow-

skim (obaj z Podkarpackiej OIIB). Najlepszą izbą w klasyfikacji międzyokręgowej została Śląska OIIB, wyprzedzając Mazowiecką oraz Podkarpacką OIIB.

Podczas uroczystego zakończenia mistrzostw podziękowania skierowano do organizatorów i uczestników. Szczególne brawo otrzymał Krzysztof Tomsia ze Śląskiego Związku Brydża Sportowego za wzorowe prowadzenie zawodów. Zwycięzcom wręczono puchary, medale i pamiątkowe dyplomy. W podsumowaniu zwrócono uwagę na malejącą frekwencję oraz brak reprezentantów niektórych izb, mimo wysokiego poziomu brydża sportowego w tych regionach. Jednocześnie uczestnicy dobrze ocenili organizację mistrzostw i warunki gry, a w dyskusjach pojawiły się propozycje ewentualnych zmian formuły przyszłych edycji. ■



## 3. Forum Dostępności



Kolejna edycja Forum Dostępności, zorganizowana przez firmę Nowy Adres oraz Fundację Integracja, wyraźnie pokazała, że projektowanie uniwersalne przestaje być traktowane jako dodatkowy standard. Staje się fundamentem nowoczesnych usług, architektury i polityk publicznych.

**W** dniach 17–18 listopada 2025 r. spotkali się przedstawiciele branży architektonicznej, biznesu, technologii, administracji i organizacji społecznych, by rozmawiać o budowaniu świata, w którym każdy może funkcjonować samodzielnie i bez barier.

### DEMOGRAFIA – RYNEK PRZED WIELKĄ ZMIANĄ

Jednym z głównych wątków były zmiany demograficzne. Eksperti podkreślali, że starzejące się społeczeństwo wymaga przeprojektowania usług i przestrzeni. Wskazywano, że do 2060 r. osoby po 65. roku życia mogą stanowić nawet połowę populacji. Marzena Rudnicka z Krajowego Instytutu Gospodarki Senioralnej przypominała, że projektując dostępne rozwiązania, pracujemy na własną przyszłość.

### NEURORÓŻNORODNOŚĆ – DOSTĘPNOŚĆ ZACZYNA SIĘ OD LUDZI

Ważnym tematem było wspieranie osób neuroatypowych. Choć w biurach pojawiają się ciche strefy i przemyślane kolo-rystycznie wnętrza, to – jak podkreślała dr Joanna Ławicka, założycielka Fundacji Prodeste – najtrudniejsze bariery wynikają z postaw, stereotypów i relacji społecznych. Nawet najlepsza przestrzeń nie zadziała, jeśli organizacje nie zmieniają sposobu myślenia.

### PRAWO I NADZÓR – REGULACJE JAKO NARZĘDZIE ROZWOJU

Dużą część programu poświęcono także Polskiemu Aktowi o Dostępności oraz warunkom technicznym. Wskazywano, że wiele instytucji traktuje przepisy jako zestaw obowiązków, a nie szansę na poprawę jakości usług. Łukasz Iwancio, dyrektor Departamentu Dostępności PFRON, podkreślał znaczenie równowagi między kontrolą a współpracą oraz potrzebę stałego dialogu, który ułatwia realne wdrażanie wymogów i egzekwowanie ich tam, gdzie to konieczne.

### E-COMMERCE – BRANŻA, KTÓRA UCZY SIĘ NAJSZYBCIEJ

Podczas dyskusji o dostępności cyfrowej przedstawicielki InPostu i Allegro zgodnie twierdziły, że to sfera wymagająca nowych kompetencji i stałego uczenia się. Agnieszka Ginel z InPostu podkreślała, że dostępność staje się elementem strategii biznesowej, a Agnieszka Sławek-Helwin z Allegro mówiła, że mimo czasochłonności praca nad dostępnością jest wyjątkowo motywująca, bo szybko widać jej wpływ na doświadczenie klientów.

### NAJWIĘKSZA STREFA WYSTAWIENNICZA

W tej edycji szczególnie rozrosła się część praktyczna wydarzenia. Prezentowano m.in. rozwiązania dla seniorów i osób

z niepełnosprawnościami, technologie wspierające mobilność i sensorykę, wyposażenie toalet zgodne z zasadami dostępności oraz narzędzia projektowe. To dowód, że rynek coraz aktywniej reaguje na realne potrzeby użytkowników.

### DEBATY, RAPORTY, WYMIANA WIEDZY

Program uzupełniły debata oksfordzka o relacji między wolnością twórczą a dostępnością, prezentacja raportu Business Accessibility Forum dotyczącego wdrażania Europejskiego Aktu o Dostępności oraz sesje o prostym języku i dostępności usług publicznych.

Wydarzenie odbyło się już po raz trzeci w Poznań Congress Center, któremu w tym roku Fundacja Integracja przyznała Certyfikat „Obiekt bez barier”. Jest to opracowany przez fundację standard audytów architektonicznych dotyczący dostępności dla osób o ograniczonej możliwości poruszania się. W 2019 r. został on wpisany na listę akredytowanych standardów systemu certyfikacji WELL. To pierwszy polski zbiór wytycznych dla architektów i projektantów budynków, który znalazł się na tej liście.

Forum pokazało, że dostępność jest procesem, który dotyczy każdego. To strategiczna decyzja społeczna i biznesowa, wymagająca współpracy, kompetencji i otwartości. ■



## Zmiany w zasadach inwestowania

**P**rojekt nowego rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, choć nie został jeszcze uzgodniony międzyresortowo, to ze względu na swoją objętość oraz obszerną tematykę został przekazany do opiniowania organom i instytucjom zewnętrznym, w tym izbom zawodowym inżynierów budownictwa oraz architektów.

W jego zakres włączono przepisy dotyczące warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych wraz ze związanymi z nimi instalacjami i urządzeniami technicznymi, dotychczas zawarte w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 sierpnia 1999 r.

Nowe przepisy wdrożą również w pełni dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. (...)

Wdrażane właśnie nowelizacje przepisów prawnych, regulujących proces przygotowania i realizacji inwestycji obejmują dwa główne wątki:

- zmiany systemowe dotyczące planowania zagospodarowania przestrzennego, które w efekcie mają przynieść zahamowanie negatywnych zjawisk urbanistycznych;
- elektroniczną procesów i procedur związanych z przygotowaniem, projektowaniem oraz realizacją przedsięwzięć inwestycyjnych.

Więcej w artykule Dągmary Kafar w „Kwartalniku Łódzkim” nr 4/2025.

Fot. © successphoto – stock.adobe.com



## Zmieniły się przepisy dotyczące odpowiedzialności zawodowej i dyscyplinarnej

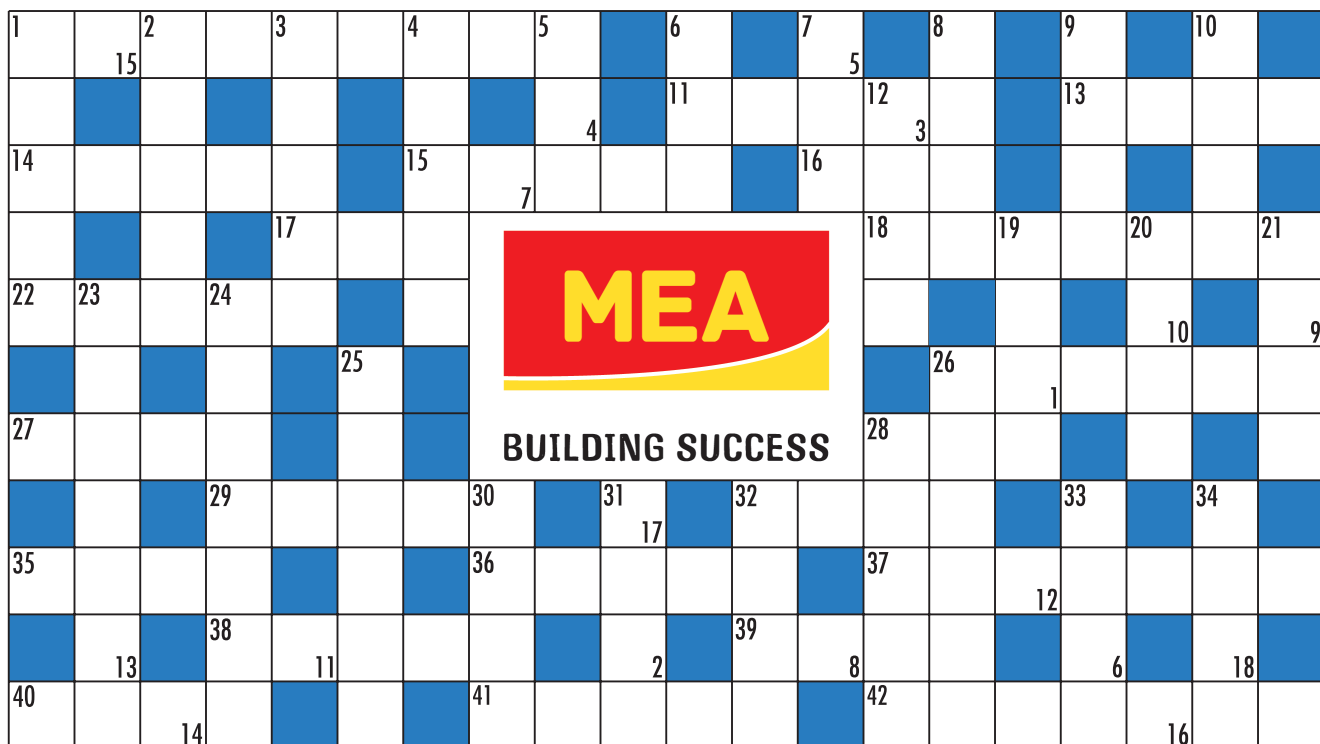
**K**rajowa Rada Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w kwietniu 2025 r. przyjęła uchwałę wprowadzającą nowe tryby postępowania rzeczników odpowiedzialności zawodowej i sądów dyscyplinarnych w postępowaniu w sprawie odpowiedzialności zawodowej w budownictwie oraz w sprawach dyscyplinarnych, a także regulamin postępowania okręgowych sądów dyscyplinarnych jako sądów polubownych. Rzecznik odpowiedzialności zawodowej oraz sądy dyscyplinarne Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa przy rozpatrywaniu spraw związanych z obszarem ich kompetencji kierują się przede wszystkim przepisami ustaw i rozporządzeń wydanych na ich podstawie, a w razie braku regulacji w przepisach powszechnie obowiązujących powinni w celu ujednoczenia orzecznictwa korzystać z przepisów uchwały Krajowej Rady PIIB. Tryb ma na celu ujednoczenie postępowania rzecznika odpowiedzialności zawodowej oraz sądów dyscyplinarnych, nie wkraczając jednak w obszar orzekania, w którym organy te są niezależne. (...)

Konsekwencją obowiązywania nowego Kodeksu Etyki Zawodowej Członków PIIB z 2024 r. jest odpowiedzialność dyscyplinarna za złamanie praw autorskich (...) oraz za nierzetelne wykonywanie funkcji biegłego sądowego (...).

Więcej w artykule w „Informatorze Kujawsko-Pomorskiej OIIB” nr 5/2025.

Fot. © Oulaphone – stock.adobe.com

Opracowała Magdalena Bednarczyk



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

12	13	14	15	16	17	18
----	----	----	----	----	----	----

### Poziomo:

**1** pokrywanie powierzchni ścian budowli okładziną zwaną oblicówką; **11** ... inwestycyjna jest zawierana o wykonanie robót budowlanych; **13** reprezentacyjna sala przeznaczona na różne okolicznościowe uroczystości; **14** LPG, paliwo stosowane w czasie wykonywania prac dekarских, instalacyjnych; **15** ... wentylacyjny jest przeznaczony do oczyszczania powietrza z pyłów; **16** ... grzewcza to ilość ciepła, jaką urządzenie, np. grzejnik, jest w stanie wygenerować w danej jednostce czasu; **17** stop do lutowania; **18** ... zabytków to oczyszczenie dawnych budynków (głównie miejskich) z późniejszych nawarstwień; **22** ... ciśnieniowa to przyrząd do pomiaru prędkości przepływu płynu; **26** pozioma płaszczyzna między kondygnacjami schodów; spocznik; **27** odcinek sieci przewodów instalacji elektrycznej, gazowej; **28** melodyjnie śpiewający ptak; **29** sufit w okazałej sali; **32** ... cynkowa to biały pigment stosowany do produkcji mas izolacyjnych; **35** odpowiada w górach; **36** w miastach starożytnej Grecji: główny plac otoczony rozproszoną zabudową sakralną i publiczną; **37** pokój na lotnisku, przeznaczony dla pasażerów; **38** składany fotel na plaży; **39** reklama świetlna; **40** ... ryczałtowa jest obliczana w kosztorysie częściowym, a następnie uzgadniana pomiędzy inwestorem a wykonawcą; **41** wydzielony podziałem podłużnym budynku ciąg leżących na jednej osi pomieszczeń; **42** zdolność konstrukcji budowlanej do przenoszenia obciążeń na nią działających

### Pionowo:

**1** belka, do której się przybijają deski podłogi; **2** wódz rzymski; **3** wolno stojący dom jednorodzinny; **4** paliwo w dawnej lampie; **5** władca wiatrów w mitologii greckiej; **6** element budowli; **7** budynek mieszkalny; **8** ręczne narzędzie murarskie; **9** stan napięcia w jednym z obwodów elektrycznych, w których prąd zmienny płynie do budynków; **10** trwale łączy materiały, także budowlane; **12** ... montanowy poprawia właściwości bitumów; **19** główne pomieszczenie starożytnej świątyni greckiej; **20** ... akustyczny to obszar wyznaczony linią przebiegającą przez punkt położenia źródła dźwięku i szczyt ekranu akustycznego; **21** w budowlach starożytnych występ ściany bocznej w formie filara; **23** przemieszczenie osi belki zginanej pod działaniem np. sił zewnętrznych lub ciężaru własnego; **24** element występujący ze ściany, podtrzymujący gzymsy, rzeźby itp.; wspornik; **25** pochyła krawędź dwóch przyległych połaci dachu; **26** kawał drewna przeznaczony na opał; **28** cylinder wpuszczany w dno zbiornika wodnego, w którym po wypompowaniu wody muruje się filar pod most; **30** ważna umowa; **31** ... zarobowa jest używana do zaprawy lub masy betonowej; **32** w ciesielstwie: belka spajająca krokwie; **33** stolica RFN do 1991 r.; **34** wioska

Litery w polach z dodatkową numeracją (w prawej dolnej części) uszeregowane w kolejności utworzą rozwiązanie krzyżówki.

Trzy pierwsze osoby, które prześlą prawidłowe rozwiązanie, otrzymają gadżety. Rozwiązania prosimy przysyłać (razem z imieniem i nazwiskiem oraz adresem, na który wyślemy nagrodę) na e-mail: [ib@wpiib.pl](mailto:ib@wpiib.pl) lub na adres wydawnictwa.

### Rozwiązanie krzyżówki z nr. 12/25: **SPRAWDZONE WYROBY.**

Laureatami są: **Kornelia Lisowska-Sadlik, Wojciech Szybowicz, Zbigniew Gabrysiak. Gratulujemy!**

Regulamin konkursów dostępny na [www.inzynierbudownictwa.pl/regulamin-konkursow/](http://www.inzynierbudownictwa.pl/regulamin-konkursow/).

# CRYSTARID®

**CRYSTARID®**  
**INIEKCJA KRYSTALICZNA®**

Autorski Park Technologiczny  
mgr inż. Maciej NAWROT  
Jarosław NAWROT

📍 05-082 Blizne Łaszczyńskiego  
ul. Warszawska 28

☎ 601 32 82 33, 601 33 57 56

✉ info@i-k.pl

[www.i-k.pl](http://www.i-k.pl)



# INIEKCJA KRYSTALICZNA®

**HYDROIZOLACJA PRZECIWWILGOCIOWA  
POZIOMA I PIONOWA**

- Ponad 30 lat doświadczenia
- Niezawodna i trwała ochrona przed wilgocią
- Stosowana w zawilgoconych przegrodach budowlanych
- Blokada wilgoci przez samoorganizację kryształów
- Izolacja jest tym skuteczniejsza, im bardziej zawilgocony jest mur
- Certyfikowane preparaty iniekcyjne produkowane w kraju



Audyty Doradztwo Projektowanie Renowacje Adaptacje

- ▲ JAKOŚĆ WYKONANIA
- ▲ BEZPIECZENSTWO
- ▲ SZYBKA REALIZACJA

EMER Security Shelters to nowoczesne schrony modułowe z HDPE zapewniające skuteczną ochronę w sytuacjach kryzysowych. Wyróżniają się szybkim montażem, trwałością i mobilnością, a ich modułowa konstrukcja pozwala na tworzenie zarówno kompaktowych, jak i większych, rozbudowanych kompleksów. Produkowane w Polsce, zgodnie z europejskimi standardami, gwarantują bezpieczeństwo, stabilność i spokój.

NOWE TECHNOLOGIE DLA BUDOWNICTWA  
 SCHRONÓW UKRYĆ MDS'ÓW



Inżynier  
 Budownictwa

ZAPRASZAMY DO  
 WSPÓRPCY  
 INŻYNIERÓW  
 ARCHITEKTÓW  
 KONSTRUKTORÓW

