

# Inżynier budownictwa

10  
2017

PAŹDZIERNIK

PL ISSN 1732-3428

MIESIĘCZNIK POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA



Dachy odwrócone

Domy z prefabrykatów  
w Skandynawii

## Klasyfikacja gruntów

**ZAUFIANIE ZBUDOWANE**  
NA SOLIDNYCH FUNDAMENTACH



UBEZPIECZAMY INŻYNIERÓW OD 2011 ROKU

---

Ubezpieczenia  
życia prywatnego

- dom, mieszkanie
- samochód

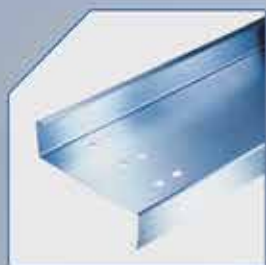
Ubezpieczenia OC

- obowiązkowe i dobrowolne
- dla pracowni projektowych i biur inżynierskich
- pod kontrakt, także w ramach procedury zamówień publicznych
- roczne i wieloletnie

Gwarancje

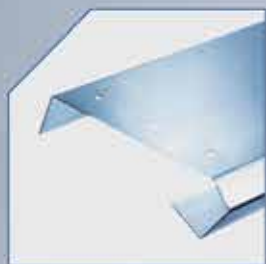
- należytego wykonania kontraktu
- usunięcia wad i usterek

# KSZTAŁTOWNIKI GIĘTE NA ZIMNO



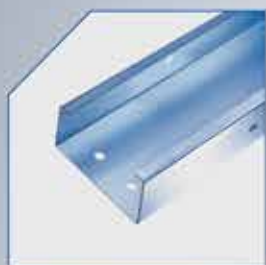
## OFERUJEMY:

- └ Płatwie dachowe, rygle ściennie, profile Z, C, C+,  $\Sigma$ ,  $\Sigma+$ ,  $\Omega$
- └ Wymiary dachowe, rynny koszowe
- └ Profile kontenerowe
- └ Podstawy pod świetliki i pasma świetlne
- └ Obróbki blacharskie, kasety i panele ściennie



## MATERIAŁY:

- └ Blacha stalowa ocynkowana: DX51D; S350GD; S390GD
- └ Blacha stalowa powlekana w kolorach RAL
- └ Blacha nierdzewna
- └ Blacha aluminiowa surowa i powlekana w kolorach RAL
- └ Blacha czarna: S 235 JR; S 355 JR; S 315 MC; S 355 MC



## WYMIARY:

- └ Długość do 12 550 mm
- └ Szerokość do 1 500 mm
- └ Grubość 0,50 – 4,00 mm



## DODATKOWO:

- └ Wycinanie na wykrawarce młoteczkowej
- └ Wykrawanie otworów o dowolnych wymiarach
- └ Spawanie
- └ Nitowanie, zgrzewanie bolców
- └ Malowanie proszkowe i mokre

SCHRAG Polska Sp. z o.o.  
95-050 Konstantynów Łódzki  
ul. Przemysłowa 15  
Tel: +48 42 211 37 20  
Fax: +48 42 211 37 21  
office@schrag.pl

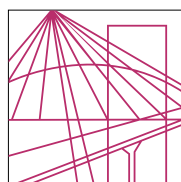


[www.schrag.pl](http://www.schrag.pl)



KSZTAŁTUJEMY NOWOCZEŚNIE

8	Obwodowe zebrania wyborcze	
11	Obradowała Krajowa Rada PIIB	Urszula Kieller-Zawisza
12	Przyszła siedziba PIIB – relacja z budowy	Danuta Gawęcka Mariusz Okuń
18	Przekształcenie prawa użytkowania wieczystego gruntów w prawo własności	Katarzyna Solak
<b>ODPOWIEDZI NA PYTANIA</b>		
22	Hałas z budowy	Mariusz Filipek
24	Kalendarium	Aneta Malan-Wijata
28	Praktyka wykonywania szczelnych budowli podziemnych – cz. I	Arkadiusz Maciejewski
33	Aktualna klasyfikacja gruntów	Maria Jolanta Sulewska
37	WIŚNIEWSKI w odświeżeniu smartCONNECTED	Artykuł sponsorowany
38	Normalizacja i normy	Małgorzata Pogorzelska
40	Wooden houses	Magdalena Marcinkowska
44	ABC dachów odwróconych	Bartłomiej Monczyński
49	Izolacja tarasu nad pomieszczeniem ogrzewanym	Artykuł sponsorowany
54	Korzyści z projektowania w BIM	Krzysztof Kaczorek Szymon Janczura
58	Kształtowniki gięte w budowie hal	Artykuł sponsorowany



**MIESIĘCZNIK  
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA**

**Okladka:** Fasady nowoczesnych budynków. Kolor elewacji podkreśla charakterystyczne elementy architektury budynków.


Fot.: Fotolia





Fot. K. Wiśniewska

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 60 | Stalowe słupy powłokowe – nowe zasady projektowania wg PN-EN 50341-2-22:2016 | Sławomir Labocha                                      |
| 70 | Tynk – ochrona elewacji, cz. II  | Maciej Rokiel   |
| 74 | Okna, które oszczędzają energię  | Klaudia Urbańska<br>Arkadiusz Dyjakon                 |
| 82 | Prefabrykacja – jak to robią w Skandynawii                                   | Anna Dybowska<br>Natalia Jelińska                     |
| 85 | Forum Rusztowaniowe i 20 lat PIGR  | Krystyna Wiśniewska                                   |
| 86 | Przykłady wzmocnienia konstrukcji drewnianych                                | Dorota Kram<br>Tomasz Kochański                       |
| 92 | Wyznaczanie stref zagrożenia wybuchem dla gazu ziemnego                      | Łukasz Zabrzęski<br>Krystian Liszka<br>Mariusz Łaciak |
| 97 | W biuletynach izbowych...  |   |



Z okazji Dnia Budowlanych  
wszystkim naszym  
Czytelnikom życzymy,  
aby ich praca przynosiła  
jak najwięcej zadowolenia  
i jak najmniej problemów,  
a sprawy osobiste  
układały się  
zgodnie z oczekiwaniami  
i marzeniami

redakcja

# Ruszyła nowa odsłona

## www.inzynierbudownictwa.pl



Wydarzenia • Biznes  
Technika • Inwestycje  
Kariera • Języki



**6 WRZEŚNIA BR. KRAJOWA RADA PIIB PRZYJĘŁA UCHWAŁY PREZYDIUM KR PIIB Z 2 SIERPNIĄ BR. DOTYCZĄCE ORGANIZACJI ZEBRAŃ W OBWODACH WYBORCZYCH ORAZ RAMOWEGO REGULAMINU OBWODOWYCH ZEBRAŃ WYBORCZYCH.**

## Zasady organizacji zebrań członków Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w obwodach wyborczych

1. Zebrania w obwodach wyborczych należy przeprowadzić w IV kwartale 2017 r. i w styczniu 2018 r.
2. Na zebrania wyborcze zostaną zaproszeni wszyscy niezawieszeni członkowie samorządu zawodowego inżynierów budownictwa wg stanu na dzień 31.08.17 r.
3. Lista zaproszonych członków na obwodowe zebranie wyborcze jest określana przez okręgowe rady.
4. Obwodowe zebrania wyborcze są zdolne do podejmowania uchwał niezależnie od liczby osób uczestniczących i głosujących.
5. Zawiadomienia o obwodowym zebraniu wyborczym będą dołączone do 10. numeru czasopisma „Inżynier Budownictwa”, doręczanego do miejsca zamieszkania członka samorządu zawodowego.
6. Uczestnicy obwodowych zebrań wyborczych wybierają delegatów na okręgowy zjazd izby na kadencję obejmującą lata 2018–2022.
7. Zalecana liczba delegatów na okręgowy zjazd izb nie powinna być:
  - mniejsza niż 80 delegatów,
  - większa niż 220 delegatów.
8. Liczbę i obszar obwodów, liczbę delegatów wybieranych w danym obwodzie, proporcjonalnie do liczby członków zamieszkałych w obwodzie, oraz miejsce i termin obwodowych zebrań wyborczych ustalą okręgowe rady.
9. Okręgowe zjazdy sprawozdawczo-wyborcze odbędą się w terminie do 21 kwietnia 2018 r.

## RAMOWY REGULAMIN zebrań członków Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w obwodach wyborczych

### § 1

Podstawę prawną zwołania zebrania członków Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w obwodach wyborczych, zwanego dalej „Zebraniem”, stanowią:

- 1) ustawa z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2014 r. poz. 1946 z późn. zm.),
- 2) Statut samorządu zawodowego inżynierów budownictwa,
- 3) uchwała okręgowej rady okręgowej izby inżynierów budownictwa w sprawie liczby i obszaru obwodów, liczby delegatów wybieranych w danym obwodzie oraz miejsca i terminu obwodowych zebrań wyborczych.

### § 2

Celem Zebrania jest wybór delegatów na okręgowy zjazd na kadencję obejmującą lata 2018–2022.

### § 3

1. Uprawnionym do udziału w zebraniu jest członek okręgowej izby inżynierów budownictwa zaproszony na zebranie.
2. Do udziału w zebraniu może być dopuszczony niezaproszony członek okręgowej izby inżynierów budownictwa, pod warunkiem uzyskania bądź odzyskania członkostwa w okręgowej izbie inżynierów budownictwa po dniu 31 sierpnia 2017 r.
3. Listę uprawnionych do udziału w zebraniu, według stanu na dzień

31 sierpnia 2017 r., sporządza biuro okręgowej izby inżynierów budownictwa.

4. Uprawniony uczestnik zebrania ma czynne i bierne prawo wyborcze.
5. Każdy członek okręgowej izby inżynierów budownictwa, nie zawieszony do dnia zebrania, ma bierne prawo wyborcze.
6. Czynne prawo wyborcze członek posiada tylko na jednym zebraniu.

### § 4

1. Zebranie otwiera upoważniony przedstawiciel okręgowej rady okręgowej izby inżynierów budownictwa, ogłasza liczbę delegatów wybieranych na zebraniu, a następnie



przeprowadza wybór przewodniczącego zebrania.

- Wybór przewodniczącego zebrania odbywa się w głosowaniu jawnym, zwykłą większością głosów.

### § 5

- Zebranie jest zdolne do podejmowania uchwał niezależnie od liczby osób uczestniczących i głosujących.
- Zebranie uchwala porządek obrad. Ramowy porządek obrad określa załącznik nr 1 do regulaminu.

### § 6

- Przewodniczący zebrania przeprowadza wybory zastępcy przewodniczącego i sekretarza zebrania w głosowaniu jawnym, zwykłą większością głosów.
- Przewodniczący zebrania, jego zastępca i sekretarz tworzą prezydium zebrania.
- Przewodniczący zebrania lub w jego zastępstwie zastępca przewodniczącego zebrania:
  - ogłasza liczbę uczestników zebrania,
  - kieruje przebiegiem zebrania i dyskusją,
  - przeprowadza wybory delegatów na okręgowy zjazd,
  - zarządza głosowania,
  - ogłasza wynik wyborów,
  - czuwa nad sprawnym przebiegiem zebrania.

### § 7

- Przewodniczący zebrania przeprowadza wybory komisji skrutacyjnej i komisji wyborczej w głosowaniu jawnym, zwykłą większością głosów.
- Komisja skrutacyjna liczy od 3 do 10 osób, a komisja wyborcza – od 3 do 5 osób.
- Osoba kandydująca na delegata nie może być członkiem komisji skrutacyjnej.

### § 8

- Komisja Wyborcza:
  - przyjmuje zgłoszenia kandydatów na delegatów na okręgowe zjazdy,
  - przygotowuje listę wyborczą,
  - przygotowuje i rozdaje karty wyborcze,
  - zbiera karty wyborcze do zabezpieczonych urn.
- Komisja Skrutacyjna:
  - informuje o zasadach głosowania,
  - odnotowuje oddanie głosu na liście uprawnionych do udziału w zebraniu,
  - liczy głosy w głosowaniach,
  - podaje wynik głosowań w protokole, w którym określa:
    - liczbę osób uprawnionych do głosowania;
    - liczbę osób, które wzięły udział w głosowaniu;
    - liczbę głosów ważnych, nieważnych oraz wstrzymujących się;
    - liczbę głosów oddanych na każdego kandydata.

### § 9

- Komisje, o których mowa w § 7 i § 8, wybierają ze swego składu przewodniczącego i sekretarza.
- Przewodniczący kieruje pracami komisji.
- Sekretarz komisji sporządza protokół, który, po podpisaniu przez wszystkich jej członków, przekazuje przewodniczącemu zebrania.

### § 10

- Kandydat na delegata powinien być zgłoszony przez uczestnika zebrania na karcie zgłoszenia, której wzór stanowi załącznik nr 2 do regulaminu.
- Kandydat na delegata wyraża pisemną zgodę na kandydowanie na karcie zgłoszenia, której wzór stanowi załącznik nr 2 do regulaminu.

- Liczba kandydatów na delegatów nie jest ograniczona.
- Uczestnik zebrania ma prawo zadawać pytania kandydatom na delegatów. W wypadku nieobecności kandydata na zebraniu, odpowiedzi na zadane pytanie udziela osoba zgłaszająca kandydata.
- Kandydaci na delegatów są umieszczani na liście wyborczej w porządku alfabetycznym.
- Wyboru delegatów dokonuje się w głosowaniu tajnym.
- Głosować wolno tylko osobiście.
- Do głosowania służy karta wyborcza, której wzór stanowi załącznik nr 3 do regulaminu.
- Głosowanie odbywa się poprzez skreślenie z karty wyborczej tych kandydatów, na których uczestnik zebrania nie głosuje.
- Głos jest ważny, jeżeli na karcie wyborczej pozostawiono nieskreśloną liczbę kandydatów równą lub mniejszą od liczby wybieranych delegatów.
- Głos jest nieważny, jeżeli na karcie nie skreślono liczby kandydatów większej od liczby wybieranych delegatów.
- Skreślenie wszystkich kandydatów na karcie oznacza wstrzymanie się od głosu.
- Wybrane na delegatów są osoby, które w głosowaniu tajnym uzyskały największą liczbę głosów. W wypadku, gdy kandydaci uzyskali tę samą liczbę głosów, a wybór ich powoduje przekroczenie liczby wybieranych delegatów, wybory są powtarzane dla tych kandydatów.

### § 11

- Przewodniczący zebrania udziela głosu uczestnikom zebrania w kolejności zgłoszeń.
- Poza kolejnością zgłoszeń można wystąpić z wnioskiem formalnym,

- który może dotyczyć w szczególności:
- 1) zakończenia dyskusji,
  - 2) ograniczenia czasu wystąpień,
  - 3) ponownego przeliczenia głosów.
3. Wnioski o charakterze formalnym należy poddać pod głosowanie jawne w pierwszej kolejności, a o ich przyjęciu decyduje zwykła większość głosów.

4. Przewodniczący zebrania może odebrać głos uczestnikowi zebrania, jeżeli treść lub sposób jego wystąpienia zakłóca zebranie.

**§ 12**

1. Protokół zebrania sporządza sekretarz.
2. Protokół zebrania powinien odzwierciedlać jego przebieg,

a w szczególności zawierać:

- 1) listę obecności uczestników zebrania,
  - 2) protokoły komisji,
  - 3) listę wybranych delegatów.
3. Protokół podpisuje przewodniczący oraz sekretarz zebrania.

## Porządek obrad zebrania członków Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w obwodach wyborczych

1. Otwarcie zebrania.
2. Wybór przewodniczącego zebrania.
3. Wybór zastępcy przewodniczącego i sekretarza zebrania.
4. Przyjęcie porządku obrad.

5. Wybór komisji wyborczej.
6. Wybór komisji skrutacyjnej.
7. Wybór delegatów.
8. Dyskusja i sprawy wniesione.
9. Zamknięcie zebrania.

**Karta zgłoszenia kandydata  
na delegata na okręgowy zjazd .....  
Okręgowej Izby  
Inżynierów Budownictwa  
w kadencji obejmującej  
lata 2018–2022**

Zgłaszający (imię i nazwisko) .....

(numer ewidencyjny) .....

Zgłaszam kandydaturę Pani/Pana .....  
(imię i nazwisko)

(numer ewidencyjny) .....

na delegata na okręgowe zjazdy ..... Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa w kadencji obejmującej lata 2018–2022.

.....  
(podpis zgłaszającego)

Wyrażam zgodę na kandydowanie .....  
(podpis kandydata)

....., dnia .....  
(miejscowość oraz data zebrania)

**Karta wyborcza  
zebrania w obwodzie wyborczym  
....., dnia .....  
(miejscowość oraz data zebrania)  
w wyborach delegata na okręgowy  
zjazd ..... Okręgowej Izby  
Inżynierów Budownictwa  
w kadencji obejmującej  
lata 2018–2022**

1	16
2	17
3	18
4	19
5	20
6	21
7	22
8	23
9	24
10	25
11	26
12	27
13	28
14	29
15	30

# Obradowała Krajowa Rada PIIB

Urszula Kieller-Zawisza

6 września br. odbyło się posiedzenie Krajowej Rady Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa.

Obrady prowadził Zbigniew Kledyński, wiceprezes PIIB. Na wstępie Marian Płachecki, przewodniczący Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej, omówił projekt regulaminu postępowania kwalifikacyjnego w sprawie nadawania uprawnień budowlanych. Zaprezentowany regulamin został po dyskusji przyjęty przez uczestników posiedzenia. Następnie M. Płachecki zreferował regulamin postępowania kwalifikacyjnego w sprawie nadawania tytułu rzeczoznawcy budowlanego oraz regulamin postępowania w sprawie uznawania kwalifikacji do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie przez obywateli państw członkowskich Unii Europejskiej, Konfederacji Szwajcarskiej oraz państw członkowskich Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu – stron umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym, którzy nabyli w tych państwach kwalifikacje odpowiadające uprawnieniom budowlanym w Polsce. Obydwa regulaminy zostały przyjęte przez uczestników obrad stosownymi uchwałami.

Danuta Gawęcka, sekretarz KR PIIB, omówiła ramowe dokumenty dotyczące przyszłorocznych okręgowych zjazdów sprawozdawczo-wyborczych. Dotyczyły one porządku obrad, szczegółowego regulaminu wyborów do organów okręgowych izb inżynierów budownictwa oraz regulaminu okręgowego zjazdu sprawozdawczo-wyborczego. Uczestnicy posiedzenia przyjęli uchwałę w przedmiotowej sprawie.

W dalszej części Zbigniew Kledyński przedstawił formy, zakres oraz ramy organizacyjne zaangażowania PIIB w obchody Europejskiego Roku Inżyniera Budownictwa w 2018 r., które przygotowywane są przez Europejską Radę Inżynierów Budownictwa – ECCE (European Council of Civil Engineers). Zachęcał także przedstawicieli okręgowych izby do współuczestniczenia w przygotowaniach do tych uroczystości, które rozpoczynają się na początku grudnia 2017 r. na Cyprze, a których zakończenie zaplanowano na październik 2018 r. w Londynie.

Włodzimierz Szymczak, przewodniczący Komitetu Sterującego ECCE, który zajmuje się organizacją Europejskiego Roku Inżyniera Budownictwa, zaznaczył, że głównym celem obchodów jest zaprezentowanie społeczeństwu zawodu inżyniera budownictwa oraz przybliżenie, na czym on polega i jak ważną rolę odgrywa. Podkreślił, że każdy z nas żyje w świecie stworzonym, zaprojektowanym i wybudowanym przez inżynierów budownictwa, chociaż

czasami nie zdajemy sobie z tego sprawy. Dlatego tak ważna jest promocja i nagłośnienie roli inżynierów budownictwa na arenie międzynarodowej. Koordynowanie działań związanych z obchodami Europejskiego Roku Inżyniera Budownictwa w 2018 r. powierzono Zygmuntovi Meyerowi, przewodniczącemu Komisji Współpracy Zagranicznej PIIB.

D. Gawęcka w dalszej części obrad zaprezentowała aktualny stan prac w budynku przeznaczonym na siedzibę PIIB przy ul. Kujawskiej 1 w Warszawie. Dokładanie zrelacjonowała poczynione już roboty.

Uczestniczący w posiedzeniu Prezydium KR PIIB zapoznali się także z realizacją budżetu za 7 miesięcy 2017 r., którą omówiła Krystyna Korniak-Figa, zastępca skarbnika PIIB. Przyjęto także projekt terminarza posiedzeń Prezydium i Krajowej Rady PIIB w I półroczu 2018 r. KR PIIB podjęła także uchwałę w sprawie nadania odznak honorowych Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa członkom: Kujawsko-Pomorskiej, Pomorskiej, Łódzkiej i Małopolskiej OIIB. ■



## Przyszła siedziba PIIB – relacja z budowy



**Danuta Gawęcka**  
przewodnicząca Zespołu ds. przebudowy  
i modernizacji nowej siedziby PIIB



**Mariusz Okuń**  
inspektor nadzoru

Zdjęcia: archiwum PIIB

Co udało się już zrobić i na jakim etapie znajdują się prace budowlane w przyszłej siedzibie samorządu zawodowego inżynierów budownictwa przedstawia poniższa relacja.

**P**o podpisaniu umowy (11 kwietnia br.) pomiędzy PIIB i firmą Dekpol S.A. o wykonawstwo robót budowlanych w zakupionej przez samorząd zawodowy inżynierów budownictwa nieruchomości znajdującej się przy ul. Kujawskiej 1 w Warszawie, wykonawca przejął teren budowy.

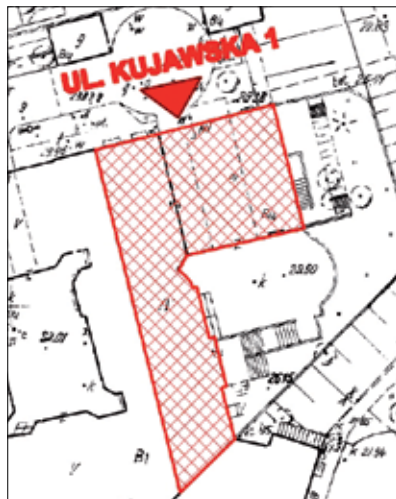
Rozpoczęcie prac modernizacyjnych w nowej siedzibie izby wiązało się z dużą ingerencją w ustrój nośny

budynku i wymagało wnikliwej oceny bezpieczeństwa konstrukcji. Właściwe rozpoznanie stanu technicznego budynku oraz budynków przyległych w zwartej zabudowie, jak to ma miejsce w naszym przypadku, jest szczególnie ważne, zwłaszcza gdy obiekty były wcześniej niejednokrotnie już przebudowywane (odbudowywane po zniszczeniach wojennych).

Nasza przyszła siedziba została wzniesiona w latach 1914–1915 w technologii tradycyjnej z zastosowaniem mурowych, schodkowych ław funda-

mentowych, na których posadowiono mury fundamentowe stanowiące dolne odcinki ścian nośnych. Na ścianach oparto stropy typu Kleina różnego typu płyt w zależności od usytuowania i projektowanych obciążeń.

W celu jak najefektywniejszego wykorzystania kubatury budynku zaprojektowano przestronną salę konferencyjną pod dziedzińcem, otwartą na część ogrodową położoną w wschodniej części działki. Umożliwia to funkcjonalne i wizualne połączenie sali z ogrodem w kierunku skarpy.



**Fot. 1** | Lokalizacja siedziby PIIB



**Fot. 2** | Budowa siedziby (widok z drona)



**Fot. 3** | Zaplecze budowy – widok od strony ul. Spacerowej



**Fot. 5** | Rusztowania wiszące

Takie rozwiązanie stanowi dodatkową wartość zarówno estetyczną, jak też użytkową. Nad salą, na projektowanej płycie żelbetowej, jako strop kasetonowy oparty na obwodowych ścianach wzdłuż trzech boków, usytuowano miejsca parkingowe. Dostępne są one poprzez istniejący przejazd bramowy od ulicy Kujawskiej.

Powierzchnia użytkowa budynku dzięki modernizacji zwiększy się do 1714,12 m<sup>2</sup>. Budynek w części wschodniej będzie składał się z 4 kondygnacji, w tym 3 nadziemnych, oraz

w części zachodniej z 5 kondygnacji, w tym 3 nadziemnych. Zakres prac przebudowy oraz modernizacji obiektu jest bardzo duży i obejmuje w szczególności całkowity demontaż dachu oraz ponowne wykonanie więźb wraz z pokryciem dachówką ceramiczną, w tym w części odtworzenie dachu w formie historycznej, znaczne odciążenie stropów bądź ich wymiana, zmianę aranżacji pomieszczeń, doposażenie w windy, wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, a także ocieplenie budynku wraz z wykończeniem i wy-

posażeniem pomieszczeń oraz zagospodarowaniem terenu. Modernizacja nie ominie oczywiście instalacji, które zostaną wymienione lub doposażone, jak to się ma w przypadku instalacji sanitarnych czy elektrycznych. Można stwierdzić, że każdy najdrobniejszy istniejący element obiektu będzie dotknięty albo zostanie zmodernizowany bądź wymieniony na nowy.

Umowny czas na wykonanie wszystkich prac budowlanych wynosi 11 miesięcy. Początek robót budowlanych z uwagi na logistykę i brak miejsc do



**Fot. 4** | Budynek – widok ogólny



**Fot. 6** | Prace – jet grouting



Fot. 7 | Prace montażowe

zorganizowania planowanego przez generalnego wykonawcę zaplecza budowy – a to, jak wiadomo, jest podstawą dobrze prowadzonej inwestycji – był skomplikowany. Przystępując do remontu izba zdawała sobie sprawę ze związanych z tym trudności, jed-

nak rzeczywistość oraz uwarunkowania proceduralne okazały się bardziej złożone, niż to początkowo zakładano. Nieruchomość izby graniczy od południa z hotelem „Karat”, od zachodu z budynkiem Wspólnoty – Kujawska 3, a od północy zamyka ją ulica Kujawska. Z kolei od wschodu przylega bezpośrednio do skarpy wiślanej i ul. Spacerowej, co zapewnia jej niewątpliwie bardzo interesującą ekspozycję od tej strony, jednocześnie jednak ogranicza swobodę organizowania na tym terenie zaplecza budowy z uwagi na konfigurację terenu i warunki gruntowe. Dostęp do obiektu jest wyłącznie od strony ślepo zakończonyj na skarpie wiślanej ulicy Kujawskiej, a wjazd na jej teren zapewnia jedynie prześwit bramowy prowadzący na podpiwniczony dziedziniec.

Początkowo koncepcja zlokalizowania zaplecza budowy, miejsca posadowienia dźwigu oraz odbioru gruzu zakładała wynajęcie części parkingu użytkowanego obecnie przez hotel „Karat” oraz uzyskanie zgody zarządu dróg w zakresie umożliwienia dojazdu do tego miejsca. Poza tym firma, z którą architekci współpracowali na etapie projektu w zakresie zabezpieczenia wykopu przy zasto-



Fot. 9 | Zespół generalnego wykonawcy

sowaniu technologii jet grouting, nie mogła włączyć się w cykl inwestycyjny wyznaczony przyjętym harmonogramem robót. Obie te przyczyny spowodowały konieczność weryfikacji początkowych założeń. Ostatecznie prace wzmocnień gruntu wykonała firma Soletanche, a roboty wyburzeniowe zrealizowano przy pomocy sprzętu, który mógł wjechać jedynie przez bramę na teren robót i tą samą drogą gruz był transportowany poza budowę.

Z uwagi na ścisłą zabudowę przed przystąpieniem do prac, zgodnie z zaleceniami projektowymi, dokonano sprawdzenia stanu technicznego budynków sąsiednich, zinwentaryzowano wszelkie rysy, pęknięcia i ubytki materiału. Wyznaczono repery na ścianach nośnych w obu częściach obiektu, tj. willi i oficynie, które są stale monitorowane metodami geodezyjnymi.

Tak jak już wspomniano, głębokie posadowienie budynku w części piwnic budynku oficyny i pod całym dziedzińcem wymagało przeprowadzenia wstępnych, specjalistycznych prac przy zabezpieczeniu pogłębianych wykopów za pomocą kolumn betonowych wykonanych w technologii jet grouting. Kolumny te zostały zrealizowane z pierwotnego poziomu posadzki, zapewniając odpowiednią



Fot. 8 | Roboty ziemne wewnątrz obiektu



Fot. 10 | Prace budowlane wewnętrzne

sztynność obudowy wykopu tak, aby oddziaływanie pogłębienia na sąsiednie obiekty nie było większe niż dopuszczalne w instrukcji ITB 376/2002 „Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów”.

Z prowadzonego na bieżąco monitoringu przemieszczeń wynika, że do chwili

obecnej konstrukcja zachowuje się zgodnie z założeniami projektowymi.

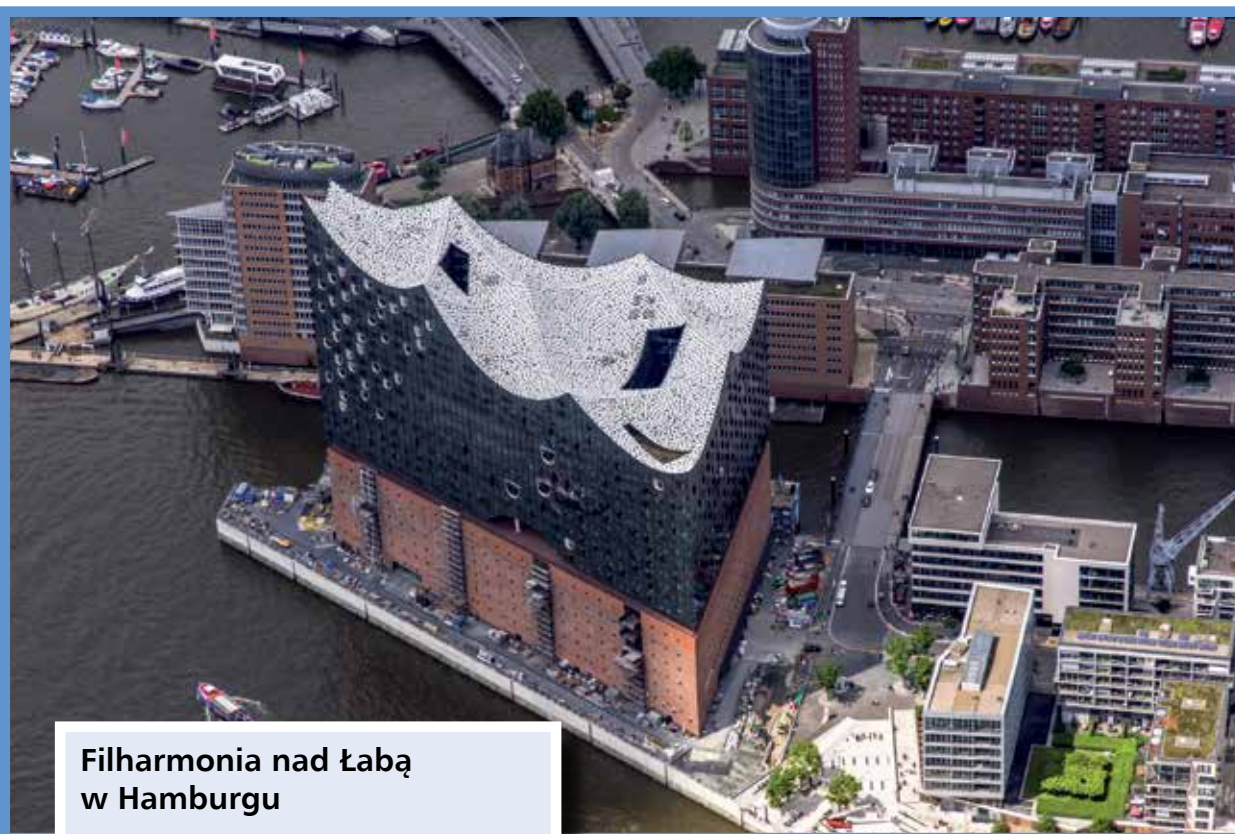
Równocześnie z wykonywaniem prac w technologii jet grouting w obiekcie trwały prace rozbiórkowe stropów, ścian i dachu w obu częściach. Umożliwiły to zmontowane rusztowania wiszące. Ostatecznie dźwig stanął na naszej działce w połowie sierpnia, co umożliwiło rozpoczęcie wykonania stropów i nowego dachu oraz w znaczny sposób przyczyniło się do zwiększenia tempa prac.

Na chwilę obecną trwają roboty ziemne na kondygnacji -2, a w kolejnym etapie zostaną wykonane żelbetowe ściany monolitycznie zespolone z płytą fundamentową wykonaną w technologii „białej” wanny w osłonie kolumn jet grouting. Jak to zwykle bywa w tego typu obiektach, nie obyło się bez problemów. Stare konstrukcje często skrywają niespodzianki spowodowane zdegradowaniem samej substancji, jak i błędami popełnionymi przy wznoszeniu budynku lub wykonywanymi w ciągu przeszło 100 lat re-

montami i modernizacjami. W naszym przypadku nie udało się również uniknąć błędów właściwej inwentaryzacji czy braków projektowych. Podczas prac rozbiórkowych budynek poznajemy na nowo, z tej „drugiej” strony. Z tymi wszystkimi problemami mierzy się liczny zespół inżynierów począwszy od generalnego wykonawcy na czele z Markiem Rabcewiczem, kierownikiem budowy, poprzez zespół inspektorów nadzoru inwestorskiego, któremu przewodzi Mariusz Okuń, architektów w ramach nadzoru autorskiego, którego prace koordynuje Dorota Morelewska, po Zespół ds. przebudowy i modernizacji nowej siedziby PIIB powołany przez Krajową Radę PIIB. Oprócz bieżących, codziennych kontaktów, grupa ta systematycznie, co tydzień spotyka się na terenie budowy na naradach koordynacyjnych. Podczas narad technicznych rozwiązywane są aktualne problemy z jednoczesnym monitorowaniem prac zgodnie z przyjętym harmonogramem robót. ■



Fot. 11 | Kadra inżynierska na budowie



## Filharmonia nad Łabą w Hamburgu

Wykonawca: Hochtief

Architektura: Herzog & de Meuron

Akustyka: Nagata Acoustics Inc.

Powierzchnia całkowita: ok. 120 000 m<sup>2</sup>

Kubatura: 485 600 m<sup>3</sup>

Wysokość: 110 m

Lata realizacji: 2007–2016

Zdjęcia: gerckens.photo – Fotolia.com,

pure-life-pictures – Fotolia.com







Go Further

FORD TRANSIT  
ECOBUE EDITION

**KRÓL** JEST  
TYLKO  
JEDEN



**RABAT**  
**DO 34 000 PLN**  
**NETTO\***

**FORD TRANSIT ECOBLUE EDITION.**  
WYPOSAŻENIE, JAKIEGO POTRZEBUJESZ  
I RABAT, JAKIEGO NIE WIDZIAŁEŚ.

- KLIMATYZACJA
- RADIO Z BLUETOOTH®
- ELEKTRYCZNIE STEROWANE SZYBY
- ELEKTRYCZNIE STEROWANE  
I PODGRZEWANE LUSTERKA

\* Kwota rabatu netto dotyczy Forda Transit Van 470L4, EcoBlue Edition 2.0 TDCI, 170 KM, RWD, MG. Na zdjęciu samochód z wyposażeniem opcjonalnym. Niniejsza oferta jest ograniczona w czasie, dotyczy przedsiębiorców i nie stanowi oferty w rozumieniu Kodeksu cywilnego. Ford OneCall: 22 522 27 27 – opłata za połączenie zgodna z taryfą operatora. ford.pl

# Przekształcenie prawa użytkowania wieczystego gruntów w prawo własności

Katarzyna Solak  
radca prawny  
Kancelaria Filipek & Kamiński

Procedura przekształcenia ma się odbywać na podstawie zaświadczenia o przekształceniu współużytkowania wieczystego gruntu we współwłasność tego gruntu.

Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa (dalej: Ministerstwo lub MliB) zainicjowało procedurę związaną z uchwaleniem nowej ustawy o przekształceniu udziałów w użytkowaniu wieczystym gruntów zabudowanych na cele mieszkaniowe w udziały we własności gruntów. Projekt tzw. ustawy uwłaszczeniowej, która w pierwotnym założeniu miała wejść w życie na początku 2017 r., znajduje się jeszcze – ze względu na trwające uzgodnienia i liczne konsultacje publiczne – w Rządowym Centrum Legislacji, skąd dopiero zostanie skierowany do Sejmu na właściwą ścieżkę legislacyjną. Autor artykułu bazuje zatem na tekście projektu ustawy, który może ulec dalszym modyfikacjom.

Ministerstwo poinformowało, że przyczyną wystąpienia z projektem ustawy jest fakt, że obowiązująca ustawa z dnia 29 lipca 2005 r. o przekształceniu prawa użytkowania wieczystego w prawo własności nieruchomości (Dz.U. z 2012 r. poz. 89) nie zapewnia właścicielom lokali w budynkach wielolokalowych faktycznej możliwości realizacji roszczenia o przekształce-

nie prawa użytkowania wieczystego gruntu związanego z własnością lokali w prawo własności gruntu. MliB tłumaczy, że do przekształcenia udziałów w prawie użytkowania wieczystego gruntu w prawo własności gruntu niezbędna jest zgoda wszystkich właścicieli lokali, którym przysługują udziały w prawie użytkowania wieczystego gruntu, a sprzeciw choćby jednego współużytkownika wieczystego skutecznie blokuje nabycie prawa własności gruntu przez pozostałych mieszkańców budynku. Sprawę można wprawdzie skierować na drogę sądową, ale trwające z reguły wiele lat procesy sądowe są kosztowne, a wynik rozstrzygnięcia nigdy nie jest pewny.

W uzasadnieniu do projektu ustawy Ministerstwo wskazało, że *iluzoryczność roszczenia tej grupy użytkowników wieczystych wymaga interwencji legislacyjnej, gdyż brak możliwości przekształcenia praw stawia tę grupę w gorszej sytuacji niż użytkowników wieczystych gruntów zabudowanych domami jednorodzinnymi, którzy do przekształcenia użytkowania wieczystego działek gruntu, na których*

*posadowione są domy jednorodzinne, nie muszą uzyskać zgody na przekształcenie innych użytkowników wieczystych.*

Z powyższych uwag wynika, że projektowana **ustawa wprowadza rozwiązanie polegające na przekształceniu udziałów w użytkowaniu wieczystym wszystkich gruntów zabudowanych na cele mieszkaniowe budynkami wielolokalowymi.** Taki wniosek wynika też z treści art. 1 ust. 1 i 2 projektu ustawy: *Z dniem 1 stycznia 2017 r. udziały w użytkowaniu wieczystym gruntów zabudowanych na cele mieszkaniowe związane z prawem odrębnej własności lokali albo z udziałem we własności budynku przekształcają się w udziały we własności tych gruntów (ust. 1). Przez grunt zabudowany na cel mieszkaniowy należy rozumieć grunt zabudowany budynkiem lub budynkami, w których w dniu 1 stycznia 2017 r. co najmniej połowę liczby lokali wyodrębnionych i niewyodrębnionych stanowią lokale mieszkalne, przy czym co najmniej jeden z tych lokali jest przedmiotem odrębnej własności (ust. 2) (podkreślenie autora).*

Powyzsze oznacza, ze z uwlaszczenia skorzystaja niejako przy okazji takze wlascciele lokali niemieszkalnych. MliB widzi potrzebe objecia projektowanymi przepisami budynkow z lokalami o takiej funkcji mieszanej (mieszkaniaowo-uslugowej) ze wzgledu na szeroko stosowane w praktyce sytuowanie na parterze budynkow mieszkalnych lokali typu sklepy spozywcze, biura, zaklady fryzjerskie itp. Uwlaszczeniem beda objeci rowniez wlascciele miejsc postojowych czy garazy znajdujacych sie w obszarze gruntu zabudowanego na cele mieszkaniowe w rozumieniu art. 1 ust. 2 projektu ustawy. **Tekst projektu ustawy nie zaklada natomiast objecia jej zakresem wlasccieli mieszkalnych domow jednorodzinnych, zlokalizowanych na gruncie oddanym w uzytkowanie wieczyste.** Jednakze Ministerstwo nie wyklucza rozszerzenia zakresu obowiazywania ustawy docelowo rowniez i na te grupe mieszkancow.

Nalezy podkreslid, ze **przekształcenie nastapi automatycznie, z mocy samego prawa. Świadczy o tym brzmienie art. 1 ust. 1 projektu ustawy, z którego wynika, że udziały przekształcają się.** Na stronie internetowej BIP Kancelarii Prezesa Rady Ministrów przy opisie informacji o przyczynach i potrzebie wprowadzenia rozwiązań planowanych w projekcie czytamy, że: *projektowana ustawa władczo przesądzi o nabyciu prawa własności do*

*gruntów przez właścicieli lokali położonych w budynkach wielolokalowych, realizując tym samym postulaty i oczekiwania mieszkańców, zwłaszcza wielkich miast, kierowane w licznych wnioskach i petycjach do organów administracji oraz Parlamentu* (podkreślenie autora).

**Procedura przekształcenia ma się odbywać na podstawie zaświadczenia o przekształceniu** współużytkownia wieczystego gruntu we współwłasność tego gruntu, wydawanego przez właściwy organ. Dla nieruchomości państwowych organem tym będzie starosta, a dla nieruchomości samorządu terytorialnego będą to odpowiednio wójt, burmistrz, prezydent miasta, zarząd powiatu albo zarząd województwa. Zaświadczenie

będzie wydane z urzędu w terminie **9 miesięcy od dnia wejścia w życie ustawy**, chyba że współwłaściciel złoży wniosek – wówczas organ musi wydać zaświadczenie w ciągu dwóch miesięcy. Za wydanie zaświadczenia projekt ustawy w obecnym jej brzmieniu przewiduje pobranie opłaty skarbowej w wysokości 50 zł.

Do obowiązku organu wydającego zaświadczenie będzie należało przekazanie tego dokumentu do sądu prowadzącego księgi wieczyste. Sąd z urzędu dokona wpisu współwłasności gruntu powstałej w wyniku przekształcenia oraz wpisu dotyczącego roszczenia o zapłatę rocznej opłaty przekształceniowej.

Zaświadczenie ma charakter deklaratoryjny, czyli potwierdzający stan, który nastąpił z mocy samego prawa. W zaświadczeniu **wskazuje się**



© styleuneeed - Fotolia.com



on your wavelength

## Wyciszyć dźwięki uderzeniowe

Centrala firmy ADAC Monachium, Niemcy

Planowanie wybudowania dużej drukarni w centrali ADAC w Monachium wymagało uwzględnienia wysokich wymagań w zakresie ochrony przed hałasem i wibracjami. W znajdujących się powyżej i wokół biurach oraz pomieszczeniach konferencyjnych nie mógł zostać zakłócony komfort pracy. Dlatego podłoga, po której jeżdżą pojazdy specjalistyczne, została wyizolowana od drgań matami wibroizolacyjnymi Regupol®.

BSW Polska • tel: 660 506 696 • biuro@regupol.pl

www.bsw-wibroakustyka.pl



**obowiązek ponoszenia rocznych opłat przekształceniowych** oraz okres ponoszenia tych opłat. Opłatę trzeba będzie uiszczać na konto dotychczasowego właściciela gruntu, tj. Skarbu Państwa albo właściwego samorządu (gminy, powiatu, województwa), w wysokości odpowiadającej opłacie rocznej w tytule użytkowania wieczystego, jaka obowiązywałaby w dniu 1 stycznia 2017 r. Trzeba się jednak liczyć z możliwością podwyżki (nie częściej niż raz na trzy lata). Walooryzacja następować będzie z urzędu lub na wniosek osoby zobowiązanej do ponoszenia opłaty – w obydwu przypadkach zgodnie z zasadami określonymi w art. 5 ustawy o gospodarce nieruchomościami.

Za przekształcenie udziału w użytkowaniu wieczystym związanego z lokalem mieszkalnym, miejscem postojowym lub garażem trzeba będzie **płacić przez 20 lat**, a udziału związanego z odrębną własnością lokalu o innym przeznaczeniu niż mieszkalny (np. usługowego lub handlowego) – przez **33 lata**. MliB wyjaśnia, że takie rozwiązanie uwzględnia interesy zarówno nabywców współwłasności gruntu, jak i dotychczasowych jego właścicieli. Pierwsza grupa ma bowiem wystarczająco długi czas na „spłatę”, a Skarb Państwa czy samorząd będą miały zapewniony dochód na poziomie porównywalnym do dotychczasowej opłaty za przekształcenie prawa użytkowania wieczystego.

Współwłaściciel może zawioskować o jednorazowe uiszczenie wszystkich opłat rocznych – wówczas może liczyć na **bonifikatę**. Co ważne, wniosek o opłatę łączną można złożyć w każdym czasie, a więc nawet po kilku latach corocznego uiszczania rocznych opłat

przekształceniowych. W przypadku gruntu stanowiącego dotychczas własność Skarbu Państwa będzie to bonifikata w wysokości aż 50%, natomiast gdy chodzi o grunty należące do jednostki samorządu terytorialnego – udzielenie bonifikaty i jej wysokość będą uzależnione od podjęcia w tym zakresie uchwały przez właściwą radę lub sejmik.

Projektem ustawy objęte byłyby również udziały w użytkowaniu wieczystym przysługujące spółdzielniom mieszkaniowym. Tym samym dotychczasowi właściciele gruntu (Skarb Państwa lub gmina) mogą udzielić bonifikaty także i spółdzielniom. Projekt ustawy przewiduje, aby w takim przypadku osoby, którym przysługują spółdzielcze prawa do lokali mieszkalnych, korzystały z bonifikaty w formie ulgi w opłatach eksploatacyjnych. W uzasadnieniu do projektu ustawy Ministerstwo wyjaśnia, że wtedy *wysokość ulgi będzie odpowiadać wysokości bonifikaty od opłaty rocznej, udzielonej spółdzielni mieszkaniowej, proporcjonalnie do powierzchni lokali mieszkalnych*.

Niezmieniony zostanie zaś **termin uiszczania opłat rocznych – tak jak wcześniej do końca marca każdego roku**.

W projekcie ustawy racjonalnie zagwarantowano też dotychczasowym właścicielom gruntu (Skarbowi Państwa lub samorządom) prawo do pobierania opłat od każdorazowego współwłaściciela gruntu. Jeśli więc przed końcem 20- lub 33-letniego okresu wnoszenia opłat przekształceniowych właściciel sprzeda innemu podmiotowi lokal wraz z przysługującym mu udziałem we własności gruntu, ten nowy właściciel musi kontynuować uiszczanie opłat rocznych do końca danego okresu odpłatności. Na-

bywca lokalu będzie obowiązany do wnoszenia opłat, począwszy od dnia 1 stycznia roku następującego po roku, w którym nastąpiło nabycie.

Projekt ustawy nie lekceważy też sytuacji związanej z **nowymi inwestycjami mieszkaniowymi**. W tym zakresie zaproponowano szczególną regulację, tzw. opóźnione prawo do normatywnego przekształcenia. Powyższe rozwiązanie przewiduje, że w przypadku gdy po dniu wejścia w życie ustawy na gruncie oddanym w użytkowanie wieczyste na cele budownictwa mieszkaniowego (w praktyce najczęściej budownictwo deweloperskie) zostanie ustanowiona własność co najmniej jednego lokalu mieszkalnego, udziały w użytkowaniu wieczystym gruntu powstałe na skutek wyodrębnienia tego lokalu przekształcą się automatycznie w udziały we własności gruntu. Przekształcenie nastąpi z dniem wpisu odrębnej własności pierwszego lokalu do księgi wieczystej. Zasady ponoszenia rocznych opłat przekształceniowych będą wówczas analogiczne do wcześniej opisanych z oczywistym zastrzeżeniem, że początek okresu ponoszenia opłat liczyć należy od 1 stycznia roku następującego po roku, w którym dokonano wpisu w księdze wieczystej. W uzasadnieniu do projektu ustawy Ministerstwo proponuje, aby *przy sprzedaży kolejnych lokali obowiązek ponoszenia opłat przekształceniowych przenoszony był przez dewelopera lub spółdzielnię mieszkaniową na nabywcę lokalu, w wysokości proporcjonalnej do udziału we własności gruntu związanego z własnością tego lokalu*. Właściwy organ, po otrzymaniu odpisu umowy od dewelopera, wyda nabywcy lokalu zaświadczenie o wysokości rocznej opłaty przekształceniowej. ■

**Cokolwiek budujesz –  
my dajemy  
niezawodne rozwiązania.**



**Najlepsze produkty – właściwy wybór dla  
Twojej budowy.**

SCHOMBURG oferuje kompletne systemy i rozwiązania bazując na blisko 80-letnim doświadczeniu. Dla każdego zagadnienia zapewnią niezawodne rozwiązania w zakresie technologii betonu, hydroizolacji, napraw, renowacji, powierzchniowej ochrony i uszczelnień, wykonywania jastrychów oraz montażu okładzin ceramicznych lub z kamienia naturalnego. Dla każdego niezawodnego rozwiązania dostarczą najlepsze produkty.

**Niezawodne rozwiązanie.**

 **SCHOMBURG**

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

## Hałas z budowy

Odpowiada dr **Mariusz Filipek** – radca prawny z kancelarii Filipek & Kamiński

*Obok mojego domu są dwie budowy. Robotnicy włączają głośno muzykę, na tyle głośno, aby ją słyszeli zawsze i wszędzie, niezależnie od włączonych urządzeń i maszyn.*

*Inna muzyka z lewej, inna z prawej... Najpierw grzecznie prosiłam pracowników, potem interweniowałam u inwestorów/właścicieli – wydawało mi się, że skutecznie, gdyż obiecali zainterweniować.*

*Zadzwońłam do straży miejskiej zapytać się, co oni mogą – powiedzieli mi, że jeśli chodzi o radio, to mogą podjechać, ale jeśli chodzi o hałas z budowy, to nawet ta cisza nocna 6–22 nie jest chyba ciszą w rozumieniu robót budowlanych.*

Udzielając odpowiedzi na pytanie, należy rozważyć kilka aktów prawnych, tj. kodeksu cywilnego, prawa budowlanego oraz prawa ochrony środowiska. Trzeba bowiem pamiętać, że zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2017 r. poz. 519), dział V „Ochrona przed hałasem”, podstawą korzystania ze środowiska jest wykonywanie odpowiednich działań zmierzających do jego ochrony. Wydane na podstawie tej ustawy rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku określa parametry dopuszczalnego poziomu hałasu w zależności od rodzaju terenu, na którym się znajduje określona zabudowa. I tak **dopuszczalny poziom hałasu w terenie zabudowanym w porze dziennej wynosi 60 dB (od 6:00 do 22:00), a w porze nocnej – 50 dB.** Przekroczenie norm hałasu sankcjonowane jest nałożeniem kary. Istotnym też zagadnieniem – przy tym pytaniu – są czynności wynikające z przepisów Prawa budowlanego, albowiem ogólna zasada wynikająca z art. 28 ust. 1 ustawy z 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (t.j. Dz.U. z 2017 r. poz. 1332) stanowi, że roboty budowlane wymagają decyzji o pozwoleniu na budowę. Należy zatem mieć na uwadze to, że akt ten dotyczy całego zamierzenia budowlanego i określa szczególne warunki zabezpieczenia terenu budowy

i prowadzenia robót budowlanych. Niezależnie od powyższego ważny jest również art. 144 kodeksu cywilnego, zgodnie z którym **właściciel nieruchomości powinien przy wykonywaniu swego prawa powstrzymać się od działań, które zakłócałyby korzystanie z nieruchomości sąsiednich ponad przeciętną miarę,** wynikającą ze społeczno-gospodarczego przeznaczenia nieruchomości i stosunków miejscowych. Przy czym ocena przeciętnej miary w rozumieniu art. 144 k.c. powinna być dokonana na podstawie obiektywnych warunków, panujących w środowisku osób zamieszkujących na danym terenie, a nie na podstawie subiektywnych odczuć właścicieli poszczególnych nieruchomości; powinna uwzględniać przeznaczenie nieruchomości, które wynika z jej charakteru i sposobu korzystania z niej.

Podsumowując, należy stwierdzić, że prawo do ochrony lokalu to prawo nie tylko do ochrony przed ingerencją fizyczną, ale też prawo do ochrony przed ingerencją niematerialną w powierzchnię nietykalności mieszkania. Taka ingerencja niematerialna może zaś powodować wtargnięcie w sferę określonego stanu emocjonalnego i psychicznego, jaki daje człowiekowi poczucie bezpiecznego i niezakłóconego korzystania z miejsca, w którym koncentruje swoje sprawy życiowe i chroni swoją prywatność – w naszym przypadku będzie to nadmierny hałas. ■



# budizol

INNOWACYJNY ZINTEGROWANY SYSTEM **Energia<sup>3</sup>**

stropy  
stropy akumulacyjne  
ściany  
słupy  
dźwigary  
belki  
schody  
i inne

do obiektów  
mieszkalnych  
biurowych  
magazynowych  
handlowych



**Energia<sup>3</sup>**

Budizol Sp. z o.o. S.K.A.  
87-800 Włocławek  
ul. Komunalna 8  
tel. 54 230 38 00  
fax 54 230 38 01

Oddział w Warszawie  
Green House New Generation  
04-577 Warszawa, al. Niepodległości 124  
tel. 22 542 19 19  
sprzedaz@budizol.com.pl

Zakład Produkcyjny  
87-800 Włocławek  
ul. Toruńska 197

[www.budizol.com.pl](http://www.budizol.com.pl)

# Kalendarium

**18.08.2017**     **Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 17 sierpnia 2017 r. w sprawie gmin poszkodowanych w wyniku działania żywiołu w sierpniu 2017 r., w których stosuje się szczególne zasady odbudowy, remontów i rozbiórek obiektów budowlanych (Dz.U. z 2017 r. poz. 1547)**

weszło  
w życie

Rozporządzenie zawiera wykaz gmin poszkodowanych w wyniku działania silnych wiatrów, intensywnych opadów atmosferycznych lub wyładowań atmosferycznych, które miały miejsce w sierpniu 2017 r., w których mają zastosowanie przepisy ustawy z dnia 11 sierpnia 2001 r. o szczególnych zasadach odbudowy, remontów i rozbiórek obiektów budowlanych zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku działania żywiołu (t.j. Dz.U. z 2016 r. poz. 1067, z późn. zm.).

**21.08.2017**     **Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o dozorze technicznym (Dz.U. z 2017 r. poz. 1555)**

została  
ogłoszona

Nowelizacja ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (t.j. Dz.U. z 2017 r. poz. 1040) wynika z konieczności prawidłowej implementacji dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/126/WE z dnia 21 października 2009 r. w sprawie odzyskiwania oparów paliwa na etapie II podczas tankowania pojazdów silnikowych na stacjach paliw w związku z jej zmianą wprowadzoną dyrektywą Komisji 2014/99/UE z dnia 21 października 2014 r. W celu wdrożenia wymienionej dyrektywy nowe przepisy powierzają jednostkom dozoru technicznego czynności w zakresie kontroli stacji paliw w odniesieniu do wydajności instalacji do odzyskiwania oparów paliwa zgodnie z właściwymi normami europejskimi. W dotychczasowym stanie prawnym kontrolę takich urządzeń wykonywały osoby posiadające odpowiednie uprawnienia budowlane, w trybie art. 62 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane. Wprowadzone do ustawy regulacje szczegółowo określają zasady i formy wykonywania dozoru technicznego w odniesieniu do urządzeń do odzyskiwania par paliwa. Ustawa weszła w życie z dniem 21 września 2017 r.

**23.08.2017**     **Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz.U. z 2017 r. poz. 1566)**

została  
ogłoszona

Ustawa zastąpi obecnie obowiązującą ustawę z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (t.j. Dz.U. z 2017 r. poz. 1121). Jej uchwalenie wynika z konieczności dostosowania przepisów krajowych do regulacji unijnych, w tym tzw. Ramowej Dyrektywy Wodnej Unii Europejskiej, która przewiduje zlewniową politykę gospodarowania wodami oraz system usług wodnych. Jedną z kluczowych zmian zawartych w nowej ustawie jest zmiana systemu zarządzania zasobami wodnymi w Polsce. Zniesiono funkcje Prezesa Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej oraz dyrektorów regionalnych zarządów gospodarki wodnej. W ich miejsce powołano do życia jeden podmiot Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie (dalej: Wody Polskie) – państwową osobę prawną, który realizować będzie politykę zlewniową gospodarowania wodami na każdym poziomie zlewni, regionu wodnego oraz dorzecza. W skład tej instytucji wchodzić będą następujące jednostki organizacyjne: Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej z siedzibą w Warszawie, regionalne zarządy gospodarki wodnej z siedzibami w Białymstoku, Bydgoszczy, Gdańsku, Gliwicach, Krakowie, Lublinie, Poznaniu, Rzeszowie, Szczecinie, Warszawie i we Wrocławiu, zarządy zlewni oraz nadzory wodne. **Stworzono także nowy system finansowania gospodarki wodnej** oparty na opłatach generowanych w obszarze gospodarki wodnej, szczególnie opłatach w tytule usług wodnych. Usługi wodne to nowe pojęcie wprowadzone do ustawy. Zgodnie ze sformułowaną w akcie prawnym definicją polegają one na zapewnieniu gospodarstwu domowemu, podmiotom publicznym oraz podmiotom prowadzącym działalność gospodarczą możliwości korzystania z wód w zakresie wykraczającym poza zakres powszechnego korzystania z wód, zwykłego korzystania z wód oraz szczególnego korzystania z wód. Zawarty w ustawie katalog usług wodnych obejmuje m.in.: pobór wód podziemnych lub wód powierzchniowych, odbiór i oczyszczanie ścieków, wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi, obejmujące także wprowadzanie ścieków do urządzeń wodnych, odprowadzanie do wód lub do urządzeń wodnych wód opadowych lub roztopowych, ujętych w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacji deszczowej służące do odprowadzania opadów atmosferycznych albo w systemy kanalizacji zbiorczej w granicach administracyjnych miast, trwałe odwadnianie gruntów, obiektów lub wykopów budowlanych oraz zakładów górniczych, a także odprowadzanie do wód – wód pochodzących z odwodnienia gruntów w granicach administracyjnych miast. Za wykonywanie wszystkich czynności zaliczonych przez



ustawodawcę do usług wodnych pobierane będą opłaty. Ponadto opłaty za usługi wodne będą naliczane za zmniejszenie naturalnej retencji terenowej na skutek wykonywania na nieruchomości o powierzchni powyżej 3500 m<sup>2</sup> robót lub obiektów budowlanych trwale związanych z gruntem, mających wpływ na zmniejszenie tej retencji przez wyłączenie więcej niż 70% powierzchni nieruchomości z powierzchni biologicznie czynnej na obszarach nieujętych w systemy kanalizacji otwartej lub zamkniętej. Opłaty za usługi wodne w istocie zastąpią obowiązujące obecnie opłaty za korzystanie ze środowiska w zakresie gospodarki wodno-ściekowej. W świetle przyjętych przepisów Wody Polskie będą wykonywać prawa właścicielskie Skarbu Państwa w stosunku do śródlądowych wód płynących oraz wód podziemnych, oraz do gruntów pokrytych śródlądowymi wodami płynącymi. W stosunku do wód morza terytorialnego oraz morskich wód wewnętrznych prawa takie będzie wykonywał minister właściwy do spraw gospodarki morskiej, z kolei w stosunku do śródlądowych dróg wodnych o szczególnym znaczeniu transportowym będzie to minister właściwy do spraw żeglugi śródlądowej. Ustawa wprowadza pojęcie zgody wodnoprawnej obejmującej: wydanie pozwolenia wodnoprawnego, przyjęcie zgłoszenia wodnoprawnego, wydanie oceny wodnoprawnej, wydanie decyzji, o których mowa w art. 77 ust. 3 i 8 oraz w art. 176 ust. 4 ustawy (tj. decyzji zwalniającej od zakazów wynikających z ustawy). Przepisy ustawy szczegółowo regulują, jakie czynności wymagają określonego rodzaju zgody budowlanej oraz określają tryb jej wydania. Uprawnienia do wydawania zgód wodnoprawnych będą posiadały właściwe organy Wód Polskich. Nowością jest także ocena wodnoprawna, której uzyskanie będzie wymagane dla inwestycji lub działań mogących wpłynąć na możliwość osiągnięcia celów środowiskowych. Rodzaje takich inwestycji i działań ma określić w drodze rozporządzenia minister właściwy do spraw gospodarki wodnej. W zakresie regulacji dotyczących urządzeń melioracji wodnych zlikwidowano dotychczasowy podział na urządzenia melioracji wodnych podstawowych i urządzenia melioracji wodnych szczegółowych. Wykonywanie i utrzymywanie melioracji wodnych należeć będzie do właścicieli gruntów.

Do pozostałych istotnych zmian zawartych w nowej ustawie należy zaliczyć:

- wprowadzenie nowej regulacji prawnej w obszarze zarządzania ryzykiem powodziowym,
- nową regulację w zakresie systemu informacyjnego gospodarowania wodami,
- rozbudowanie oraz doprecyzowanie regulacji w zakresie wykonywania kontroli gospodarowania wodami.
- modyfikację zasad ustanawiania stref ochronnych ujęć wody.

Zasadnicza część ustawy wejdzie w życie z dniem 1 stycznia 2018 r. Pozostała część przepisów wejdzie w życie odpowiednio: z dniem 24 sierpnia 2017 r., z dniem 31 grudnia 2017 r., z dniem 1 stycznia 2019 r., z dniem 1 stycznia 2020 r., z dniem 1 stycznia 2021 r.

24.08.2017

**Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 20 lipca 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo zamówień publicznych (Dz.U. z 2017 r. poz. 1579)**

zostało  
ogłoszone

Obwieszczenie zawiera jednolity tekst ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. – Prawo zamówień publicznych.

25.08.2017

**Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2017 r. w sprawie gmin poszkodowanych w wyniku działania żywiołu w sierpniu 2017 r., w których stosuje się szczególne zasady odbudowy, remontów i rozbiórek obiektów budowlanych (Dz.U. z 2017 r. poz. 1583)**

weszło  
w życie

Rozporządzenie zawiera wykaz gmin poszkodowanych w wyniku działania silnych wiatrów, intensywnych opadów atmosferycznych lub wyładowań atmosferycznych, które miały miejsce w sierpniu 2017 r., w których mają zastosowanie przepisy ustawy z dnia 11 sierpnia 2001 r. o szczególnych zasadach odbudowy, remontów i rozbiórek obiektów budowlanych zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku działania żywiołu (t.j. Dz.U. z 2016 r. poz. 1067, z późn. zm.).

1.09.2017

**Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 25 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań ochrony przeciwpożarowej, jakie musi spełniać lokal, w którym są prowadzone oddziały przedszkolny lub oddziały przedszkolne zorganizowane w szkole podstawowej albo jest prowadzone przedszkole utworzone w wyniku przekształcenia oddziału przedszkolnego lub oddziałów przedszkolnych zorganizowanych w szkole podstawowej (Dz.U. z 2017 r. poz. 1642)**

weszło  
w życie

Rozporządzenie określa wymagania ochrony przeciwpożarowej, jakie musi spełniać lokal, w którym są prowadzone oddziały przedszkolny lub oddziały przedszkolne zorganizowane w szkole podstawowej albo jest prowadzone przedszkole utworzone w wyniku przekształcenia oddziału przedszkolnego lub oddziałów przedszkolnych

zorganizowanych w szkole podstawowej. Zastępuje ono dotychczas obowiązujące rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 31 grudnia 2014 r. w sprawie wymagań ochrony przeciwpożarowej, jakie musi spełniać lokal, w którym jest prowadzone przedszkole utworzone w wyniku przekształcenia oddziału przedszkolnego lub oddziałów przedszkolnych zorganizowanych w szkole podstawowej (Dz.U. z 2015 r. poz. 20). Nowe rozporządzenie zachowuje część rozwiązań w zakresie wymagań ochrony przeciwpożarowej, zawartych we wcześniejszym rozporządzeniu.

9.09.2017

### **Ustawa z dnia 22 czerwca 2017 r. o zmianie ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2017 r. poz. 1595)**

wesła  
w życie

Zmiany wprowadzone w ustawie z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (t.j. Dz.U. z 2014 r. poz. 1446, z późn. zm.) dotyczą zasadniczo dwóch obszarów: funkcjonowania organów ochrony zabytków oraz udzielenia tymczasowej ochrony zabytkom nieruchomym w toku postępowania o wpis do rejestru zabytków. Ustawa rozszerza kompetencje Generalnego Konserwatora Zabytków o koordynowanie i kontrolowanie działalności wojewódzkich konserwatorów zabytków. Wzmocniono także pozycję tego organu w procedurze powoływania i odwoływania wojewódzkiego konserwatora zabytków. **Nowe przepisy przewidują utworzenie w strukturach samorządu terytorialnego stanowiska gminnego (miejskiego) konserwatora zabytków, powiatowego konserwatora zabytków, powiatowo-gminnego konserwatora zabytków albo metropolitalnego konserwatora zabytków** w przypadku powierzenia przez wojewodę odpowiednim jednostkom samorządu terytorialnego, w drodze porozumienia, prowadzenia niektórych spraw z zakresu swojej właściwości, w tym wydawanie decyzji administracyjnych. Do ustawy dodano także przepisy przyznające ministrowi właściwemu do spraw kultury i ochrony dziedzictwa narodowego kompetencje do uchylecia lub zmiany z urzędu pozwolenia, o którym mowa w art. 36 ust. 1 ustawy (po zasięgnięciu opinii Głównej Komisji Konserwatorskiej), jeżeli realizacja działań określonych w tym pozwoleniu spowodowałaby: uszczerbek dla wartości zabytku lub uszkodzenie, lub zniszczenie zabytku, lub niewłaściwe korzystanie z zabytku. Istotną regulacją jest wprowadzenie, obowiązującego od dnia wszczęcia postępowania w sprawie wpisu zabytku do rejestru do dnia, w którym decyzja w tej sprawie stanie się ostateczna, zakazu wykonywania prac konserwatorskich, restauratorskich, robót budowlanych i podejmowania innych działań, które mogłyby prowadzić do naruszenia substancji lub zmiany wyglądu zabytku. Zakaz ten dotyczy także robót budowlanych objętych pozwoleniem na budowę albo zgłoszeniem, a także działań określonych w innej decyzji pozwalającej na ich prowadzenie. Analogiczne rozwiązanie zastosowano w przypadku postępowania w sprawie wpisu zabytku na Listę Skarbów Dziedzictwa. W myśl nowych przepisów informację o wszczęciu postępowania w sprawie wpisania zabytku nieruchomego do rejestru oraz o ostatecznym zakończeniu tego postępowania wojewódzki konserwator zabytków będzie musiał przekazać niezwłocznie właściwemu staroście. Informację o wszczęciu postępowania w sprawie wpisania zabytku nieruchomego do rejestru do czasu ostatecznego zakończenia tego postępowania będzie się podawać do publicznej wiadomości na stronie podmiotowej Biuletynu Informacji Publicznej starostwa powiatowego, na którego obszarze znajduje się zabytek, a ponadto w siedzibie właściwego wojewódzkiego konserwatora zabytków lub w sposób zwyczajowo przyjęty w miejscowości, w której znajduje się zabytek. Kolejną zmianą jest wprowadzenie do nowelizowanej ustawy nowego rozdziału dotyczącego administracyjnych kar pieniężnych, które mają być nakładane za naruszenia przepisów ustawy. Przedmiotowa ustawa dokonuje także zmiany m.in. w ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (t.j. Dz.U. z 2016 r. poz. 2134, z późn. zm.) polegającej na rozstrzygnięciu, że usunięcie drzewa lub krzewu z terenu nieruchomości lub jej części wpisanej do rejestru zabytków może nastąpić po uzyskaniu pozwolenia wojewódzkiego konserwatora zabytków wydanego na podstawie art. 36 ust. 1 pkt 11 ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami. Przepis ten **eliminuje istniejącą w dotychczasowym stanie prawnym konieczność wydawania podwójnych pozwoleń przez wojewódzkiego konserwatora zabytków na usunięcie drzewa lub krzewu z terenu nieruchomości wpisanej do rejestru zabytków**, tj. na podstawie ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami oraz ustawy o ochronie przyrody.

11.09.2017

### **Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. o Krajowym Zasobie Nieruchomości (Dz.U. z 2017 r. poz. 1529)**

wesła  
w życie

Ustawa stanowi realizację rządowego programu Mieszkanie Plus w ramach Narodowego Programu Mieszkaniowego i ma na celu wykorzystanie nieruchomości stanowiących własność Skarbu Państwa pod budownictwo mieszkaniowe z mieszkaniami przeznaczonymi na wynajem z opcją (stopniowe dochodzenie do własności) i wynajem bez opcji, z czynszem normowanym. Służyć ma temu utworzenie Krajowego Zasobu Nieruchomości (KZN) – państwowej osoby prawnej. Zadaniem tej instytucji będzie gromadzenie nieruchomości, które mogą być wykorzystane pod budownictwo mieszkaniowe i gospodarowanie nimi w taki sposób, aby zwiększyć podaż nieruchomości pod budownictwo mieszkaniowe. Do zasobu KZN mają być włączane nieruchomości stanowiące własność

Skarbu Państwa albo pozostające w użytkowaniu wieczystym Skarbu Państwa, którymi obecnie gospodarują w imieniu Skarbu Państwa starostowie lub prezydenci miast na prawach powiatu, Agencja Nieruchomości Rolnych, Agencja Mienia Wojskowego, Lasy Państwowe. W związku z tym na mocy ustawy właściwe organy zostały zobowiązane do sporządzenia wykazów nieruchomości Skarbu Państwa, którymi gospodarują, i na ich podstawie KZN, uwzględniając kryteria określone w przepisach, zadecyduje, czy nieruchomości te mogą być włączone do zasobu. Wykazy takie mają być sporządzane corocznie. KZN będzie mógł także kupować lub otrzymywać nieruchomości pod zabudowę mieszkaniową od jednostek samorządu terytorialnego, Polskich Kolei Państwowych czy Poczty Polskiej. Do obowiązków KZN należeć będzie podejmowanie działań w celu realizacji na nieruchomościach inwestycji mieszkaniowych, w szczególności w swoich kompetencjach podmiot ten będzie posiadał możliwość przygotowania nieruchomości do zabudowy przez podział nieruchomości lub scalenia, a także realizację uzbrojenia technicznego terenu. Nieruchomości wchodzące w skład KZN mogą być przedmiotem: umowy o oddaniu w użytkowanie wieczyste, sprzedaży (za zgodą ministra właściwego do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa), nieodpłatnego przekazania jednostce samorządu terytorialnego lub wniesienia jako aport do spółki celowej z udziałem takiej jednostki, jak również zamiany nieruchomości także na nieruchomość budynkową lub lokalową oraz zamiany nieruchomości w miejsce odszkodowania przysługującego od Skarbu Państwa w przypadkach określonych w ustawie (np. wywłaszczenie). Zawarcie umowy o oddaniu w użytkowanie wieczyste oraz sprzedaż nieruchomości nastąpi w drodze otwartego przetargu. Ustawa szczegółowo określa warunki jego przeprowadzenia. Podmiot, który nabędzie w ten sposób nieruchomość, zdefiniowany w ustawie jako **operator mieszkaniowy**, zobowiązany będzie do zrealizowania inwestycji mieszkaniowej, uwzględniając ściśle określone w przepisach kryteria. Dotyczą one przeznaczenia powierzchni użytkowej: lokali mieszkalnych (nie mniej niż 80% wszystkich lokali), lokali mieszkalnych o czynszu normowanym (nie mniej niż 70% powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych) oraz kondygnacji nadziemnych budynku niewyodrębnionych na lokale (nie więcej niż 20%). Będzie on musiał spełnić także wiele innych wymogów związanych z wynajmem mieszkań, takich jak: zawarcie umowy przedwstępnej z najemcą (dotyczy najmu z opcją), stosowanie kryteriów pierwszeństwa zawarcia umowy najmu (gdy liczba potencjalnych najemców będzie wyższa niż liczba dostępnych mieszkań), stosowanie czynszu normowanego. Ustawa dokładnie opisuje kwestie najmu w mieszkaniach realizowanych przez operatora mieszkaniowego. Nadzorowanie najmu ma być jednym z obowiązków KZN. Będzie on miał także możliwość ogłoszenia przetargu na zawarcie umowy o oddanie w użytkowanie wieczyste nieruchomości gruntowej albo na sprzedaż nieruchomości gruntowej, wchodzącej w skład zasobu, której powierzchnia nie przekracza 1500 m<sup>2</sup> i jest przeznaczona pod zabudowę jednorodziną.

W związku nowymi regulacjami zawartymi w przedmiotowej ustawie wprowadzono wiele zmian w innych ustawach. Do ważnych zmian należą te w **ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane** (t.j. Dz.U. z 2017 r. poz. 1332). Dotyczą one obowiązku sprawdzenia przez organ wydający decyzję o pozwoleniu na budowę lub odrębną decyzję o zatwierdzeniu projektu budowlanego warunków dotyczących przeznaczenia powierzchni użytkowej na mieszkania na wynajem, w przypadku inwestycji na nieruchomości wchodzącej w skład KZN oddanej w użytkowanie wieczyste lub sprzedanej w trybie określonym w tej ustawie (organem tym ma być Wojewoda). Prezes KZN będzie stroną w postępowaniu w sprawie pozwolenia na użytkowanie tego rodzaju inwestycji. Ponadto wprowadzono zakaz zmiany sposobu użytkowania domu jednorodzinnego lub jego części wybudowanego na nieruchomości pochodzącej z zasobu KZN (oddanej w użytkowanie wieczyste lub sprzedanej). Dodatkowo zmodyfikowano przepis art. 29 ust. 2 pkt 1aa ustawy określający roboty budowlane niewymagające pozwolenia na budowę.

Istotne zmiany dotyczą także **ustawy z dnia 21 czerwca 2001 r. o ochronie praw lokatorów, mieszkaniowym zasobie gminy i o zmianie Kodeksu cywilnego** (t.j. Dz.U. z 2016 r. poz. 1610, z późn. zm.), do której dodano przepisy o nowej formie najmu lokalu, tj. najmie instytucjonalnym. Umową najmu instytucjonalnego lokalu określono umowę najmu lokalu mieszkalnego zawieraną przez osobę fizyczną, osobę prawną lub jednostkę organizacyjną niebędącą osobą prawną, prowadzącą działalność gospodarczą w zakresie wynajmowania lokali. Jednocześnie ograniczony został zakres najmu okazjonalnego, ponieważ umowę takiego najmu będą mogły zawierać tylko podmioty nieprowadzące działalności gospodarczej w zakresie wynajmowania lokali.

# Praktyka wykonywania szczelnych budowli podziemnych – cz. I

mgr inż. Arkadiusz Maciejewski

Nie wolno oszczędzać na materiałach uszczelniających podziemne konstrukcje, gdyż usuwanie usterek jest żmudne i bardzo kosztowne.

**R**ealizacja podziemnych części budynków (np. garaży, magazynów) lub budowli (np. pasaży handlowych pod placami miejskimi, podziemnych zbiorników wody przeciwpożarowej, tuneli komunikacyjnych pod szlakami kolejowymi) jest oparta na technologii betonu wodoszczelnego (TBW) lub ostatnio nazywaną technologią izolacji bezpowłokowych (TIB). Technologia ta przy dokładnym zgodnym z zasadami wiedzy wykonawstwie oraz odbiorze opartym na totalnym zarządzaniu jakością TQM (Total Quality Management) daje bardzo dobre wyniki, wymaga jednak od wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego skrupulatności i przestrzegania zasad etyki zawodowej.

## Receptura betonu

Receptura betonu jest podstawowym dokumentem, zgodnie z którym zostanie przygotowywana mieszanka betonowa w profesjonalnej wytwórni betonów i dostarczana na plac budowy betonozami wg określonego harmonogramu. Aby beton spełniał swoją funkcję, powinien być wykonany wg następującej receptury:

- mieszanka betonowa klasy C30/37 o minimalnej wodoszczelności W 8,

- maksymalnie szczelny stos usypowy kruszywa,
- minimalna zawartość powietrza w betonie 2,0% (nie mogą powstać pory na powierzchni betonowego elementu),
- ilość cementu nie powinna być niższa niż 300 kg/m<sup>3</sup>,
- cement o niskim cieple hydratacji, jak hutniczy CEM III 32,5 lub podobny,
- wskaźnik wodno-cementowy w/c < = 0,50,
- klasa konsystencji betonu S3, stózek opadu 100–150 mm,
- domieszka do betonu wg optymalnie dobranego superplastyfikatora (ma być uplastyczniająca, uszczelniająca lub mrozoodporna),
- ewentualny dodatek w postaci popiołu lotnego celem doszczelnienia betonu,
- maksymalna średnica ziaren kruszywa d = 16 mm, jednak w dolnych partiach ścian o h = 0,50 m należy zmniejszyć tę średnicę do 8 mm.

Receptura musi być dostosowana do okresu letniego lub zimowego, niedopuszczalna jest jedna receptura na cały rok. Producent mieszanki betonowej ma obowiązek sprawdzenia receptury i stwierdzenia, czy dojrza-

ły beton wykonany na jej podstawie spełnia wszystkie wymagania.

## Wykonywanie płyty fundamentowej

Podłoże gruntowe musi być w stanie naturalnym, nie może być rozluźnione i naruszone. Podczas robót ziemnych warunek ten nie jest spełniony. Aby usunąć skutki wykopów, powierzchnię podłoża należy dogłębić, używając wibracyjnej zagęszczarki płytowej. Tak przygotowane podłoże gruntowe powinno być sprawdzone przez geologa pod względem zgodności z założeniami projektowymi. Rzędne podłoża powinny być w granicach od +0,02 do -0,10 m w stosunku do projektowanego poziomu posadowienia obiektu.

Na właściwie przygotowanym i odebranym podłożu gruntowym należy wykonać warstwę wyrównawczą z betonu C12/15 o grubości 0,10 m (minimalna grubość 0,05 m).

Na warstwie wyrównawczej ułożyć element poślizgowy z dwóch folii PE o minimalnej grubości 0,2 mm. Zakłady poszczególnych arkuszy folii nie mogą być mniejsze niż 0,20 m. Warstwę poślizgową można również ułożyć na podłożu gruntowym, nie zajdzie wówczas obawa, że będzie ona

niszczona w czasie zbrojenia płyty fundamentowej.

Szalunki otaczające sekcję betonowania płyty nie mogą się odkształcać, wyrzyszczać lub zmieniać swego położenia, powinny być zabezpieczone powłoką antyadhezyjną.

Minimalna grubość płyty fundamentowej (ze względu na zapewnienie szczelności) nie może być mniejsza niż 300 mm.

W zagłębieniach płyty (pod stopami słupów lub szybów windowych) należy ułożyć na skośnych ściankach tych zagłębień płyty z wełny mineralnej o grubości 50 mm (rys. 1).

Bardzo ważną czynnością jest poprawne zbrojenie konstrukcyjne płyty fundamentowej z zachowaniem koniecznego otulenia betonem wszystkich prętów.

Jeśli zaprojektowano odwodnienie powierzchni płyty przy użyciu korytek odwadniających, bardzo korzystnym zabiegiem jest zamontowanie tych korytek w zbrojeniu płyty przed jej betonowaniem. Oczywiście muszą to wykonywać wyspecjalizowani pracownicy, gdyż czynność ta wiąże się ze spawaniem, poziomowaniem i usztywnieniem korytek w linii prostej, tak aby nie zostały zdeformowane podczas układania betonu.

Wzdłuż krawędzi płyty, w miejscach późniejszego ustawienia zewnętrznych ścian żelbetowych, należy wykonać odsadzkę o wysokości od 50 do 70 mm w zależności od rodzaju blachy uszczelniającej styk płyty fundamentowej ze ścianą (rys. 2 i 3).

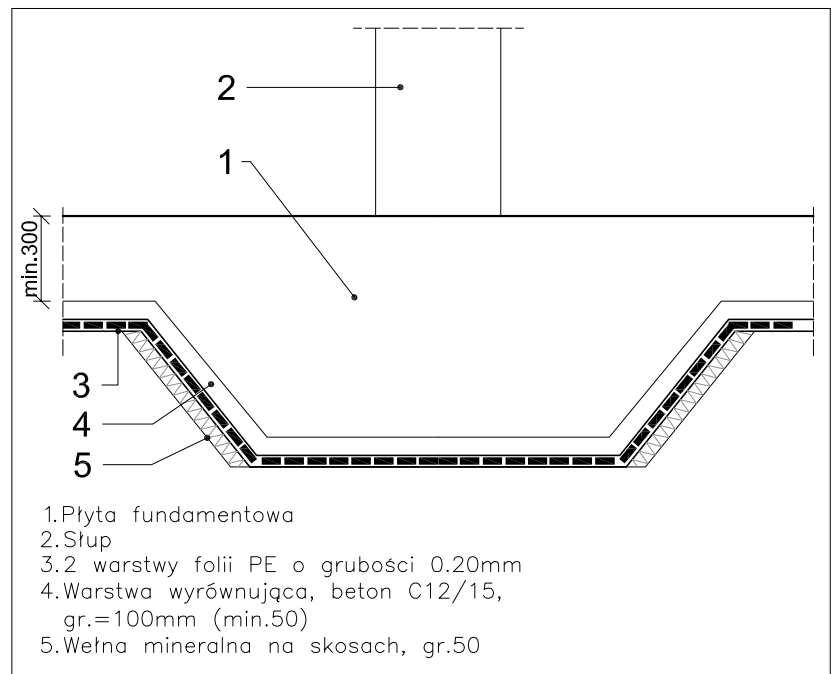
W osi odsadzki należy zamocować taśmy z blachy ocynkowanej o przekroju 200 x 1,0 mm; zakłady odcinków blach na długości powinny wynosić 500 mm z ich przesunięciem o 50 mm. Zapewni to właściwą szczelność styku bez konieczności stosowania drogich specjalnie powlekanych blach

z importu, jak Pentaflex o przekroju 160 x 0,6 mm. Ze względu na małą grubość blachy te są bardzo wiotkie i trudno ustawić je w prostej linii w osi ściany. Uszczelnienie przerwy roboczej przy użyciu blachy daje całkowitą pewność, pod warunkiem że pół szerokości blachy zostanie wto-

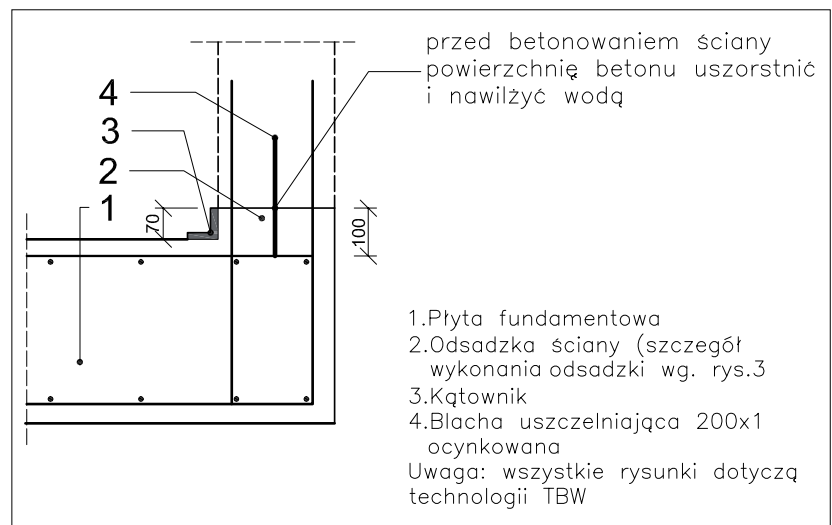
pione w beton płyty, a pół w beton ściany zewnętrznej.

Oprócz konstrukcyjnego zbrojenia należy dać w narożach dodatkowe pręty ukośne w każdej sekcji betonowanej płyty.

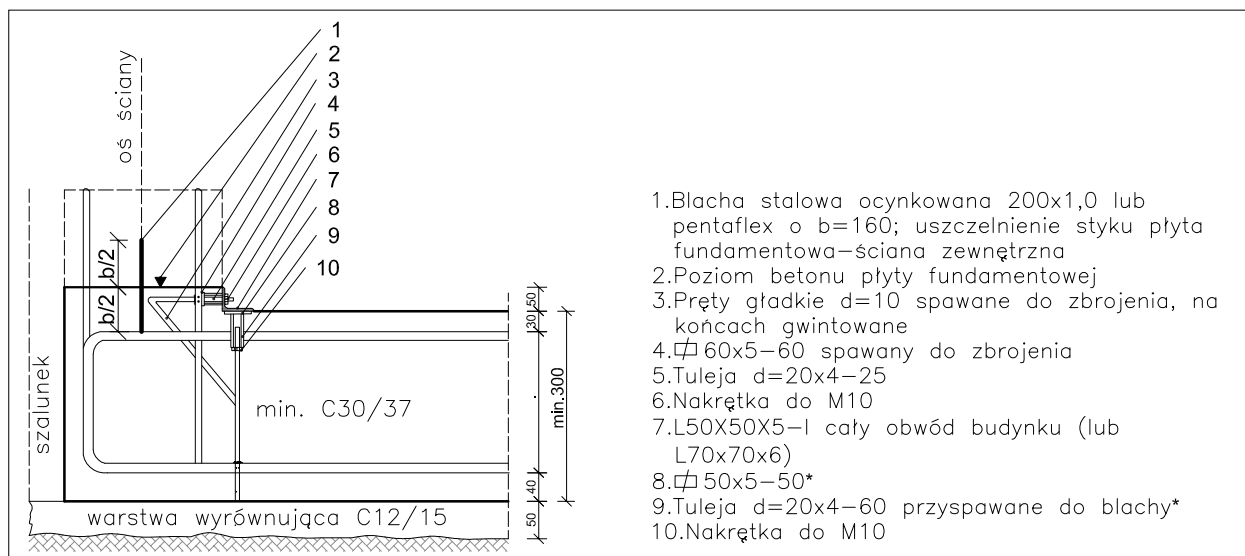
Całą płytę fundamentową należy podzielić na sekcje przeznaczone do



Rys. 1 | Przeglębienia pod słupy



Rys. 2 | Uszczelnienie przerwy roboczej: płyta fundamentowa – ściana zewnętrzna



Rys. 3 | Szczegół wykonania odsadzki h = 50 mm lub 70 mm na zewnętrznych ścianach żelbetowych; mocowanie kątownika co ok. 4,0 m

ciągłego betonowania; sekcje mogą być rozdzielone dylatacjami lub przerwami roboczymi przy zachowaniu ciągłości zbrojenia. Objętość betonowanej sekcji nie powinna przekraczać 1000 m<sup>3</sup> bez szczegółowo zaplanowanej technologii robót.

Betonowanie w średnich temperaturach dobowych poniżej + 5°C oraz powyżej + 30°C jest niedozwolone bez zastosowania specjalnych zabezpieczeń. Po odbiorze zbrojenia, wszelkich uszczelnień i przejść instalacyjnych można rozpocząć betonowanie danej sekcji po wyrażeniu zgody przez inspektora nadzoru budowlanego.

Do grubości 0,40 m płytę betonuje się jedną warstwą; przy grubościach większych należy betonować ją warstwami o grubościach od 0,25 do 0,40 m, a więc płytę o grubości 0,50-0,80 m betonuje się dwoma warstwami, o grubości 0,90-1,10 m trzema warstwami itd.

Betonowanie wykonujemy wzdłuż krótszego boku sekcji płyty i zawsze zaczynamy z jednej jej strony, a to znaczy, że odbywa się ono tylko w jednym kierunku (konieczność nawrotów pompy). Taki sposób betonowania pozwala na

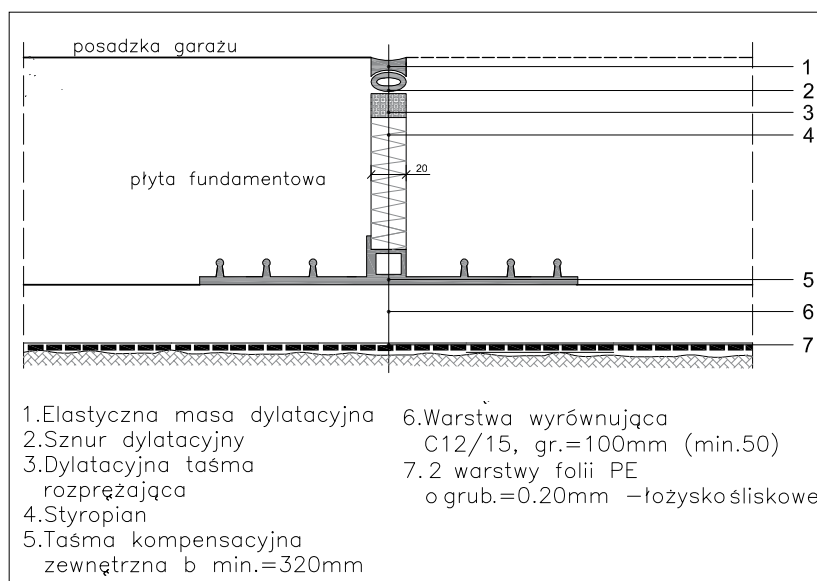
zachowanie zasady układania betonu „świeży na świeży” i poprawnego powiązania poszczególnych jego warstw.

### Uszczelnienie dylatacji w płycie fundamentowej

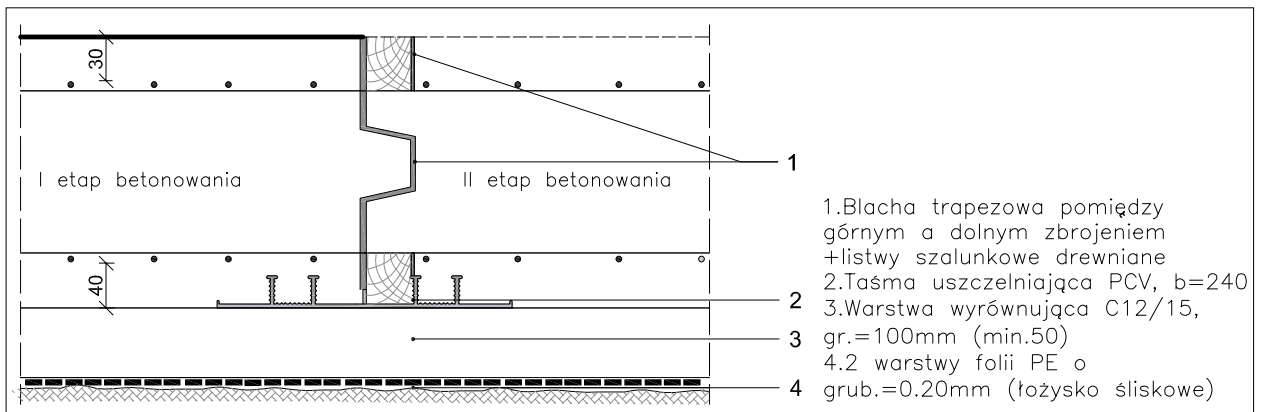
Uszczelnianie dylatacji w płycie fundamentowej zostanie wykonane przy użyciu zewnętrznej taśmy PVC „waterstop”.

Powyżej taśmy należy ułożyć styropian w szczelinie dylatacyjnej o rozwarości 20 mm.

Górną część szczeliny po zukosowaniu krawędzi (celem ich wyrównania i przeciwdziałania strzępieniu) oraz usunięciu części styropianu należy zabezpieczyć taśmą rozprężną, sznurkiem dylatacyjnym, a wreszcie krawędzie szczeliny zagruntować i wypełnić



Rys. 4 | Uszczelnienie dylatacji konstrukcyjnej w płycie



Rys. 5 | Uszczelnienie dylatacji skurczowej lub przerwy roboczej w płycie fundamentowej

elastyczną masą dylatacyjną. Resztki styropianu ze ścianek szczeliny należy usunąć przy użyciu szlifierki, aby górne zabezpieczenie szczeliny miało dobre warunki przyczepności do ścianek czystego betonu (rys. 4).

### Uszczelnianie przerwy roboczej (ciągłość zbrojenia)

Uszczelnianie to należy wykonać przy użyciu taśmy zewnętrznej PVC „water-stop” bez kompensacji; taśma z żebrami o szerokości minimum 240 mm. Jako szalunek przerwy roboczej zastosować blachę trapezową, np. T55 o grubości 1,0 mm, która dzięki swemu kształtowi daje dodatkowe uszczelnienie przerwy roboczej. Blachę dać w środkowej części płyty, natomiast nad prętami i pod prętami zbrojenia ułożyć drewniane listwy szalunkowe, jak pokazuje to rys. 5. Elementy szalunkowe należy dobrze zamocować, aby nie zostały w czasie betonowania zdeformowane.

### Układanie betonu w płycie fundamentowej

Podczas układania beton musi być zagęszczany przy użyciu wibratorów buławowych. Każda pompa podająca beton powinna być obsługiwana przez dwa wibratory. W rezerwie musi być przynajmniej jeden sprawny wibra-

tor oraz pracownik zdolny w każdym momencie do zastępstwa obsługi wibratora. Beton ma być urabialny, tzn. posiadać klasę konsystencji S3 o opadzie stożka 100–150 mm. Szczególnie starannie należy zagęścić beton przy narożach, krawędziach, uszczelnieniach dylatacji i przerw roboczych, przegłębieniach i przerwach roboczych, instalacjach i innych nietypowych miejscach. Pracownicy, obsługujący wibratory, powinni mieć opanowaną technikę zagęszczania betonu: wibrator należy zagłębiać pod jego ciężarem, kilka razy bardzo wolno podnosić do góry i ostatecznie powoli wyjąć z betonu, tak żeby nie pozostawić śladu po wibratorze. Przy usuwaniu wibratora z betonu nie powinny się ukazywać pęcherze powietrza, a powierzchnia betonu powinna być jednolita i lśniąca. Warstwa dolna betonu w czasie układania warstwy górnej musi być wibrowalna. Przy zagęszczaniu warstwy górnej wibrator ma penetrować warstwę dolną na ok. 150 mm w celu dokładnego powiązania obu tych warstw. Niedopuszczalne jest układanie betonu na „sztywną” warstwę dolną, gdyż beton płyty będzie miał strukturę warstwową.

Gdy powierzchnia betonu zacznie tracić połyskliwą barwę (przestanie się pocić), pożądane jest wykonanie re-wibracji betonu przy użyciu płytowej

zagęszczarki, co powoduje usunięcie ewentualnie zgromadzonej wody pod prętami zbrojenia, usunięcie resztek powietrza, zwiększenie szczelności betonu oraz likwidację rys plastycznego skurczu czy plastycznego osiadania, które mogą się pojawić; można usunąć je również bardzo łatwo ręcznie za pomocą pacy. Niedopuszczalne jest pozostawienie tych rys, gdyż mogą być groźne dla dojrzałego betonu.

Wykończenie powierzchni płyty fundamentowej powinno się odbywać po zakończeniu zagęszczania betonu i osiągnięciu stopnia jego wiązania, pozwalającego na pracę maszyny zacierającej. W czasie tej czynności warto równomiernie rozsypywać środek utwardzający powierzchnię betonu. Dzięki temu można uzyskać powierzchnię płyty fundamentowej estetycznie, tanio i trwale wykończoną. Do wykonania przedstawionych czynności powinna być zatrudniona profesjonalna firma, dysponująca niezbędnym sprzętem. Prawidłowo wykończona powierzchnia płyty fundamentowej powinna być w sposób trwały zabezpieczona przed niszczeniem w czasie przyszłych robót.

### Pielęgnacja betonu

- Należy założyć klasę pielęgnacji betonu na poziomie klasy trzeciej, co

znaczy, że przerywamy pielęgnację, gdy beton osiągnie wytrzymałość równą 50% wytrzymałości charakterystycznej, założonej w projekcie. Czas trwania pielęgnacji zależy od pory roku i warunków atmosferycznych, jest jednak nie krótszy niż 4-5 dni.

■ Pielęgnacja betonu płyty fundamentowej powinna się rozpocząć jak najwcześniej, gdy zniknie pocenie się jego powierzchni, która zaczyna matowieć, traci zebraną na niej wodę i jest na tyle sztywna, że umożliwi chodzenie ludzi. Rozpoczęcie wczesnej pielęgnacji jest niezwykle ważne, gdyż zdecydowanie zmniejsza skurcz betonu, znacznie zwiększa wytrzymałość betonu i zmniejsza prawdopodobieństwo ukazania się rys długoterminowego skurczu. Celem pielęgnacji jest niedopuszczenie

do wyparowania wody z betonu oraz utrzymanie właściwej jego temperatury; ważne jest również, aby temperatury wnętrza betonu i jego powierzchni nie różniły się więcej niż ok. 10°C.

- W okresie letnim najprostsza pielęgnacja powinna polegać na obfitym polaniu betonu wodą i przykryciu go folią lub geowłókniną, wówczas polewanie uzupełniające możemy wykonywać ok. trzech razy na dobę. Słupy trzeba jak najdłużej przetrzymać w szalunkach, a po ich usunięciu natychmiast owinąć je folią. Temperatura mieszanki betonowej nie powinna przekraczać +30°C.
- W okresie zimowym pielęgnacja ma na celu przede wszystkim niedopuszczenie do spadku temperatury betonu poniżej +5°C i zamarznięcia w nim wody. Można to osiągnąć

dzięki dostarczaniu na budowę betonu o temperaturze ok. +10°C oraz stosowaniu następującej pielęgnacji:

- Elektronagrzewu konstrukcji w masie wykonywanego wg odrębnej instrukcji; przy tej pielęgnacji konieczne jest również przykrywanie elementów żelbetowych foliami czy plandekami. Elektronagrzew możemy stosować do -15°C; poniżej tej temperatury niedopuszczalne jest wykonywanie konstrukcji żelbetowych.
- Zabezpieczanie betonu płytami wełny mineralnej lub styropianu i nakrywanie ich grubymi foliami lub plandekami. Intensywność pielęgnacji zależy oczywiście od warunków atmosferycznych, lecz każdy jej rodzaj musi być skuteczny (beton nie może stracić swych założonych własności). ■

REKLAMA

## TEKLA STRUCTURES



Wszechstronne narzędzie BIM dla wymagających projektantów. Zwiększ efektywność modelowania 3D, generowania dokumentacji technicznej, produkcji i montażu konstrukcji.

Zainstaluj bezpłatną wersję edukacyjną:  
[CAMPUS.TEKLA.COM](http://CAMPUS.TEKLA.COM)



# Aktualna klasyfikacja gruntów

dr hab. inż. **Maria Jolanta Sulewska**

Politechnika Białostocka

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Nowa klasyfikacja gruntów jest ciągle na etapie wdrażania.

**N**owa klasyfikacja gruntów wg wymienionych niżej norm obowiązuje w Polsce od 2006 r.

- PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczenie i opis, wraz z kolejnymi wprowadzonymi poprawkami: PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1:2012 i PN-EN ISO 14688-1/A1:2014-02 (w języku angielskim) [6];
- PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania (zawiera nieaktualny załącznik krajowy), wraz z poprawkami: PN-EN ISO 14688-2/Ap1:2010 (nieaktualna), PN-EN ISO 14688-2/Ap2:2012 (zawiera aktualny Załącznik krajowy) oraz PN-EN ISO 14688-2/A1:2014-02 (w języku angielskim) [7].

**Nowa klasyfikacja gruntów jest związana z Eurokodem 7 [9] i [10]. Eurokod 7 został wprowadzony jako geotechniczna norma obowiązująca w Polsce rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r. Nr 81, poz. 463) [8].**

Podstawą poprzedniej klasyfikacji gruntów były następujące normy:

- PN-B-02480:1986 [11],
- PN-B-04481:1988 [12],
- PN-B-02481:1998 [13].

Analizy krytyczne oraz porównania klasyfikacji zawarto w artykułach [1], [2], [3], [4], [5].

## Różnice w nowej i starej klasyfikacji gruntów

Można wymienić następujące podstawowe różnice między procedurami postępowania według obu systemów norm w celu klasyfikacji gruntów:

- W nowych klasyfikacji i opisach gruntów wg [6] stosuje się inne badania makroskopowe niż wg PN-B-04481:1988.
- Wprowadzono nowe oznaczenia frakcji, które nazwano gruntami podstawowymi, oraz wprowadzono nowy system konstruowania nazw gruntów.

- Wprowadzono nowe granice frakcji: 630; 200; 63; 20; 6,3; 2; 0,63; 0,2; 0,063; 0,02; 0,0063; 0,002 mm,
- Wprowadzono nowy trójkąt ISO dla wszystkich grup gruntów (bardzo gruboziarnistych, gruboziarnistych i drobnoziarnistych).
- Wprowadzono podział na grunty: nieplastyczne (bardzo gruboziarniste i gruboziarniste) i plastyczne (drobnoziarniste, spoiste).
- Rozszerzono charakterystykę gruntów o opisy: frakcji drugorzędnych,

**Tab. 1** | Zakresy średnic frakcji według nowej i starej normy

		NORMA PN EN ISO 14688		NORMA PN-B-024 80:1986		
BARDZO GRUBOZIARNISTE/ VERY COARSE- GRAINED	630 mm	LBo	LARGE BOULDERS DUŻE GLAZY	f <sub>k</sub>	KAMIEŃ/ STONES	
	200 mm	Bo	BOULDERS GLAZY			
	63 mm	Co	COBBLES KAMIEŃ			
GRUBOZIARNISTE/ COARSE-GRAINED	20 mm	Gr	CGr	f <sub>z</sub>	ZIARNA/ GRAINS	
	6,3 mm	GRAVEL ZWIW	MGr			FRAKCJA KAMIENISTA/ COBBLE FRACTION
	2,0 mm		FGGr			
	0,63 mm		Sa	CSa		
	0,2 mm	SAND PIASEK	MSa	FRAKCJA PIASKOWA/ SAND FRACTION		
	0,063 mm		FSa			
DROBNOZIARNISTE/ FINE-GRAINED	0,02 mm	Si	CSi	f <sub>p</sub>	CZĄSTKI/ PARTICLES	
	0,0063 mm	SILT PYŁ	MSi			
	0,002 mm		FSi	FSi		FRAKCJA PIŁOWA/ SILT FRACTION
		Cl	IL	f <sub>i</sub>		

**Tab. 2** | Grupy gruntów ze względu na uziarnienie według starej i nowej klasyfikacji

PN-B-02480:1986	PN-EN ISO 14688-2:Ap2:2012
Kamieniste: $d_{50} > 40$ mm: K	Bardzo gruboziarniste: większość ziaren $d > 63$ mm: LBo, Bo, Co
Gruboziarniste: $d_{50} < 40$ mm oraz $d_{90} > 2$ mm: Ż, Żg, Po, Pog	Gruboziarniste: większość ziaren $d = 2-63$ mm: Gr
Drobnoziarniste niespoiste: $d_{90} \leq 2$ mm: Pr, Ps, Pd, Pπ	Gruboziarniste: większość ziaren $d = 0,063-2$ mm: Sa
Drobnoziarniste spoiste: $d_{90} \leq 2$ mm: Pg, Pp, Π, Gp, G, Gπ, GpZ, Gz, GπZ, Ip, I, Iπ	Drobnoziarniste: $d = 0,002-0,063$ mm: Si $d \leq 0,002$ mm: Ci

wymiaru ziaren, kształtu ziaren, struktury, barwy, gęstości, domieszek oraz genezy gruntu.

### Aktualny załącznik krajowy

W 2012 r. wycofano w całości pierwszy załącznik krajowy (zamieszczony w PN-EN ISO 14688-2:2006) (wycofano „nowy polski” trójkąt, polskie nazwy gruntów) i wprowadzono drugi, obecnie obowiązujący załącznik krajowy, zamieszczony w PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012.

W nowym załączniku krajowym uzupełniono zasady klasyfikowania gruntów w sposób następujący:

- Zamieszczono przykładowe formularze do opisu analizy makroskopowej gruntów gruboziarnistych i bardzo gruboziarnistych oraz gruntów drobnoziarnistych i organicznych.
- Zamieszczono zasady makroskopowej oceny wilgotności gruntów.
- Podano zasady tworzenia polskich nazw gruntów (na podstawie ciągu

symboli literowych, oznaczających zawartości poszczególnych frakcji w gruncie).

- Podano wybrane symbole genezy gruntów.
- Pokazano przykład klasyfikacji gruntów na podstawie uziarnienia (trójkąt ISO z nomogramem).
- Wprowadzono wykres plastyczności według Casagrande’a.
- Zmieniono terminologię dotyczącą charakterystyk uziarnienia.
- Zweryfikowano określenia konsystencji gruntów.
- Uporządkowano tabele dotyczące zasad klasyfikowania gruntów.

### Zasady nowej klasyfikacji gruntów

Rodzaj gruntu można określić na podstawie:

- badań makroskopowych oraz
- badania składu granulometrycznego (wg nowej specyfikacji technicznej PKN-CEN ISO/TS 17892-4:2009).

**Tab. 3** | Porównanie klasyfikacji gruntów organicznych wg starej i nowej klasyfikacji

PN-B-2480:1986		PN-EN ISO 14688-2:2006 $d \leq 2$ mm		PN-EN ISO 14688-1:2006 + PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1:2012	
Nazwa gruntu	Zawartość części organicznych $I_{om}$ (%)	Grunt	Zawartość substancji organicznej ( $\leq 2$ mm), % suchej masy	Nazwa gruntu: Or, saOr, orSa, siOr, orSi, clOr, orCl	Opis gruntu
Grunty próchniczne H	$2 < I_{om} \leq 5$	Nisko-organiczny	2-6	Humus	Szczątki roślinne, żywe organizmy i ich odchody razem ze składnikami nieorganicznymi tworzą grunt na powierzchni terenu
Namuły Nm: Nmp, Nmg	$5 < I_{om} \leq 30$	Organiczny	6-20	-	-
Gytie Gy	$5 < I_{om} \leq 30$ , $CaCO_3 > 5\%$			Gytia	Rozłożone szczątki roślinne i zwierzęce, może zawierać składniki nieorganiczne
Torfy T	$I_{om} > 30$	Wysoko-organiczny	>20	Torf włóknisty, mało rozłożony	Struktura włóknista, łatwo rozpoznawalne tkanki roślinne, zachowuje pewną wytrzymałość, wyciska się tylko woda, bez części stałych
				Torf pseudo-włóknisty, średnio rozłożony	Rozpoznawalne struktury roślinne, brak wytrzymałości materiału roślinnego, wyciska się mętna woda, <50% części stałych
				Torf amorficzny, rozłożony	Brak widocznych struktur roślinnych, konsystencja papkowata, pasta, >50% części stałych

**Tab. 4** | Badania makroskopowe gruntów drobnoziarnistych (spoiстых) wg PN-EN ISO 14688-1:2006

Rodzaj testu		Pył (SI)	Pył/Ił (SI/CI)	Ił (CI)
Wytrzymałość gruntu suchego		Mała: wysuszony grunt rozpada się pod lekkim lub średnim naciskiem palców	Średnia: Wysuszony grunt rozpada się pod wyraźnym naciskiem palców na brytki, które nadal wykazują spójność	Duża: gruntu wysuszonego nie można rozdrobnić pod naciskiem palców, może być jedynie rozłamany
Dylatacja: reakcja przy wstrząsaniu i naciskaniu próbki wilgotnego gruntu o wymiarach 10-20 mm		Na powierzchni gruntu woda pojawia się i znika szybko	–	Wstrząsanie i nacisk nie dają efektu, woda się nie pojawia
Plastyczność (spoiowość, zwięzłość)		Mała: grunt wykazuje spójność, ale nie można wykonać waleczka o średnicy 3 mm	–	Duża: próbkę gruntu można waleczkować do uzyskania cienkich waleczków
Zawartość piasku, pyłu, iłu	Rozcieranie gruntu palcami, ewentualnie w wodzie	Przy rozcieraniu grunt szorstki lub gładki, grunt łatwo zmyć lub zdmuchnąć z palców	–	W dotyku przypomina mydło, przykleja się do palców, grunt trudno zmyć lub zdmuchnąć z palców
	Rozcinanie wilgotnego gruntu nożem lub zarysowanie paznokciem	Powierzchnia przecięcia matowa	–	Powierzchnia przecięcia błyszcząca

Istotną nowością jest sposób tworzenia nazw gruntów:

- według PN-B-02480:1986 ustalano nazwy słowne i oznaczano skrótami literowymi, np.: piasek pylasty – Pπ, glina piaszczysta zwięzła – Gpz;
- według PN-EN ISO 14688-2:2006 + PN-EN ISO 14688-2:2006/

Ap2:2012 – nazwy gruntów stanowią kombinacje symboli literowych, np. fsaCSafgr, msasiCl (polskie nazwy gruntów, czytane począwszy od frakcji głównej, pisanej wielkimi literami: piasek grubo z piaskiem drobnym przewarstwiony żwirem drobnym, ił z pyłem i piaskiem średnim).

W obu systemach norm stosuje się sposób krokowego dochodzenia do określenia rodzajów gruntów (schematy blokowe, odpowiednio: rysunek PN-86/B-02480-2 oraz rysunek 1 w PN-EN ISO 14688-1/Ap1:2012).

Grunt jest materiałem nieciągłym, składającym się z oddzielnych ziaren i cząstek. Grunty naturalne stanowią mieszaninę ziaren i cząstek o różnych średnicach (w różnych proporcjach ilościowych). Ziarna i cząstki występujące w gruntach podzielono na frakcje. Frakcja gruntu jest to zbiór ziaren i cząstek o średnicach  $d_x$  (w mm), zawartych w określonych zakresach. Zakresy średnic i symbole frakcji gruntów wg obu systemów norm zamieszczono w tab. 1, a podział gruntów na grupy ze względu na uziarnienie pokazano w tab. 2.

Według nowej normy metodą makroskopową określa się rodzaje i nazwy gruntów w sposób następujący:

- gruntów organicznych – organoleptycznie (tab. 3),
- gruntów wulkanicznych – w sposób wizualny,
- gruntów niespoistych – w sposób wizualny,

**Tab. 5** | Badania makroskopowe konsystencji gruntów spoiowych wg PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap2:2012

Konsystencja	Wskaźnik konsystencji $I_c = 1 - I_L$	Stopień plastyczności $I_L$	Badania makroskopowe według PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap2:2012
Zwarta (very stiff)	$I_c > 1,00$	$I_L < 0$	Grunt wysuszony ma jasną barwę; nie można z niego uformować kulki; rozdrabnia się pod naciskiem; można go zarysować paznokciem
Twardo plastyczna (stiff)	0,75-1,00	0,00-0,25	Grunt rozpada się i pęka podczas waleczkowania do waleczka o średnicy 3 mm, lecz jest ciągle dostatecznie wilgotny, aby ponownie uformować z niego kulkę
Plastyczna (firm)	0,50-0,75	0,25-0,50	Grunt nie może być formowany przy lekkim nacisku palców, lecz może być waleczkowany w rękę do waleczka o średnicy 3 mm bez spękań i rozdrabniania się
Międko plastyczna (soft)	0,25-0,50	0,50-0,75	Grunt można formować przy lekkim nacisku palców
Bardzo międko plastyczna (very soft)	$I_c < 0,25$	$I_L > 0,75$	Grunt przy ścisnieniu wydostaje się między palcami, brak konsystencji płynnej

## Zarezerwuj termin

### Konferencje szkoleniowe:

#### Adaptacja i rewitalizacja obiektów zabytkowych i przemysłowych na cele użyteczności publicznej

Termin: 11.10.2017

#### Konstrukcje żelbetowe – cicer cum caule

Termin: 17.10.2017

Miejsce: Warszawa

Kontakt: tel. 600 358 840

#### EKOLOGIA A BUDOWNICTWO 2017 XXIII Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna

Termin: 12–14.10.2017

Miejsce: Bielsko-Biała

Kontakt: tel. 33 822 02 94

www.pzitz.bielsko.pl

#### POL-ECO-SYSTEM 2017 Międzynarodowe Targi Ochrony Środowiska

Termin: 17–19.10.2017

Miejsce: Poznań

Kontakt: tel. 61 869 21 98

www.polecosystem.pl

#### VII Śląskie Targi Budowlane

Termin: 20–22.10.2017

Miejsce: Opole

Kontakt: tel. 697 900 190

domexpo.com/opole/slaskie-targi-budowlane

#### INFRASTRUKTURA PODZIEMNA MIAST XIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna

Termin: 25–26.10.2017

Miejsce: Wrocław

Kontakt: tel. 507 043 537

www.uiua.pwr.edu.pl

#### RENEXPO® Poland 7. Międzynarodowe Targi Energii Odnawialnej i Efektywności Energetycznej

Termin: 25–27.10.2017

Miejsce: Warszawa

Kontakt: tel. 22 266 02 16

www.renexpo-warsaw.com

#### II Konferencja NOWE OBLCIŁE BIM

Termin: 07.11.2017

Miejsce: Warszawa

Kontakt: tel. 22 617 68 35, 22 616 07 65

www.wsc.pl

- gruntów spoistych (pył lub ił) – na podstawie wyników prób (tab. 4):
  - wytrzymałości w stanie suchym,
  - dylatacji (próba wstrząsania gruntu wilgotnego),
  - plastyczności,
  - zawartości piasku, pyłu i iłu.

Zgodnie z nową normą konsystencje gruntów spoistych oznacza się na podstawie badań makroskopowych (tab. 5).

### Wnioski

- Nowa klasyfikacja gruntów jest ciągle na etapie wdrażania, sygnalizowane są błędy i wątpliwości odnośnie do jej stosowania.
- W razie powstania wątpliwości przy rozpoznawaniu nazw na podstawie składu granulometrycznego gruntów, mieszczących się w strefach granicznych między rodzajami gruntów na trójkącie ISO, należy zachować ostrożność i zastosować kompleksową ocenę, biorąc pod uwagę także wyniki makroskopowego badania plastyczności [3].
- Wydaje się, że nie ma metody, która by umożliwiła przy korzystaniu z materiałów archiwalnych przejście ze starych polskich nazw gruntów na nazwy nowe bez znajomości krzywej uziarnienia.
- Należy koniecznie uwzględnić wszystkie poprawki do norm (w kolejności ich wydania), sprawdzając ich aktualność na stronie internetowej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Artykuł ukazał się w nr. 2/2017 „Biuletynu Informacyjnego” Podlaskiej OIIB i Podlaskiej OIA.

### Źródła

1. A. Gołębowska, A. Wudzka, *Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO*, „GDMT geoinżynieria drogi mosty tunele” nr 4/2006.
2. S. Garwacka-Piórkowska, *Określenie rodzajów gruntów według PN-EN ISO*

*14688-1, 2:2006 na podstawie składu granulometrycznego*, „Inżynieria i Budownictwo” nr 10/2010.

3. A. Gołębowska, *Uwagi krytyczne do klasyfikacji gruntów według normy PN-EN ISO 14688:2006*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, nr 446, 2011.
4. A. Gołębowska, *Polska klasyfikacja według PN-B-02480:1986 zgodna z wymaganiami PN-EN ISO 14688*, Acta Scientiarum Polonorum Architectura, nr 11 (3), 2012.
5. M. Tarnawski, U. Sykuła, M. Ura, *Problemy z nazewnictwem gruntów spoistych według normy PN-EN ISO 14688*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, nr 446, 2011.
6. PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis + PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1:2012, PN-EN ISO 14688-1/A1:2014-02 (E).
7. PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania + PN-EN ISO 14688-2/Ap1:2010, PN-EN ISO 14688-2/Ap2:2012, PN-EN ISO 14688-2/A1:2014-02 (E).
8. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r. Nr 81, poz. 463).
9. PN-EN 1997-1 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
10. PN-EN 1997-2 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
11. PN-B-02480:1986 Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
12. PN-B-04481:1988 Grunty budowlane – Badania próbek gruntu.
13. PN-B-02481:1998 Geotechnika – Określenia, symbole, podział i opis gruntów. ■

# WIŚNIEWSKI w odświeżeniu smartCONNECTED

**R**ozwój technologii inteligentnych otworzył kolejny etap w procesie ewolucji branży budowlanej. Urządzenia, takie jak brama garażowa, brama wjazdowa czy drzwi, zyskują inne funkcjonalności i zapewniają nową przydatność w określonych sytuacjach. Inteligentne rozwiązania ułatwiają życie, a każdy, kto nawet w minimalnym stopniu je wykorzystuje, nie chce z nich rezygnować.

Dom jest szczególnym miejscem wykorzystania rozwiązań inteligentnych. Nowoczesny dom ma być zawsze „pod ręką”, a sterowanie jego różnymi funkcjami – od światła począwszy, przez muzykę i obraz, aż po temperaturę oraz otwieranie bram i drzwi – powinno być intuicyjne. Ważną zaletą rozwiązań inteligentnych jest ich bezprzewodowość i brak konieczności ingerencji instalacji w ścianę, co daje pełną swobodę projektowania. Ponadto zastosowanie zaawansowanych technik zwiększających odporność systemów na celowe próby zakłócania transmisji radiowej czyni je bezpiecznymi pod każdym względem.

## Kompleksowa idea

W zakresie bram garażowych, bram wjazdowych oraz drzwi wejściowych marka WIŚNIEWSKI proponuje przejście z epoki automatyzacji do świata smartCONNECTED, gdzie bramy oraz drzwi porozumiewają się z użytkownikami. Dzięki komputerowo wspieranej automatyzacji idea



smartCONNECTED zapewnia użytkownikom bram oraz drzwi marki WIŚNIEWSKI niebanalne korzyści. Jest to przede wszystkim poczucie posiadania kontroli nad urządzeniem, poczucie bezpieczeństwa zarówno swojego, jak i bliskich. Bramy i drzwi smartCONNECTED są również ściśle związane ze spełnieniem oczekiwań co do oszczędności zużycia energii oraz z wygodą.

## Pierwszy krok do inteligentnego domu

Sterowanie bramami i drzwiami smartCONNECTED marki WIŚNIEWSKI może odbywać się za pomocą urządzenia Connexoon firmy Somfy. Connexoon, działający w zaawansowanej technologii io-ho-

mecontrol, to pełna integracja urządzeń z gwarancją komunikatu zwrotnego.

Dzięki urządzeniu Connexoon sterowanie bramami i drzwiami WIŚNIEWSKI odbywa się z mobilnej aplikacji. Connexoon otwiera bramę ogrodzeniową, bramę garażową, drzwi i włączy światło w domu na chwilę przed powrotem. Zamknie wszystkie bramy oraz drzwi automatycznie po zaparkowaniu samochodu. Sprawdzi bramy wjazdowe i garażowe jednym kliknięciem. Dzięki funkcji geolokalizacji aplikacja uruchomi bramę wjazdową samoczynnie, dzięki wcześniej ustawionym scenariuszom. WIŚNIEWSKI oferuje również rozwiązanie dla bram funkcjonujących na drodze radiowej. Dla klientów, którzy już posiadają bramy WIŚNIEWSKI, idealnym rozwiązaniem jest sterownik Ri-Co. Kilka wersji Ri-Co pozwoli dostosować poziom kontroli do potrzeb użytkownika. W podstawowej – otworzyć lub zamknąć bramę czy drzwi. Jego rozszerzone wersje dadzą dodatkowo możliwość sprawdzenia ich statusu. Dzięki Ri-Co Pro będziemy mogli w dowolnym momencie ustalić, czy nasz dom jest odpowiednio zabezpieczony i czy w trakcie naszej nieobecności nikt nie próbował się do niego dostać.

*Kompleksowa idea kryjąca się za nazwą smartCONNECTED to inwestycja, na której korzysta cała rodzina, ponieważ dzięki niej dostęp do domu nie jest już warunkowany pękiem ciężkich kluczy. Rodzice mogą wpuścić dziecko do domu, nie ruszając się z biura, lub w kilka sekund sprawdzić na swoim smartfonie, czy brama wjazdowa jest zamknięta. Co więcej, za pomocą algorytmów inteligentny dom sam potrafi zapamiętać tryb życia jego mieszkańców i myśleć za nich o wykonaniu podstawowych czynności, jak uruchomienie alarmu lub czujnika ruchu, czy też – dzięki funkcji geolokalizacji – otwarcie bramy na chwilę przed dojazdem do posesji. Takie rozwiązania stają się w pełni realne, a także dostępne dla najbardziej wymagających klientów oraz pasjonatów nowinek technologicz-*



*nych, chcących osobiście przekonać się o zaletach życia w inteligentnym domu.*

Marcin Strzelec, szef Rozwoju Produktów: Bramy, Stolarka, Automatyka, Technologie Inteligentne WIŚNIEWSKI



**WIŚNIEWSKI**

**WIŚNIEWSKI Sp. z o.o. S.K.A.**

Wielogłowy 153, 33-311 Wielogłowy

tel. 18 447 71 11

faks 18 447 71 10

www.wisniowski.pl

marketing@wisniowski.pl

POLSKIE NORMY Z ZAKRESU BUDOWNICTWA OPUBLIKOWANE W SIERPNIU 2017 R.

Lp.	Numer referencyjny i tytuł normy	Numer referencyjny normy zastępowanej*	Data publikacji	KT**
1	PN-EN 1993-4-1:2009/A1:2017-08 wersja angielska Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 4-1: Silosy	–	2017-08-08	128
2	PN-EN 1993-4-2:2009/A1:2017-08 wersja angielska Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 4-2: Zbiorniki	–	2017-08-08	128
3	PN-EN 1364-5:2017-08 wersja angielska Badania odporności ogniowej elementów nienośnych – Część 5: Kratki wentylacyjne	–	2017-08-08	180
4	PN-EN 1364-1:2015-08 wersja polska Badania odporności ogniowej elementów nienośnych – Część 1: Ściany	PN-EN 1364-1:2001***	2017-08-31	180
5	PN-EN 14209:2017-08 wersja angielska Wstępnie formowane gzymsy gipsowo-kartonowe – Definicje, wymagania i metody badań	PN-EN 14209:2009***	2017-08-29	194
6	PN-EN 14496:2017-08 wersja angielska Kleje gipsowe do płyt zespolonych do izolacji cieplnej i akustycznej oraz do płyt gipsowo-kartonowych – Definicje, wymagania i metody badań	PN-EN 14496:2007***	2017-08-29	194
7	PN-EN 13915:2017-08 wersja angielska Prefabrykowane panele z płyt gipsowo-kartonowych z rdzeniem kartonowym typu plaster pszczeli – Definicje, wymagania i metody badań	PN-EN 13915:2009***	2017-08-08	194
8	PN-EN 14353:2017-08 wersja angielska Metalowe narożniki i profile specjalne do stosowania z płytami gipsowo-kartonowymi – Definicje, wymagania i metody badań	PN-EN 14353+A1:2012***	2017-08-08	194
9	PN-EN 12488:2016-08 wersja polska Szkło w budownictwie – Zalecenia dotyczące szklenia – Zasady montażu oszkleń pionowych i pochyłych	–	2017-08-23	198
10	PN-EN ISO 10563:2017-08 wersja angielska Budynki i budowle – Kity – Określanie zmiany masy i objętości	PN-EN ISO 10563:2007	2017-08-08	214
11	PN-EN 15651-4:2017-03/AC:2017-08 wersja angielska Kity niestrukturalne stosowane w złączach budynków i przejściach dla pieszych – Część 4: Kity stosowane do przejść dla pieszych	–	2017-08-10	214
12	PN-EN 1052-2:2016-06/AC:2017-08 wersja angielska Metody badań murów – Część 2: Określenie wytrzymałości na zginanie	–	2017-08-10	233
13	PN-EN 772-5:2016-06/AC:2017-08 wersja angielska Metody badań elementów murowych – Część 5: Określenie zawartości aktywnych soli rozpuszczalnych w elementach murowych ceramicznych	–	2017-08-09	233
14	PN-EN 15657:2017-08 wersja angielska Właściwości akustyczne elementów budowlanych i budynków – Pomiar laboratoryjny dźwięków materiałowych pochodzących od wyposażenia technicznego budynku dla wszystkich warunków instalacji	PN-EN 15657-1:2009	2017-08-31	253

Lp.	Numer referencyjny i tytuł normy	Numer referencyjny normy zastępowanej*	Data publikacji	KT**
15	PN-EN 124-3:2015-07/Ap1:2017-08 wersja angielska Zwieńczenia wpustów i studzienek włączonych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego – Część 3: Zwieńczenia wpustów i studzienek włączonych wykonane ze stali i stopów aluminium	–	2017-08-31	278
16	PN-EN 124-4:2015-07/Ap1:2017-08 wersja angielska Zwieńczenia wpustów i studzienek włączonych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego – Część 4: Zwieńczenia wpustów i studzienek włączonych wykonane z betonu zbrojonego stalą	–	2017-08-31	278
17	PN-EN 124-5:2015-07/Ap1:2017-08 wersja angielska Zwieńczenia wpustów i studzienek włączonych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego – Część 5: Zwieńczenia wpustów i studzienek włączonych wykonane z materiałów kompozytowych	–	2017-08-31	278
18	PN-EN 124-6:2015-07/Ap1:2017-08 wersja angielska Zwieńczenia wpustów i studzienek włączonych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego – Część 6: Zwieńczenia wpustów i studzienek włączonych wykonane z polipropylenu (PP), polietylenu (PE) lub nieplastifikowanego poli(chloru winylu) (PVC-U)	–	2017-08-31	278
19	PN-EN 12831-1:2017-08 wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego – Część 1: Obciążenie cieplne, Moduł M3-3	PN-EN 12831:2006	2017-08-08	316
20	PN-EN 12831-3:2017-08 wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego – Część 3: Obciążenie domowych instalacji ciepłej wody użytkowej i charakterystyka zapotrzebowania, Moduł M8-2, M8-3	PN-EN 15316-3-1:2007	2017-08-08	316

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

\*\* Numer komitetu technicznego.

\*\*\* **Norma zharmonizowana (rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 305/2011 uchylające dyrektywę 89/106/EWG Wyroby budowlane)** komunikat ogłoszony w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej – OJ 2016/C 209/03 z 10 czerwca 2016 r.

**+A1; +A2; +A3** – element numeru normy skonsolidowanej, tzn. normy, w której wszelkie zmiany i poprawki są włączone do treści normy (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 bezpośredniego pobrania.

## ANKIETA POWSZECHNA

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

Pełna informacja o ankiecie dostępna jest na stronie: [www.pkn.pl/ankieta-powszechna](http://www.pkn.pl/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 (przycisk *Zgłoś uwagi*) lub na właściwych formularzach przysyłać do Sektora Budownictwa i Konstrukcji Budowlanych PKN – [wpsnbd@pkn.pl](mailto:wpsnbd@pkn.pl). Szablony formularzy i instrukcje ich wypełniania są dostępne na stronie internetowej PKN.

Projekty PN są dostępne do wglądu w czytelniach Wydziału Sprzedaży (WDI) PKN (Warszawa, Łódź, Katowice), adresy dostępne są również na stronie internetowej PKN.

**Małgorzata Pogorzelska**

kierownik sektora

Wydział Prac Normalizacyjnych – Sektor Budownictwa i Konstrukcji Budowlanych

# Wooden houses



Fot. K. Wiśniewska

Wooden buildings have had a long and rich history in Poland. Centuries ago, they were **predominant** in Polish building engineering. Casimir III the Great, a Polish King, is said to 'have found Poland made of **timber** and left it built of stone'. This is how wood was largely replaced with then-novel and stronger construction materials. Since the socialist realism finally crumbled in Poland, wood has **been back in favour**, becoming a challenging material for project owners, designers, and construction workers. Poland has become open to novel building solutions and technologies from Scandinavia, Canada, and the United States which are environmentally-friendly, enable fast construction, and provide good energy efficiency. Wooden summer houses were soon joined by all-season accommodations with all living amenities, aesthetic finish, and an advantage of low **maintenance costs**. Today, when organic materials are highly valued, wood is often considered to be a luxury good. The most popular wood construction technologies in Poland include **log houses** and **timber frame houses**.

## Log houses

A log house is built by – putting it in simple terms – stacking round logs horizontally to form the walls. The timber of choice for Polish log houses is **pine**, **spruce**, or **fir**. The logs are best dried. This is critical

**Wood** is a natural, **human-friendly** material that has been used in construction for centuries. Homes built of wood provide a unique microclimate and a sense of comfort. The properties of wood help prevent suspended dust. Wood is also a 100-percent 'green' construction material with a good **heat transfer coefficient** and a good sound-proofing performance.

to building sound floor joists. If a log is too wet, it may **shrink** and **crack** after building. Several log structures exist, including the following main styles:

- **Interlocked corner log structure**: the horizontally stacked logs are fastened to one another with **dowels** that are fixed with **nails** or metal **anchors**. The log wall corners are interlocked with dovetail joints or notches. The logs at the corners, the so-called log ends or log heads, may extend beyond the **wall envelope**.
- **Piece-en-piece log structure** which features log **posts** standing on their ends at the corners, and flanking the doors and windows. The log posts rest on **ground beams** and have a frame of **cap beams** on the top. The walls between the posts are made of short horizontal logs.

Apart from the round logs, **square logs** are used. They are common to the style of Zakopane highlander homes. Glue-laminated timber, in the form of logs sawn into planks and bonded back again, can replace naturally solid logs. The Polish building regulations specify that the heat transfer coefficient in buildings built in 2017 and later must be  $U = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ . To meet this requirement, log houses require additional **thermal**

**insulation**. Otherwise the logs would have to be over 0.5 m thick.

## Timber frame houses

Timber frame houses are based on light wood framed structures. Here, the basic construction material are **planks**, or **boards**, most often made of Class C30 pine timber, 38 mm thick and 89 mm wide (on inner walls) or 140 mm wide (on façade walls). The frame timber should be **planed** on all four sides and **dried** at least at 67°C. This makes chemical treatment obsolete, since it kills **insect larvae** and **spores** of **fungi** and **mould**. When finished, the timber frame is reinforced with water-proofed boards (such as OSB/3, MFP, or gypsum fibreboards) to form the **outer shell** and the backing for the façade layers (made of plaster rendered on **EPS boards**, **wooden lining**, or brick lining). The **inner shell** is most often made of **drywall panels** or wooden lining. Timber frame houses can be built on site with prefabricated timber units to slash the construction time.

Timber buildings are usually complemented with wooden floors, stairs, patios and balconies, **roof trusses**, **roof shingles**, and wooden **indoor trim**. ■

Magdalena Marcinkowska

tekst do odsłuchania na [www.inzynierbudownictwa.pl](http://www.inzynierbudownictwa.pl)



## Domy drewniane

Drewno od wieków stanowi naturalny, przyjazny dla człowieka surowiec. Zastosowane jako materiał do budowy domu zapewnia jego mieszkańcom niepowtarzalny mikroklimat i uczucie przytulności. Właściwości drewna sprawiają, że w pomieszczeniach nie unosi się kurz. Ponadto jest ono w pełni ekologiczne, stanowi dobry współczynnik przenikania ciepła oraz posiada dobre wartości akustyczne.

Budownictwo drewniane w Polsce ma bogatą historię. Setki lat temu było dominującym sposobem wznoszenia obiektów. W średniowieczu, za sprawą króla Kazimierza Wielkiego, który w XIV wieku „zastał Polskę drewnianą, a zostawił murowaną”, zostało wyparte przez nowe, bardziej wytrzymałe materiały budowlane. Po okresie socrealizmu drewno zaczęło powracać do łask jako budulec, stając się dużym wyzwaniem dla inwestorów, projektantów i budowniczych. Wtedy to docierały do nas z krajów skandynawskich, Kanady i Stanów Zjednoczonych coraz to nowsze rozwiązania obejmujące technologie ekologiczne, zapewniające szybką realizację robót i posiadające dobre parametry energetyczne. Oprócz drewnianych obiektów sezonowych zaczęły powstawać budynki całoroczne z drewna, które zapewniały wygodę, estetyczny wygląd oraz niskie koszty utrzymania. Dziś, w dobie doceniania właściwości naturalnych materiałów, drewno często uważane jest za dobro prawdziwie luksusowe. Największą popularnością w Polsce cieszą się domy drewniane z bali oraz szkieletowe.

### Domy drewniane z bali

Wykonanie domów z bali najogólniej polega na układaniu drewnianych okrągłych bali jeden na drugim. W Polsce najczęściej stosuje się drewno z sosny, świerka lub jodły. Najlepiej, gdy bale są suche. Ma to szczególne znaczenie przy konstrukcji belek stropowych. Bale mokre, zanim osiągną wymaganą wilgotność, mogą kurczyć się i pękać. Wyróżnia się konstrukcje:

- Wieńcową (węglową) i zrębową. Ułożone na sobie bale łączy się dyblami za pomocą gwoździ lub metalowych kotew. W narożnikach (węglach) stosuje się wręby. Belki w narożnikach, tzw. ostatki, mogą wystawać poza obrys budynku.
- Słupowo-ryglową, która składa się ze słupów ustawionych w narożach, przy drzwiach

i oknach budynku. Słupy ustawione są na podwalinie, a u góry zwieńczone oczepem (belką). Między słupami wykonuje się wypełnienie z krótkich belek zwanych łątkami.

Oprócz bali okrągłych stosuje się również bale prostokątne (płazy), charakterystyczne dla stylu zakopiańskiego. Obecnie można stosować również bale klejone. Od 2017 roku współczynnik U wynosi 0,23 W/m<sup>2</sup>K i aby go spełnić, istnieje konieczność dodatkowego docieplenia bali. W przypadku użycia samych bali, ich grubość musiałaby wynosić ponad 0,5 m.

### Domy drewniane szkieletowe

Ich budowa polega na wykonaniu lekkiego szkieletu drewnianego. Podstawowym materiałem konstrukcyjnym są deski, najczęściej z drewna sosnowego klasy C30 o grubości 38 mm i szerokości 89 mm (ściany wewnętrzne) lub 140 mm (ściany zewnętrzne). Drewno, z którego wykonany jest szkielet, powinno być czterostronnie strugane i suszone w temperaturze min. 67°C. Pozwala to zrezygnować z impregnacji chemicznej, ponieważ odpowiednia temperatura zabija larwy owadów oraz niszczy zarodniki grzybów i pleśni. Gotową konstrukcję usztywnia się płytami odpornymi na wilgoć (OSB/3, MFP, włókno-gipsowymi), które stanowią poszycie zewnętrzne służące jako podkład pod elewację (np. tynk na styropianie, okładziny drewniane lub ceglane). Poszycie wewnętrzne wykonuje się najczęściej z płyt gipsowo-kartonowych lub okładzin drewnianych. Domy szkieletowe mogą być montowane z prefabrykatów, co skraca czas realizacji budowy.

Dopełnieniem omawianej powyżej architektury drewnianej jest wykonanie drewnianych konstrukcji stropów, schodów, tarasów, więźby dachowej i pokrycia dachu gontem, a także elementów wewnętrznego wyposażenia.

### GLOSSARY:

wood – drewno  
 human-friendly – przyjazny dla człowieka  
 heat transfer coefficient – współczynnik przenikania ciepła  
 predominant – dominujący  
 timber – drewno (używane w budownictwie)  
 to be back in favour – wracać do łask  
 maintenance costs – koszty utrzymania  
 log house – dom drewniany z bali  
 timber frame house – dom drewniany szkieletowy  
 pine – sosna  
 spruce – świerk  
 fir – jodła  
 to shrink – kurczyć się  
 to crack – pękać  
 dowel – dybel  
 nail – gwoździć  
 anchor – kotew  
 wall envelope – obrys (budynek)  
 piece-en-piece log structure – drewniana konstrukcja słupowo-ryglowa  
 post – słup  
 ground beam – podwalina  
 cap beam – oczep  
 square logs – bale prostokątne (płazy)  
 thermal insulation – docieplenie  
 plank / board – tu: deska  
 to plane – strugać  
 to dry – suszyć  
 insect larva (pl insect larvae) – larwa owada  
 spore – zarodnik  
 fungi – grzyby  
 mould – pleśń  
 outer shell – poszycie zewnętrzne  
 EPS board – styropian  
 wooden lining – okładzina drewniana  
 inner shell – poszycie wewnętrzne  
 drywall panel – płyta gipsowo-kartonowa  
 roof truss – więźba dachowa  
 roof shingle – gont  
 indor trim – tu: dekoracja wewnętrzna/wykończenie

Informujemy, że kończymy w naszym miesięczniku cykl lekcji języka angielskiego. Wszystkie lekcje dostępne są na naszej stronie internetowej: [www.inzynierbudownictwa.pl](http://www.inzynierbudownictwa.pl)

# Unikatowość zrealizowanych inwestycji



remontu. A to tylko niewielka część inwestycji, w których mamy zaszczyt uczestniczyć.

**Tomasz Tomczuk**  
Dyrektor Generalny  
Doka Polska Sp. z o.o.

Nasza firma brała udział przy budowie metra warszawskiego, dostarczając innowacyjne mocowania, które należy spełnić swoje zadanie w obliczu wymagających warunków, oraz kompleksowym wsparciu technicznym na każdym etapie – od projektowania, po montaż kotew na budowie. Sama inwestycja jest jedną z największych w tej części Europy. Podczas budowy I linii metra na dwóch stacjach elementy w postaci fasad wentylacyjnych zamontowano za pomocą systemu fischer ACT (Advanced Curtain wall Technique), który jest łatwy w dezinstalacji. Ta użyteczność była kluczowa, ponieważ w razie pojawienia się przecieków na peronach rozebranie fasady mocowanej do ścian szczelinowych przebiegło sprawnie i pozwoli szybko wymienić pojedynczą płytę okładzinową. W przypadku II linii metra, której budowa wciąż trwa, marka fischer zaopatrzyła teren budowy w niezbędne systemy kotew chemicznych do wklejania prętów zbrojeniowych (FIS SB i FIS EM), jak i montażu poszczególnych urządzeń oraz elementów infrastruktury. W ramach inwestycji współpracujemy z projektantami, inwestorami i generalnymi wykonawcami. fischerpolska cały czas realizuje na miejscu próby wytrzymałościowe i nadzoruje prace związane z zakotwieniami. Dzięki temu mamy pewność,



że wszystkie konstrukcje będą bezpieczne i przyjmą na siebie największe obciążenie. Nowo powstającym, ponadtrzykilometrowym odcinkiem podziemnej trasy pierwsze pociągi miejskie powinny przejechać w 2019 r.

**Artur Pławny**  
Dyrektor ds. Marketingu  
i Strategii Produktowej  
fischerpolska Sp. z o.o.



PBP EMKA zawsze specjalizowała się w wykonywaniu prac nietypowych i trudnych technicznie. Nasze ambicje w tej dziedzinie nie zmieniły się od lat i ciągle podejmujemy się tematów ekstremalnych pod względem projektowym, organizacyjnym oraz wykonawczym. Takie zadania budują oczekiwany wizerunek firmy i pozwalają na jej rozwój. Możemy podjąć się z powodzeniem zrealizować ekstremalnie trudne tematy dzięki systematycznie wdrażanym innowacjom. W ostatnim czasie wykonaliśmy wiele unikatowych inwestycji, do których mogą zaliczyć zabudowę w ENEA Elektrownia Połaniec, na kominie żelbetowym H = 90 m zwężki stalowej o wadze 54 t. Gabaryty tej zwężki są imponujące: wysokość 9 m, zmniejszenie średnicy wylotowej z 11,9 do 6,5 m. Wyjątkowość tego zadania polegała na tym, że łączny czas montażu nie mógł przekroczyć 2 zmian roboczych, a minimalna odległość od komina, gdzie mógłby stanąć odpowiednio duży żuraw, wynosiła prawie 80 m. Aby wykonać prace, należało wyłączyć 3 linie wysokiego napięcia. Kolejnym szczególnym zadaniem była modernizacja układu tłumienia

Dzisiejsza architektura to nie tylko obiekty użytkowe, wzniesione, by spełniać ściśle określone funkcje, ale także projekty niosące za sobą pewną ideę, posiadające cechy miastotwórcze, mające nierzadko decydujący wpływ na percepcję i sposób użytkowania danej przestrzeni.

Każdy projekt to dla nas nowe wyzwanie. Korzystając z naszego wieloletniego doświadczenia pomagamy profesjonalistom budować bezpiecznie, pewnie i nowoczesnie – od fundamentów aż po dach. W ostatnich miesiącach mieliśmy przyjemność brać udział w wielu unikatowych projektach – rodzimych i zagranicznych, nowo wznoszonych i rewitalizowanych.

Uczestniczymy m.in. w nadawaniu drugiego życia Centrum Praskiego Koneser, dajemy nowe tchnienie niezwyklej zabudowie Portu Praskiego – unikatowego osiedla w centrum Warszawy. Współpracowaliśmy przy budowie innowacyjnego kompleksu biurowego Business Garden Warszawa i nowoczesnego biurowca Immobile K3 w Bydgoszczy, a także przy modernizacji starówki i powstaniu Hotelu Hilton w Gdańsku. Jesteśmy obecni również na światowych realizacjach – przy budowie trzeciej wieży World Trade Center w Nowym Jorku, przy wznoszeniu najwyższego budynku mieszkalnego na świecie Central Park Tower w Londynie czy wieży Petronas Towers w Kuala Lumpur. Nasze portfolio wzbogaciły ostatnio inwestycje z zakresu budownictwa infrastrukturalnego. Z zastosowaniem naszych systemów powstał w Ostródzie obiekt MS-3 – największy most typu extradosed w Europie, zaś Most Łazienkowski doczekał się długo oczekiwanego

drgań poprzecznych na 2 kominach stalowych H = 120 m w Bukownie k. Olkusza. Ze względu na nietypową, anizotropową konstrukcję kominów zaprojektowano nigdzie wcześniej nie stosowane tłumiki drgań o różnej charakterystyce dynamicznej w dwóch prostopadłych kierunkach. Sam montaż wykonano z użyciem wciągarek i metod alpinistycznych, aby dodatkowo nie obciążać konstrukcji obiektów.

## Mariusz Kędzierski

Prezes Zarządu  
Przedsiębiorstwo  
Budownictwa Przemysłowego  
EMKA Sp. z o.o. Sp.k.

W ciągu minionych 14 lat obsłużyliśmy tysiące inwestycji, realizując przy tym miliony metrów kwadratowych stropów. Wszechstronne zastosowanie systemów stropowych Rector pozwala projektantom na nietypowe i odważne rozwiązania projektowe. Dzięki prefabrykowanym sprężonym belkom stropowym realizujemy stropy o rozpiętości dochodzącej nawet do 10 m. Codziennie dostarczamy nasze prefabrykaty na budowy nowoczesnych budynków, ale szczególną uwagę przywiązujemy do obiektów zabytkowych. Bogato zdobione kamienice, pałace czy też obiekty sakralne, które po latach doczekały się kapitalnego remontu, kryją w sobie wiele tajemnic. Praca projektowa przy tego typu obiektach jest nie lada wyzwaniem dla naszych inżynierów. Specyfika prac budowlanych przy obiektach zabytkowych polega na tym, że wiele elementów konstrukcyjnych jest ukrytych pod warstwami wykończeniowymi. Dopiero podczas prac budowlanych okazuje się, jakie wymiary ma pomieszczenie i dochodzi do wielu zmian, których nie można było przewidzieć na



etapie projektowania. Dzięki elastyczności systemów stropowych Rector można dopasować się do zmian i uniknąć przerw wykonawczych. Pomimo trudu oraz nietypowych rozwiązań projektowych, możliwość podziwiania odbudowanych budynków daje wiele satysfakcji. Cieszymy się, że możemy mieć swój wkład w odbudowę zabytkowej tkanki naszych miast, a efekt końcowy motywuje nas do dalszej pracy i rozwoju naszych produktów.

## Tomasz Chmielowiec

Dyrektor Operacyjny  
Rector Polska Sp. z o.o.

Coraz częściej nowe inwestycje wymagają nietypowych rozwiązań ze względu na poziom skomplikowania architektury jak i zagospodarowania terenów o wymagających warunkach geologicznych.

Przykładem takiej realizacji była budowa Muzeum II Wojny Światowej w Gdańsku, gdzie, pomimo dużego zainteresowania, ostatecznie tylko dwa przedsiębiorstwa złożyły ofertę i Soletanche wygrała. Naszą przewagą było wykorzystanie autorskiego rozwiązania, które pozwoliło na optymalizację

kosztów – zużytych materiałów, robocizny, ale przede wszystkim skróciło czas realizacji w porównaniu do wariantu bazowego.

Firma Soletanche Polska wykonała podwodne betonowanie korka odcinającego dopływ wody do wykopu. Było to jedno z największych na świecie tego typu betonowań i trwało nieprzerwanie 7 dób. Wiele razy zdarzało nam się projektować i wykonywać ściany szczelinowe, ale pierwszy raz mieliśmy połączyć je z betonowym korkiem tworząc „suchy wykop”, co powodowało pewne obawy. Postawiliśmy na rozwiązanie naszym zdaniem najbezpieczniejsze oraz skuteczne. Dzięki ponaddwudziestoletniemu doświadczeniu na rynku polskim i kilkudziesięcioletniemu na świecie, nasz zespół specjalistów zarówno w wykonawstwie, jak i projektowaniu nie boi się wyzwań. W doborze odpowiedniego rozwiązania pomaga różnorodność stosowanych przez Soletanche technologii od ścian szczelinowych, poprzez pale wielkośrednicowe, CFA, SCREWSOL®, TRENCHMIX®, mikropale, kotwy gruntowe, po przesłony poziome i podbicia budynków metodą jet-grouting.



## Urszula Tomczak

Kierownik Biura Projektowego  
Soletanche Polska Sp. z o.o.

## PATRON PROJEKTU



P O L S K A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

Opracowała Anna Dębińska  
redaktor naczelna  
– redakcja katalogów

# ABC dachów odwróconych

mgr inż. Bartłomiej Monczyński

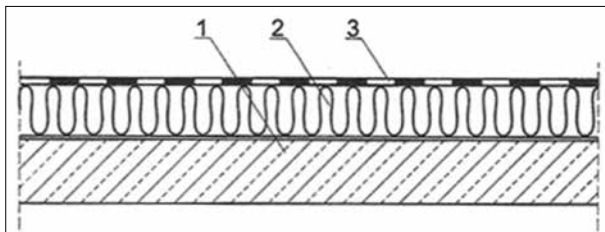
Zalety dachu odwróconego to m.in. wysoka odporność na czynniki zewnętrzne (hydroizolacja zabezpieczona warstwami termoizolacji i balastowymi) oraz możliwość obciążenia użytkowego.

Podstawowym zadaniem stropodachu, czyli poziomego elementu konstrukcyjnego łączącego w sobie funkcję dachu z funkcją stropu nad ostatnią kondygnacją, jest bezpieczne przenoszenie obciążeń. Inne zadania stropodachu wynikają z funkcji przegrody zewnętrznej budynku i związane są

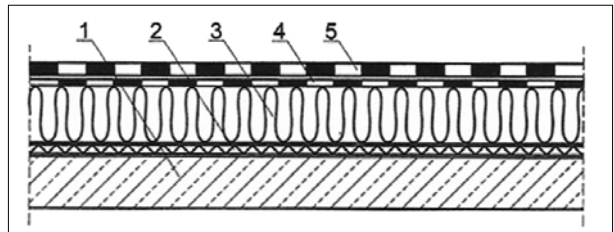
głównie z zasadami fizyki budowli [4], [5]. Są to w szczególności:

- ochrona budynku i jego elementów przed wpływem warunków atmosferycznych, szczególnie przed wodą i jej wnikaniem do wnętrza budynku (warunek całkowitej szczelności);

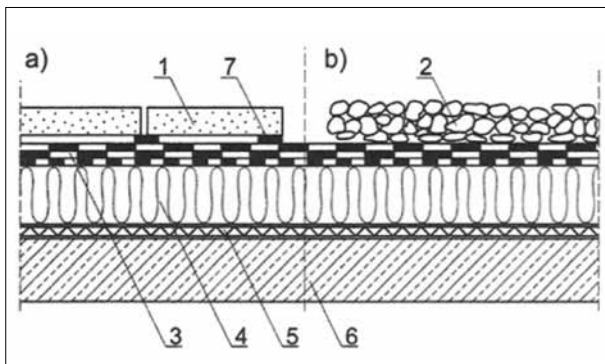
- ochrona konstrukcji przed wahaniami temperatury, co ma zapewnić komfort cieplny, odpowiedni mikroklimat wewnątrz, odpowiedni poziom izolacyjności cieplnej oraz oszczędności energii;
- ochrona elementów konstrukcji przed uszkodzeniami powstałymi na



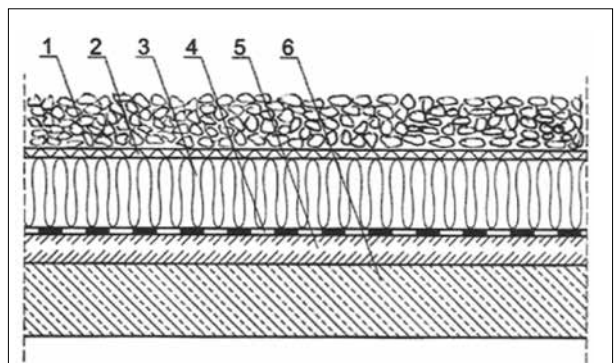
Rys. 1 | Stropodach pełny [2]: 1 – konstrukcja nośna, 2 – termoizolacja, 3 – hydroizolacja



Rys. 2 | Stropodach pełny z paroizolacją [2]: 1 – konstrukcja nośna, 2 – paroizolacja, 3 – termoizolacja, 4 – warstwa podkładowa, 5 – hydroizolacja



Rys. 3 | Ocieplony stropodach pełny na podłożu żelbetowym z warstwą dociskową [2]: a) z górną warstwą z płyt betonowych, b) z posypką żwirową; 1 – płyty betonowe, 2 – posypka żwirowa, 3 – hydroizolacja, 4 – termoizolacja, 5 – paroizolacja, 6 – warstwa konstrukcyjna, 7 – podkładka dystansowa



Rys. 4 | Stropodach odwrócony [2]: 1 – warstwa ochronna ze żwiru 16/32 mm, 2 – geowłóknina, 3 – termoizolacja, 4 – hydroizolacja, 5 – warstwa spadkowa, 6 – strop (konstrukcja nośna)

## IZOLACJA TERMICZNA DACHÓW ODWRÓCONYCH

# XPS PRIME

- najlepsze na rynku właściwości izolacyjne
- doskonałe parametry mechaniczne
- wysoka odporność na trudne warunki atmosferyczne

PRODUKTY POSIADAJĄ CERTYFIKATY JAKOŚCIOWE  
NIEMIECKICH I BRYTYJSKICH INSTYTUTÓW BADAWCZYCH



synthosXPS.com



REKLAMA

skutek działania wilgoci technologicznej oraz użytkowej, jak również nadmiernej absorpcji wody przez materiały budowlane;

- ochrona przeciwpożarowa;
- ochrona przed dźwiękami (przegroda akustyczna);
- regulacja dyfuzji pary wodnej z pomieszczeń usytuowanych poniżej na zewnątrz budynku;
- zapewnienie estetyki (dotyczy to szczególnie sufitu oraz nawierzchni stropodachu).

Spełnienie powyższych wymagań możliwe jest dzięki zastosowaniu warstwowej budowy stropodachu – każda z warstw ma do spełnienia konkretne zadanie. W zależności od rodzaju stropodachu przyjęto się stosowanie następujących warstw (wszystkich lub wybranych) [7]:

- konstrukcja nośna/podłoże,
- warstwa (powłoka) impregnująca,

- warstwa wyrównawcza (rozdzielająca i wyrównawcza),
- paroizolacja,
- termoizolacja,
- przestrzeń wyrównująca ciśnienie pary wodnej/przestrzeń wentylowana/warstwa rozdzielająca,
- izolacja przeciwwodna dachu,
- zabezpieczenie pokrycia/ochrona powierzchni/obciążenie dodatkowe/warstwa użytkowa.

Ze względu na układ poszczególnych warstw rozróżnia się stropodachy pełne, odpowietrzane oraz wentylowane (kanalikowe, szczelinowe i dwudzielne). Do stropodachów zalicza się również tarasy nadziemne (nad pomieszczeniami). Stropodachy pełne występują z kolei w dwóch wariantach – tzw. stropodachów tradycyjnych oraz z odwróconym układem warstw. W przypadku **tradycyjnego układu warstw** izolacja przeciwwilgociowa chroni ocie-

plenie przed wpływami atmosferycznymi (rys. 1, 2, 3). Układ ten ma jednak istotną wadę – pokrywająca go papa czy membrana (będące jednocześnie izolacją przeciwwodną) jest narażona na oddziaływanie czynników atmosferycznych, duże wahania temperatury oraz na uszkodzenia mechaniczne. Dlatego opracowano system tzw. **dachy odwróconego**, w którym zamieniono kolejność warstw izolacji cieplnej i przeciwwodnej. W systemie tym izolację przeciwwodną – najczęściej z dwóch warstw papy termozgrzewalnej – układa się bezpośrednio na podłożu (na wyrównanej płycie stropowej z ukształtowanym spadkiem), a dopiero na niej – termoizolację (rys. 4). Typowy układ warstw dachu odwróconego przedstawia się (patrząc od góry) następująco [1]:

- warstwa balastowa – żwir, płyty chodnikowe lub warstwa zieleni,

- geowłóknina,
- termoizolacja,
- izolacja wodochronna,
- płyta konstrukcyjna z warstwą spadkową.

Stropodachy, zarówno posiadające, jak i nieposiadające funkcji użytkowej, coraz częściej wykonywane są w formie dachu zielonego. Przestrzeń dachu zielonego łączy w sobie nie tylko

walory użytkowe i dekoracyjne, ale pozwala również na lepsze zagospodarowanie terenu oraz zachowuje naturalny wygląd obszarów wykorzystanych pod zabudowę. Mimo że **konstrukcja dachu zielonego może być wykonana zarówno w tzw. układzie tradycyjnym, jak i odwróconym, ten drugi wariant wybierany jest na tyle często, że określenie dach odwrócony**

**traktowane jest wręcz jako synonim dachu zielonego.**

Wśród warstw konstrukcyjno-funkcjonalnych dachu zielonego należy wymienić warstwę:

- hydroizolacji,
- chroniącą przed przerastaniem korzeni,
- ochronną,
- termoizolacji,

**Tab. 1** | Wady i zalety dachu klasycznego i odwróconego [3]

	Dach klasyczny – ocieplony	Dach odwrócony
Zalety	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ wysoka i stabilna izolacyjność cieplna – termoizolacja pozostaje w warunkach niezmiennego wilgotności,</li> <li>■ możliwość stosowania warstw spadkowych o niewielkim ciężarze (np. kliny spadkowe ze styropianu),</li> <li>■ bogaty wybór i łatwy dostęp do materiałów termoizolacyjnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ możliwość użytkowego obciążenia dachu – hydroizolacja wykonana na sztywnym podłożu oraz zabezpieczona warstwą termoizolacji od góry,</li> <li>■ możliwość wykonania próby wodnej (sprawdzenie szczelności),</li> <li>■ wysoka odporność na czynniki zewnętrzne – hydroizolacja zabezpieczona jest warstwami termoizolacji oraz balastowymi</li> </ul>
Wady	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ brak możliwości użytkowania (obciążania) dachu ze względu na elastyczną termoizolację umieszczoną pod hydroizolacją,</li> <li>■ niewielka odporność na ssanie wiatru – konieczność kotwienia lub balastowania,</li> <li>■ szybszy postęp starzenia się hydroizolacji pod wpływem promieniowania UV,</li> <li>■ brak ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi (np. gradobicie, spadające elementy),</li> <li>■ utrudniona lokalizacja ewentualnych przecieków (niekontrolowana migracja wody w warstwie termoizolacji)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ możliwość zmiany współczynnika ciepła – termoizolacja pozostaje w warunkach mokrych,</li> <li>■ ograniczony asortyment materiałów nadających się do wykonania termoizolacji – materiały nienasiąkliwe (XPS, PIR czy szkła piankowe) są stosunkowo drogie</li> </ul>

**Tab. 2** | Materiały stosowane do wykonywania poszczególnych warstw dachu zielonego [6]

Warstwa konstrukcji	Rodzaj materiału
Hydroizolacja	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ polimerowo-bitumiczne masy uszczelniające (masy KMB)**,</li> <li>■ papy asfaltowe termozgrzewalne,</li> <li>■ folie (membrany) dachowe z tworzyw sztucznych (np. EPDM),</li> <li>■ samoprzylepne membrany bitumiczne</li> </ul>
Termoizolacja	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ płyty styropianowe (EPS)*,</li> <li>■ płyty z wełny mineralnej (MW)*,</li> <li>■ płyty z polistyrenu ekstrudowanego (XPS),</li> <li>■ płyty z pianki poliuretanowej (PUR/PIR)</li> </ul>
Drenażowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ żwir o uziarnieniu 8/16 mm,</li> <li>■ grys naturalny,</li> <li>■ grys sztuczny lub z recyklingu (np. keramzyt),</li> <li>■ maty i płyty drenażowe,</li> <li>■ geotekstylija w postaci strukturalnych włókien wykonanych z HDPE</li> </ul>
Filtracyjna	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ geowłóknina</li> </ul>
Wegetacyjna	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ humus,</li> <li>■ mieszanki: ziemi i lekkich kruszyw ceramicznych, łupkowych lub pochodzenia wulkanicznego</li> </ul>

\*wyłącznie w układzie tradycyjnym, \*\*wyłącznie w układzie odwróconym

WIELOFUNKCYJNE

10-220 kW



**MASTER XL 9**

promiennik olejowy 29-43 kW, do ogrzewania punktowego



**MASTER B 70**

nagrzewnica olejowa 20 kW bez odprowadzenia spalin



**MASTER B 150**

nagrzewnica olejowa 44 kW bez odprowadzenia spalin



**MASTER BV 77**

olejowe nagrzewnice powietrza z odprowadzeniem spalin, możliwość podłączenia przewodów gędkich do rozprowadzenia ciepłego powietrza oraz termostatu pomieszczeniowego



**MASTER BV 690**

SKUTECZNE I WYDAJNE



**MASTER BLP 53 M/E**

nagrzewnica gazowa 53 kW, wersja E z możliwością podłączenia termostatu



**MASTER B 9**

nagrzewnica elektryczna 9 kW, regulacja mocy, wbudowany termostat



**MASTER B 30**

nagrzewnica elektryczna 15/30 kW z możliwością podłączenia przewodu grzewczego



**MASTER DH 44**

osuszacz, wytrzymały i odporny na uszkodzenia, wydajność 41 l/24h



**MASTER DF 20/ DF 30/ DF 36**

wentylatory, rotacja 360°, przepływ powietrza do 13 200 m<sup>3</sup>/h

Skontaktuj się z dystrybutorem w Twoim regionie

tel. 61 654 40 31 ■ [masterheaters.pl](http://masterheaters.pl)

- rozdzielającą,
- drenażową,
- filtrującą,
- wegetacyjną.

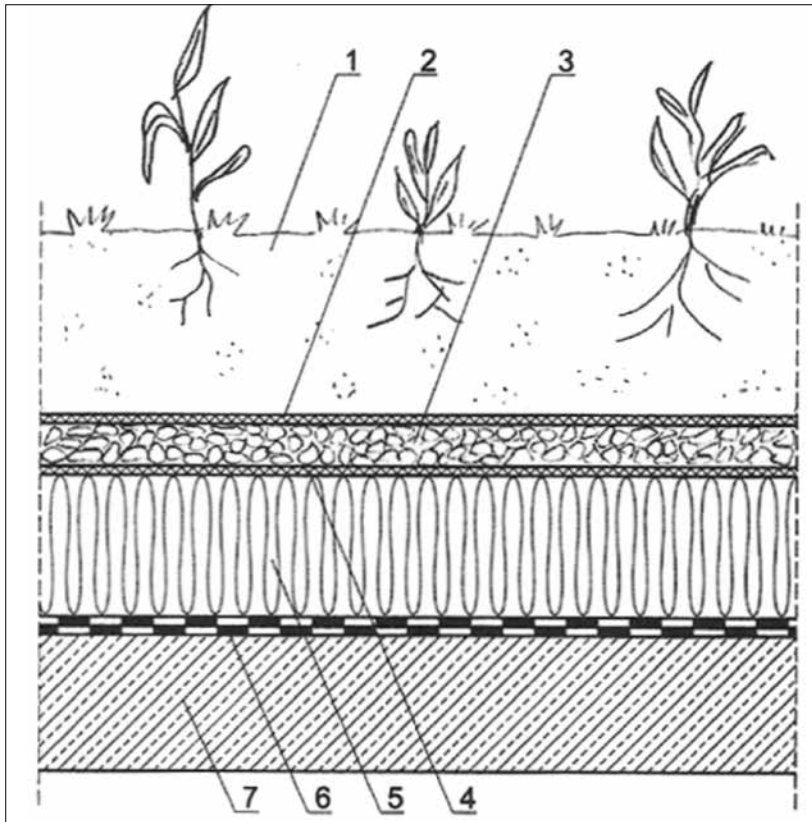
**Hydroizolacja** powinna się cechować przede wszystkim wodoodpornością, odpowiednią wytrzymałością na ściskanie, wysoką odpornością na działanie kwasów humusowych oraz innych związków występujących w warstwie wegetacyjnej, jak również na środki chemiczne, nawozy, grzyby oraz pleśń. Musi być również odporna na przerastanie korzeni lub zabezpieczona przed uszkodzeniem przez korzenie. Coraz częściej w tym celu stosowane są samoprzylepne membrany bitumiczne oraz modyfikowane tworzywami sztucznymi grubowarstwowe masy bitumiczne (tzw. masy KMB). Masy KMB cechują się nie tylko wysoką odpornością chemiczną, ale dzięki możliwości nanoszenia natryskowego możliwe jest wykonanie w ciągu jednego dnia bez-

szwowej powłoki o powierzchni nawet kilkuset metrów kwadratowych.

**Ochrona przed przerastaniem korzeni** musi trwale zabezpieczać hydroizolację przed uszkodzeniami powodowanymi wrastaniem korzeni i/lub kłączy. Zabezpieczenie takie wymagane jest zarówno w przypadku zazielenienia intensywnego, jak i pasywnego. Funkcją zabezpieczenia przed korzeniami może pełnić dodatkowa warstwa nad izolacją wodochronną – np. folie z tworzyw sztucznych (HDPE, PVC) o grubości przynajmniej 0,8 mm – lub sama hydroizolacja. W tym drugim przypadku stosuje się np. papy z dodatkiem środków odpychających korzenie (jedynie w przypadku dachów ekstensywnych) lub też papy z wkładką folii miedzianej (grubość wkładki nie powinna być mniejsza niż 0,2 mm).

**Powłoka ochronna** stanowi dodatkowe zabezpieczenie dla izolacji wodochronnej oraz ochrony antykorzyznej.

Pod warunkiem zastosowania odpowiednich materiałów może stanowić jednocześnie warstwę rozdzielającą. **Termoizolacja** stosowana w układzie dachu zielonego musi być odporna na obciążenia mechaniczne – na warstwie izolacji cieplnej spoczywa cała ciężar dachu – oraz na zwilgocenie. Dlatego też zalecane jest stosowanie twardych płyt z polistyrenu ekstrudowanego (XPS), pianki poliuretanowej (PIR/PUR), a przy większych obciążeniach szkła piankowego. Grubość termoizolacji powinna być określona przez projektanta na podstawie obliczeń ciepłno-wilgotnościowych. Aby uniknąć powstawania mostków cieplnych, należy stosować płyty o frezowanych obrzeżach lub też układać dwie cieńsze warstwy (mijankowo). **Warstwa rozdzielająca** ma za zadanie odseparować od siebie warstwy nietolerujące się chemicznie, względnie warstwę drenażową bądź



**Rys. 5** | Stropodach zielony w układzie odwróconym [2]: 1 – warstwa roślinna, 2 – warstwa filtrująca, 3 – warstwa drenażowa, 4 – warstwa ochronna, 5 – termoizolacja, 6 – hydroizolacja, 7 – konstrukcja nośna

od termo-, bądź od hydroizolacji. Funkcję tę mogą pełnić np. geowłókniny polipropylenowe, o gramaturze 200 g/m<sup>2</sup>, gdy bezpośrednio na termoizolacji układana jest warstwa drenująca oraz przy niewielkim obciążeniu mechanicznym. Przy wyższych obciążeniach należy zastosować włókniny o ciężarze powierzchniowym 500 g/m<sup>2</sup> lub wyższym.

**Warstwa drenażowa** ma za zadanie odprowadzanie wody, powinna jednak cechować się również zdolnością do akumulacji wilgoci niezbędnej do wegetacji roślin. Warstwa drenażowa stanowi ponadto miejsce do penetracji korzeni. Powszechnie stosowanym rozwiązaniem jest warstwa żwiru rzeczno-ego o uziarnieniu 8/32 mm. Grubość warstwy

drenażowej przyjmuje się na podstawie planowanego rodzaju zazielenienia i wynosi ona przeciętnie od 6 do 10 cm przy zazielenieniu ekstensywnym oraz od 10 do 30 cm przy intensywnym. Grubość warstwy drenażowej może być zredukowana dzięki dodatkowemu zastosowaniu takich materiałów, jak płyty i maty drenujące, płyty polistyrenowe czy włókniny strukturalne.

**Warstwa filtracyjna** układana jest między warstwami roślinną a drenażową, ale może być również częścią systemowej warstwy drenującej i/lub ochronnej. Jej zadaniem jest zapobieganie wypłukiwaniu z warstwy roślinnej drobnych cząstek, co mogłoby powodować zamulanie warstwy drenażowej. Nie

może jednak wpływać negatywnie na przenikanie wody. Musi być ponadto chemicznie i biologicznie czynna. Zazwyczaj się stosuje w tym przypadku geowłókniny o gramaturze 150–200 g/m<sup>2</sup>.

**Warstwa roślinna** powinna posiadać takie właściwości, aby zapewnić warunki do wzrostu roślinności. Chodzi tu przede wszystkim o zdolność gromadzenia i przepuszczania wody, odporność na ssanie wiatru, zapewnienie roślinom składników mineralnych niezbędnych do wzrostu, pH w granicach od 5,5 do 9,5. Przy zazielenieniu ekstensywnym miąższość warstwy roślinnej wynosi zazwyczaj od 6 do 15 cm. W przypadku zazielenienia intensywnego nie powinna być ona mniejsza niż 35 cm, ale może wynosić nawet do 2 m. Grubość warstwy podłoża glebowego znajduje odzwierciedlenie w ciężarze dachu zielonego, który może wynosić od 300 do 1000 kg/m<sup>2</sup> [3].

## Literatura

1. A. Byrdy, *Dachy płaskie – rozwiązania trwałe i estetyczne*, „Izolacje” nr 7/8/2009.
2. J. Kerste, W. Kubiszyn, *Dachy i pokrycia dachowe*, w: „Budownictwo ogólne”, tom 3 „Elementy budynków, podstawy projektowania”, Arkady, Warszawa 2008.
3. P. Koźuchowski, *Zielony dach odwrócony*, „Inżynier Budownictwa” nr 4/2012.
4. Z. Matkowski, J. Adamowski, *Materiały do wykonywania warstw hydroizolacyjnych w dachach płaskich*, „Izolacje” nr 4/2016.
5. H.A. Nowak, *Stropodachy – uszkodzenia oraz sposoby naprawy i modernizacji*, „Izolacje” nr 4/2007.
6. M. Rokiel, *Jak wykonać taras i dach zielony – poradnik*, Dom Wydawniczy Medium, Warszawa 2011.
7. J. Sawicki, *Jak poprawnie zaprojektować i wykonać izolacje przeciwwodne dachów płaskich*, „Izolacje” nr 4/2009. ■



# Izolacja tarasu nad pomieszczeniem ogrzewanym

mgr inż. **Tomasz Kamiński**  
kierownik techniczno-handlowy  
Schomburg Polska Sp. z o.o.

**T**aras, czyli poziomy element konstrukcji znajdujący się w większości budynków, pod względem użytkowym w znacznym stopniu podnosi ich atrakcyjność, ale również przysparza dodatkowych problemów technicznych.

Odpowiednio zaprojektowany i wykonany taras musi zapewnić stuprocentową szczelność i pełnić odpowiedzialną funkcję dachu chroniącego konstrukcję poniżej przed wnikaniem wilgoci oraz oddziaływaniem wód opadowych.

Najczęściej spotykanym wykończeniem „podłogi” tarasu są płytki ceramiczne, które w połączeniu z izolacją tworzą powierzchniowe odprowadzenie wody. W tego typu rozwiązaniach najważniejszym elementem jest uszczelnienie podpłytkowe, które zabezpiecza warstwę tarasu przed wnikaniem wody oraz w efekcie decyduje o trwałości konstrukcji w strefach o wysokiej różnicy temperatury. Dla obszaru północno-wschodniej Polski występuje w ciągu roku ponad 100 cykli przejść przez 0°C, więc wszelkie błędy zostają szybko uwidocznione, a koszt ich wyeliminowania jest często kilkakrotnie wyższy niż nakłady zaoszczędzone na etapie wykonania.

Prace na płycie konstrukcyjnej rozpoczynamy od wykonania warstwy spadkowej (1,5–2%), która zapewni skuteczne odprowadzenie wody. Jedną z metod wykonania warstwy spadkowej jest zastosowanie ASOPLAST MZ, czyli polimerowej emulsji używanej do modyfikacji zapraw, lub mas naprawczych z grupy

ASOCRET. Warstwa spadkowa, wykonana bezpośrednio na płycie konstrukcyjnej, eliminuje kwestię zmiennej grubości kolejnych warstw oraz problem nierównomiernego rozkładu obciążenia. Na warstwie spadkowej wykonujemy izolację międzywarstwową (pełniącą również funkcję paroizolacji) przy użyciu polimerowej masy bitumicznej COMBLIC 2K PREMIUM, układanej w dwóch warstwach o łącznej grubości 4 mm. Na utwardzoną izolację międzywarstwową układamy termoizolację z polistyrenu ekstrudowanego. Następnie, po rozłożeniu warstwy poślizgowej z folii budowlanej, układamy warstwę dociskową, którą w celu usprawnienia prac możemy wykonać z szybkosprawnego jastrychu cementowego ASO EZ2 PLUS. W warstwie dociskowej wykonujemy dylatacje brzegowe i strefowe zgodnie z zaleceniami projektowymi. Na warstwie dociskowej wykonujemy najważniejszy element uszczelniający konstrukcję tarasu, czyli izolację podpłytkową z mineralnego szlamu elastycznego AQUAFIN 2K/M, układanego w dwóch warstwach, o łącznej grubości 2 mm. W przeciętnych warunkach użytkowych powłoki AQUAFIN 2K/M nie wzmacniamy warstwą zbrojącą. AQUAFIN 2K/M, oprócz podstawowych zadań stawianych wysokiej jakości hydroizolacjom, pełni również funkcję powierzchniowej ochrony betonu i jest odporny na środowisko agresywne w klasie ekspozycji XA3.

Uzupełnieniem systemu izolacji bezszwowej jest grupa taśm ASO DICHTBAND, które, wklejane w warstwę izolacji mineralnej, uszczelniają szczeliny dylatacyjne. W przypadku tarasów o wysokim nasłonecznieniu oraz przy formacie płytki powyżej 0,09 m<sup>2</sup> zaleca się stosowanie kleju odkształcalnego klasy C2 S2. Wiodącym produktem w tej kategorii jest mineralny klej dwukomponentowy UNIFIX 2K/6.



Ważnym elementem jest prawidłowe wykonanie prac okładzinowych, zapewniające stuprocentowe wypełnienie przestrzeni pod płytką, dzięki czemu wyeliminujemy miejsca do gromadzenia się wody, która w procesie zamarzania wywołuje dodatkowe naprężenia. Często pomijanym detalem jest szerokość spoiny, która w przypadku tarasów powinna wynosić min. 5 mm i umożliwić odpowiednią pracę termiczną okładziny. Spoinowanie wykonujemy używając mineralnej zaprawy HF05 BRILLANTFUGE, a szczeliny dylatacyjne uzupełniamy sznurem polipropylenowym i masą poliuretanową INDUFLEX PU.

Osoby świadome problemów związanych z trwałością tarasu coraz częściej sięgają po niezawodne rozwiązania i produkty firmy SCHOMBURG, które na polskim rynku są obecne nieprzerwanie już od 25 lat, zatem z pełną odpowiedzialnością można je określić mianem sprawdzonych. ■

**SCHOMBURG**



**SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.**

ul. Skłęczkowska 18A, 99-300 Kutno  
tel. +48 24 254 73 42  
fax +48 24 253 64 27  
www.schomburg.pl



# Przewodnik Projektanta

W procesie inwestycyjnym, obok inwestora, inspektora nadzoru i kierownika budowy, bardzo ważną rolę odgrywa projektant. Jego funkcja jest bardzo złożona i wymagająca. To od niego oczekuje się nie tylko kreatywności, nadzoru nad realizacją zaprojektowanej inwestycji, uzgadniania działań z pozostałymi

uczestnikami procesu, ale również wiedzy dotyczącej opracowania projektów zgodnie ze sztuką budowania. Przewodnik Projektanta jest skierowany właśnie do tej grupy osób, które zajmują się projektowaniem. W naszej publikacji zwracamy uwagę na istotną z punktu widzenia projektanta tematykę związaną z obo-

wiązującymi regulacjami prawnymi i procedurami z zakresu wykonywania działań projektowych w procesie inwestycyjnym. Kierujemy ją do osób, które chcą poszerzyć swoją wiedzę o procesie projektowania z uwzględnieniem specyfiki materiałów budowlanych, wykończeniowych i instalacyjnych.

## Budowanie to sztuka

W Przewodniku Projektanta możemy przeczytać m.in. artykuły napisane przez autorów reprezentujących środowisko prawnicze i uczelnie techniczne, którzy zwracają uwagę na różne normy prawne oraz techniczne mające zastosowanie w budownictwie.

Polecam Państwu uwadze artykuły:

■ *Korzyści z projektowania w BIM*, mgr inż. Krzysztof Kaczorek, inż. Szymon Janczura;

■ *Projektant a realizacja inwestycji ze środków publicznych*, dr nauk prawnych Mariusz Filipek;

■ *Przebudowa i rozbudowa zgodnie z prawem*, radca prawny Kamil Stolarski;

■ *Opracowanie i uzgodnienie projektu budowlanego*, dr inż. Jerzy Obolewicz;

■ *Odpowiedzialność prawna projektanta*, radca prawny Kamil Stolarski.

W publikacji prezentujemy również rozwiązania związane z oprogramowaniem, materiałami konstrukcyjnymi, izolacyjnymi, wykończeniowymi oraz instalacyjnymi, które oferowane są przez firmy działające na rynku budowlanym. Zamieszczamy także informacje o ich produktach oraz wypowiedzi ekspertów na tematy dotyczące różnych zagadnień technicznych związanych z budownictwem.

## Firmy, które zamieściły swoją ofertę w Przewodniku Projektanta



DOKA POLSKA Sp. z o.o.



Ecol-Unicon Sp. z o.o.



Elektromontaż Rzeszów SA



FLUOR S.A.



FRANKI POLSKA Sp. z o.o.



Getzner Werkstoffe GmbH



GMV Polska Sp. z o.o.



Grupa SILIKATY Sp. z o.o.



ICOPAL Sp. z o.o.

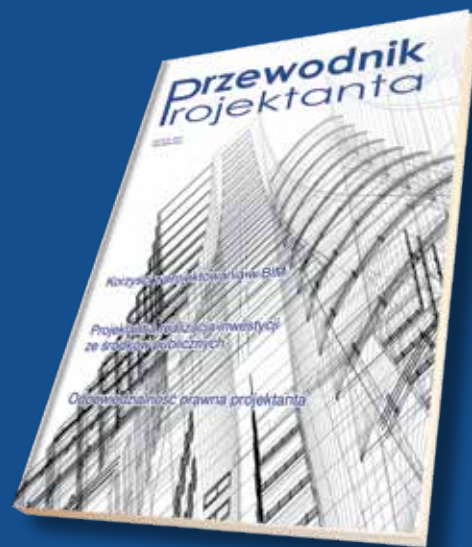


BARWA SYSTEM Sp. z o.o.

# Pobierz e-wydanie Przewodnika Projektanta

Wersję drukowaną Przewodnika Projektanta otrzymują członkowie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, ale elektroniczna wersja publikacji jest ogólnodostępna.

Na stronie [www.kataloginzyniera.pl](http://www.kataloginzyniera.pl) jest zamieszczone e-wydanie, zawierające całą publikację, którą udostępniamy bezpłatnie wszystkim zainteresowanym tą tematyką.



## Firmy, które zamieściły swoją ofertę w Przewodniku Projektanta



ISOROC Polska S.A.



Kessel Sp. z o.o.



INTERsoft sp. z o.o.



KONBET POZNAŃ Sp. z o.o., Sp.k.



Leca Polska sp. z o.o.



RMIG sp. z o.o.



ROBERT BOSCH Sp. z o.o.



SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.



TM TECHNOLOGIE Sp. z o.o.



WSC Witold Szymanik i S-ka Sp. z o.o.  
Graphisoft Center Poland

Na stronie internetowej [www.kataloginzyniera.pl/artykuly](http://www.kataloginzyniera.pl/artykuly) są zamieszczone wszystkie artykuły z Przewodnika Projektanta. Ponadto serwis zawiera kilka tysięcy kart technicznych produktów, informacje związane z materiałami budowlanymi i instalacyjnymi,

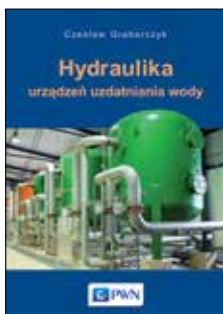
a także technologiami stosowanymi przy budowie obiektów budownictwa kubaturowego i inżynierskiego, ich remontach i modernizacjach.

Udostępniamy również e-wydania pozostałych naszych publikacji, m.in. VADEMECUM Izolacje, edycja 2017.

Zachęcam do składania zamówień na Katalog Inżyniera – formularz dostępny na naszej stronie internetowej.

Anna Dębińska  
redaktor naczelna  
– redakcja katalogów

# [www.kataloginzyniera.pl](http://www.kataloginzyniera.pl)



### HYDRAULIKA URZĄDZEŃ UZDATNIANIA WODY

Czesław Grabarczyk

Wyd. 1, str. 220, oprawa miękka, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.

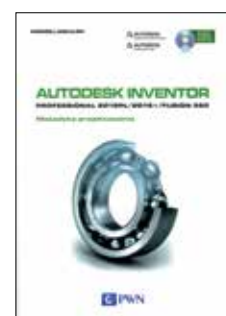


Autor przedstawia analizę zjawisk przepływowych, matematyczny opis fizycznych warunków działania wybranych ciśnieniowych układów urządzeń uzdatniania wody oraz ich współdziałanie z układami pompowymi ujęcia wody i urządzeniami odbioru wody uzdatnionej, takimi jak terenowe lub wieżowe zbiorniki zapasowo-wyównawcze i sieć rozbioru wody.

### AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2018PL/2018+ /FUSION 360. METODYKA PROJEKTOWANIA

Andrzej Jaskulski

Wyd. 1, str. 1208, oprawa miękka, z płytą CD, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.



Podręcznik przeznaczony jest dla osób pragnących nauczyć się projektowania wyrobów (obejmującego także symulację, obliczenia MES i analizy klasyczne) oraz zarządzania ich dokumentacją za pomocą programów: Autodesk Inventor Professional 2018 (lub wersji nowszej) oraz Autodesk Fusion 360. Opisuje m.in. metody modelowania hierarchicznego (FBM) i swobodnego (SFM) realizowanego klasycznie oraz metodą przetwarzania w chmurze.



### SŁUŻEBNOŚĆ PRZESYŁU W PRAKTYCE NA PRZYKŁADZIE PRZEDSIĘBIORSTW WODOCIĄGOWO-KANALIZACYJNYCH

Barbara Boniecka, Jędrzej Bujny, Bartłomiej Jankowski, Mikołaj Maśliński, Bartosz Rakoczy (red. naukowy), Swietlana Szewczuk

Wyd. 1, str. 224, oprawa miękka, seria „Poradniki LEX”, Wydawnictwo Wolters Kluwer Polska SA, Warszawa 2017.

Autorzy opisują podstawowe problemy służebności przesyłu i proponują kierunki ich rozwiązania; wiele miejsca poświęcają w szczególności problemom związanym z ustanawianiem służebności przesyłu na rzecz przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

### ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII NAZIEMNEGO SKANINGU LASEROWEGO W WYBRANYCH ZAGADNIENIACH GEODEZJI INŻYNIERYJNEJ

Praca zbiorowa (red. J. Zaczek-Peplinska, M. Strach)

Wyd. 1, str. 124, oprawa miękka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2017.

Monografia prezentuje wiedzę i doświadczenia autorów w zakresie stosowania technologii naziemnego skaningu laserowego na wybranych przykładach. Pokazuje przydatność tej technologii m.in. w geodezji inżynierskiej i budownictwie.

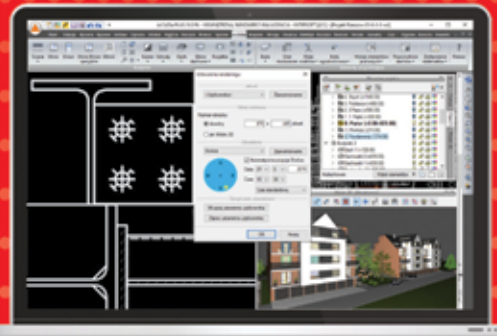


CAD DLA ARCHITEKTÓW, KONSTRUKTORÓW  
I INSTALATORÓW20 LAT!  
NA RYNKU

Przygotowaliśmy dla Państwa wyjątkową ofertę, aby uczcić 20-lecie istnienia INTERsoftu.

Wybierz programy w cenie (katalogowej) co najmniej 4 000,- netto, a następnie

- korzystaj z nich przez rok za 12% ceny, w tym czasie możesz je wykupić za 38% ceny lub
- od razu kup je za 38% ceny.

Szczegóły promocji na: [www.intersoft.pl](http://www.intersoft.pl)

Zachęcamy do kontaktu  
z Działem Sprzedaży:  
tel. +48 42 689 11 23

RABAT  
-62%

## krótko

Prognozy dla polskiego  
ryнку budowlanego

Według danych GUS w pierwszym półroczu 2017 r. produkcja budowlano-montażowa w Polsce wzrosła o 7,6% r/r. Po istotnym spadku produkcji budowlano-montażowej zarejestrowanym w 2016 r., analitycy Haitong Bank w tym roku spodziewają się jej wyraźnego wzrostu oraz jego kontynuacji w latach 2018–2020. Podstawowe znaczenie dla rozwoju krajowego rynku budowlanego ma oczekiwane przyspieszenie realizacji kontraktów infrastrukturalnych. Rozwijać się będzie również budownictwo energetyczne.

Haitong Bank przewiduje także utrzymanie się dobrej sytuacji w budownictwie mieszkaniowym w 2018 r., a później jedynie umiarkowane spowolnienie. Pierwsze oznaki wyhamowania w tym segmencie budownictwa prawdopodobnie wystąpią dopiero w 2019 r., głównie ze względu na fakt, że deweloperzy ze słabszą pozycją na rynku zaczną borykać się z problemem braku dostatecznej ilości gruntów na nowe projekty oraz za sprawą oczekiwanego dalszego spadku w przedsprzedaży.



Fot. K. Wiśniewska

# Korzyści z projektowania w BIM

mgr inż. **Krzysztof Kaczorek**  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Politechnika Warszawska

współautor: inż. **Szymon Janczura**

BIM to informacja graficzna (3D) i niegraficzna (parametryczna), która może być wykorzystywana na różne sposoby w procesie powstawania budynku i jego zarządzania.

**BIM** pozwala przypisać obiektom trójwymiarowym (BIM zawsze będzie się opierał na brytach, ale samo projektowanie 3D nie jest jeszcze BIM-em) informację niegraficzną, która jest przetwarzana przez aplikację BIM. Proces modelowania jest oparty na inteligentnych obiektach 3D, tzn. „rozumiejących” kontekst całego budynku, np. okno wie, że ma wygenerować otwór w ścianie, klimatyzator wie, jaką objętość powietrza w budynku musi schłodzić itp. Dopiero po takim zabiegu możliwe jest, aby program „zrozumiał”, na jakich elementach i materiałach pracuje, a tym samym zautomatyzował procesy, które do tej pory wymagały manualnego opracowania. O jakich procesach mowa? Można tu wymienić na przykład:

- analizę kosztów, ilość potrzebnych materiałów oraz czas realizacji;
  - lokalizowanie błędów i kolizji w dokumentacji (zwłaszcza przy koordynacji różnych branż, np. instalacji sanitarnych i architektury);
  - tworzenie nowatorskich, innowacyjnych, wcześniej niespotykanych rozwiązań konstrukcyjnych;
  - planowanie i zarządzanie procesem inwestycyjno-budowlanym [1, 5, 6].
- W terminologii BIM wprowadzone zostały kolejne „wymiar” wykraczające poza 3D, które nie robi na nikim wrażenia, ale jest standardem. Są to:

- 4D – czas,
- 5D – koszt,
- 6D – analiza energetyczna,
- 7D – zarządzanie nieruchomością,
- 8D – analiza czynników ryzyka.

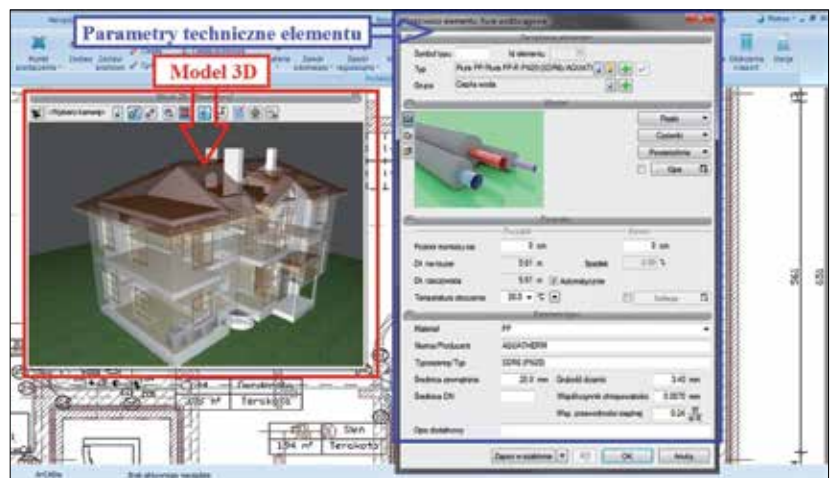
Należy podkreślić, że nie istnieje jedna aplikacja BIM obejmująca wszystkie wymienione wymiary, lecz wiele różnych oprogramowań specjalizujących się w różnych etapach życia budynku. Współpraca między programami i zarządzanie informacją zgromadzoną w modelu 3D odbywa się poprzez procedury eksportu i importu danych. W artykule wymienione są ogólne zalety poszczególnych „wymiarów” BIM. Dokładne funkcje i możliwości są indywidualną cechą każdego oprogramowania.

## BIM 4D, czyli usprawnione zarządzanie czasem

BIM 4D to integracja harmonogramu, czyli czasu z modelem budynku 3D, tworząca w rezultacie nowoczesną formę wizualizacji procesu budowy. Zamiast analizowania poziomych linii tradycyjnego wykresu Gantta lub skomplikowanego modelu sieciowego model 4D odgrywa rolę graficznego interfejsu między wykresem Gantta a modelem 3D.

## Elementy są wyświetlane równocześnie z postępem robót budowlanych

Pozwala to na szybkie zrozumienie, do których części budynku odnosi się harmonogram, a przede wszystkim umożliwia zaobserwowanie poszczególnych robót w kontekście otoczenia.



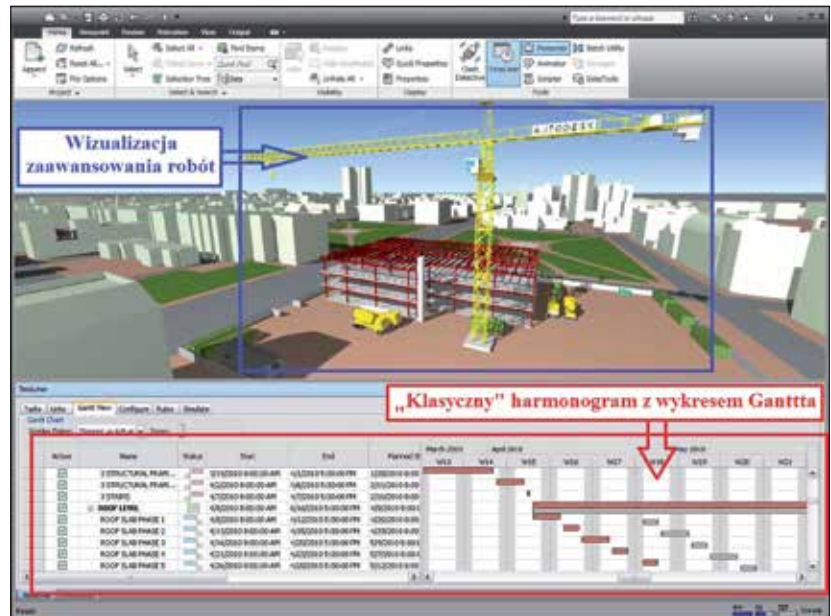
Rys. 1 | Przykładowy panel pracy podczas tworzenia modelu BIM [10]

Zalety wynikające z zastosowania BIM 4D:

- Możliwe jest przeprowadzenie symulacji realizacji robót budowlanych – dzięki temu podmiot planujący roboty budowlane ma możliwość weryfikacji, czy projektowane prace nie będą generowały kolizji lub utrudnień na placu budowy; symulacja pozwala również wychwycić newralgiczne punkty budowy z perspektywy BHP.
- Jeśli dokumentacja została zamieszczona na ogólnodostępnym serwerze (w tzw. chmurze internetowej), a postęp robót jest na budowie na bieżąco aktualizowany, jest to duże udogodnienie dla podmiotów zainteresowanych zaawansowaniem robót, np. deweloperów czy przyszłych mieszkańców budynku; 4D staje się zarówno narzędziem wizualizacyjnym, jak i komunikacyjnym, dającym możliwość zrozumienia projektu bez konieczności analizy niejednokrotnie skomplikowanych planów.
- Ułatwia projektowanie strategii realizacji inwestycji.
- Umożliwia porównanie na bieżąco stanu faktycznego ze stanem przewidzianym w harmonogramie w dużo bardziej przejrzystej formie; na przykład za pomocą kodowania obiektów kolorem widzimy, w których obszarach budowa ma opóźnienia lub wyprzedza harmonogram (np. na czerwono zaznaczone są elementy opóźnione, na żółto zgodnie z terminami, na zielono przed planowaną datą zakończenia robót); możemy również nadawać status: przed wybudowaniem, w trakcie, wybudowane.

### BIM 5D, czyli usprawnione zarządzanie kosztami

BIM 5D uzupełnia wcześniejsze analizy o dodanie funkcjonalności związanej z zarządzaniem kosztami inwe-



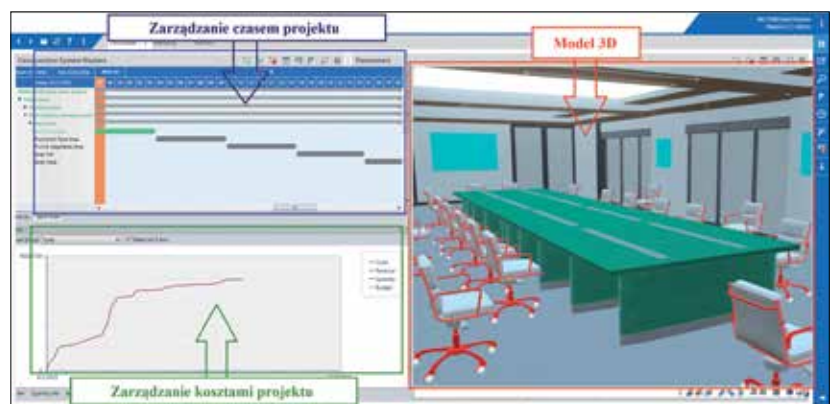
Rys. 2 | Panel pracy podczas tworzenia modelu BIM 4D [12]

stycji. Dzięki temu osiągnięte zostają kolejne korzyści:

- Zautomatyzowanie procesu tworzenia kosztorysów – bazując na wygenerowanych wcześniej przedmiarach w aplikacji do modelowania BIM 3D, możliwe jest uzupełnienie ich o ceny, dzięki czemu uzyskiwane jest kompleksowe zestawienie; ponieważ wszystkie zmiany w projekcie automatycznie znajdują swoje odzwierciedlenie w zestawieniach kosztów, możliwa jest analiza większej liczby

wariantów w celu ustalenia tego optymalnego pod względem kosztowym; w przypadku polskiego prawa zamówień publicznych może być to kluczowa funkcja przy sporządzaniu oferty przez potencjalnych wykonawców.

- Objętości, powierzchnie, długości obliczane są z dokładnością do tysięcznych części – przedmiarowanie na podstawie modelu 3D jest mniej podatne na błędy niż standardowy przedmiar na podstawie dokumentacji 2D; dzięki temu możliwe jest



Rys. 3 | Panel pracy podczas tworzenia modelu BIM 5D [7]

zdecydowanie rzetelniesze wykonanie wyceny poszczególnych elementów oraz robót budowlanych.

- Usprawniony proces związany z wykonywanymi płatnościami – dzięki powiązaniu kosztów z wcześniej utworzonym harmonogramem i modelem 3D możliwe jest stworzenie kompleksowego planu wydatków związanych z przedsięwzięciem; to w nim będą odnotowane informacje dotyczące chociażby konieczności wykonania płatności za zamówione materiały czy wykonane przez podwykonawców roboty budowlane [4].

### BIM 6D, czyli usprawniona analiza energetyczna obiektu

Przez BIM 6D rozumie się możliwość dokonywania złożonych analiz, np. energetycznych. Z faktu przyporządkowania do poszczególnych elementów parametrów technicznych (np. ściana zbudowana jest z warstw, warstwy to konkretne materiały, materiały mają podany współczynnik przenikalności cieplnej) oraz wbudowanych algorytmów analitycznych, symulacyjnych oraz optymalizacyjnych możliwe jest uzyskanie następujących korzyści:

- Usprawnienie procesu przeprowadzania analizy energetycznej – co

więcej, analiza może być uaktualniana w obliczu zmian projektowych oraz pośredniczyć w ich wprowadzaniu.

- Przeprowadzanie symulacji, w którejbrane są pod uwagę różne rozwiązania projektowe – dzięki temu projektant może uzyskać od programu sugestię dotyczącą chociażby wyeliminowania mostka cieplnego czy poprawienia izolacyjności termicznej przegrody; co ciekawe, aplikacje na podstawie podania adresu realizacji inwestycji, mają możliwość łączenia się z najbliższą stacją meteorologiczną; na podstawie danych z wybranej stacji generowane są przydatne raporty, szczególnie ważne na etapie koncepcyjnym, takie jak np. ilość emisji CO<sub>2</sub>, szacunkowe zapotrzebowanie na energię; na ich podstawie możemy podjąć decyzję np. o usytuowaniu budynku względem stron świata.
- Przeprowadzanie analiz w skali makro – przez termin „skala makro” należy rozumieć grupę sąsiadujących ze sobą obiektów (np. osiedle domków jednorodzinnych); w tej skali możliwa jest analiza również takich czynników, jak przepływ wiatru, nasłonecznienie, wzajemne oddziaływanie budynków, kształto-

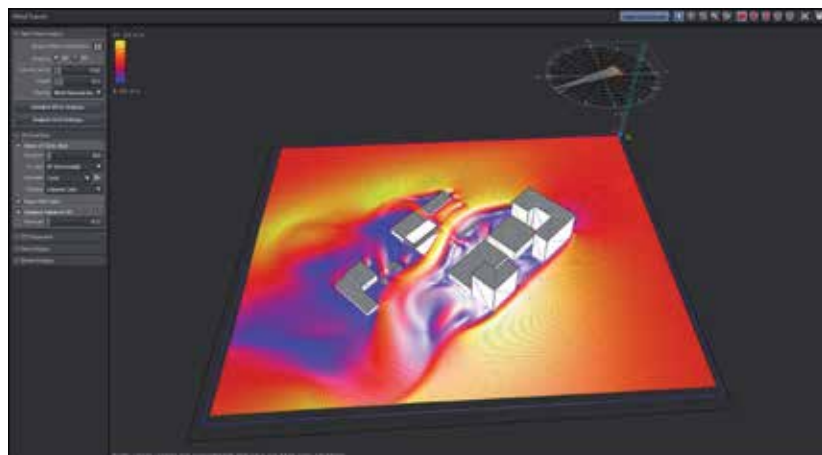
wanie i zagospodarowanie terenu, a nawet możliwość zastosowania centralnych systemów ogrzewania i wentylacji [3, 8].

### BIM 7D, czyli usprawnione zarządzanie obiektem

Pod akronimem BIM 7D kryje się proces zarządzania obiektem budowlanym (Facility Management). Model 3D integrowany jest z dokumentacją papierową. Scentralizowana baza wszystkich danych o istniejącym budynku umożliwia zarządzanie nim w różnych obszarach:

- Space Management – zarządzanie powierzchnią użytkową, czyli zarządzanie informacjami o: pomieszczeniach wraz z ich planami, rozmieszczeniu sprzętów, użytkowników tej przestrzeni, historii wynajmu oraz finansach; BIM może asystować w zakresie np. optymalizacji przestrzeni.
- Maintenance Management – to głównie zarządzanie pracami remontowymi, modernizacyjnymi oraz konserwacyjnymi przez monitorowanie stanu obiektu; jest to zarządzanie ściśle powiązane z czasem, harmonogramem, np. system informuje nas o potrzebie wymiany gaśnicy w konkretnym pomieszczeniu; wygenerowany alarm trafia na skrzynkę mailową osoby decyzyjnej czy osoby wykonującej wymianę lub konserwację.
- Asset Management – zarządzanie wartością/aktywami nieruchomości, czyli sprawne zarządzanie informacjami o wykończeniu i wyposażeniu obiektu, a także monitorowanie jego wartości; co ważne, monitorowane są również systemy ukryte, w ścianach czy też nad sufitami podwieśzanymi [6].

Obserwuje się dynamiczny wzrost zainteresowania tym obszarem, głównie w związku z dużymi zyskami dla inwestora. Dotychczasowy sposób



Rys. 4 | Przykładowy interfejs programu do analizy energetycznej w skali makro – na rysunku analiza wiatru [13]



magazynowania informacji jest bardzo przestarzały i nieefektywny. Dane przechowywane są niejednokrotnie w formie papierowej, w segregatorach, wydrukowanych arkuszach itp. Aplikacje BIM do FM (Facility Management) oferują ogólnie dostępną informację gromadzoną najczęściej w chmurze. Komponenty mają dokładną lokalizację, geometrię i opis z załącznikami: atestami, gwarancjami itp. Oczywiście stworzenie takiego systemu wymaga nakładów, jednak w długotrwałym okresie jest to wysoce opłacalne. Co istotne, BIM znajduje zastosowanie również dla budynków istniejących, nawet tych, które zaprojektowane zostały w systemie CAD. W takim przypadku należy przemodelować istniejącą dokumentację 2D w aplikacji BIM, co jest coraz częściej praktykowane.

Kolejnym krokiem w zarządzaniu nieruchomością może być integracja obiektów 3D z systemami automatyzacji i kontroli BAS (ang. Building Automation System). Na przykład, system klimatyzacyjny budynku jest wyposażony w sensory temperatury, dane z sensorów wpływają do aplikacji FM BIM, program podejmuje decyzję o aktywności klimatyzatorów w ciągu dnia, optymalizując zużycie energii.

### BIM 8D, czyli usprawnione zarządzanie bezpieczeństwem inwestycji

BIM 8D to narzędzia symulacyjne związane z analizą czynników ryzyka. BIM 8D umożliwia:

- Analizę czynników ryzyka związanych ze wznoszeniem oraz eksploatacją obiektu,
- Usprawnianie procesu projektowania elementów związanych z bezpieczeństwem eksploatacji obiektu (np. dzięki przeprowadzonym symulacjom możliwe jest opracowanie optymalnej trasy dla drogi ewakuacyjnej) [2, 9].



Rys. 5 | Zastosowanie BIM 8D do modelowania drogi ewakuacyjnej [11]

### Podsumowanie

Postęp technologii informatycznych, z którymi BIM jest nierozdzielnie związany, wyznacza obecnie granicę możliwości, która z roku na rok przesuwa się coraz dalej. Podane w tym artykule pojęcia nie są obowiązującą terminologią, lecz jedynie koncepcją, która pomaga ustrukturyzować niektóre obszary, w których udział bierze metodologia BIM. Całkowity zasięg oddziaływania BIM na branżę budowlaną jest dużo szerszy niż objętość tego artykułu. Jego implementacja w przedsiębiorstwie to złożone zagadnienie, które wymaga przemyślanej strategii, jednak nie należy się jej obawiać. **Budownictwo w Polsce nie stoi przed wyborem, lecz koniecznością wdrożenia w swoje procesy tych technologii, tak aby pozostać konkurencyjnym na rynku światowym**, gdzie obserwuje się z zainteresowaniem BIM i jego legislację na poziomie rządowym.

### Literatura

1. A.O. Foremny, A.K. Nicał, *Building Information Modeling – stan obecny i kierunki rozwoju*, „Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” nr 3/2013.

2. I. Kamardeen, *8D BIM modelling tool for accident prevention through design*, Proceedings of the 26th ARCOM Conference, University of Leeds, UK, 2010.
3. A.K. Nicał, W.A. Wodyński, *Enhancing Facility Management through BIM 6D*, w: M. Hajdu, M.J. Skibniewski, Creative Construction Conference. Final program & Book of abstracts, OOK-Press Ltd, 2016.
4. P. Smith, *Project Cost Management with 5D BIM*. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, vol. 226, 2016.
5. K. Zima, *Wprowadzenie do BIM – definicje, rozwiązania, cele, korzyści*, w: krajowa konferencja „Dzień BIM 2017”.
6. A. Tomana, *BIM – Innowacyjna technologia w budownictwie. Podstawy, standardy, narzędzia*, PWB MEDIA S.J. Zdziebłowski, 2016.
7. [www.autodesk.com/blogs](http://www.autodesk.com/blogs)
8. [www.bimblog.pl](http://www.bimblog.pl)
9. [www.bimbt.com](http://www.bimbt.com)
10. [www.intersoft.pl](http://www.intersoft.pl)
11. [www.mottmac.com](http://www.mottmac.com)
12. [www.projektowaniebim.pl](http://www.projektowaniebim.pl)
13. [www.studiomaven.org](http://www.studiomaven.org) ■

# Kształtowniki gięte w budowie hal

**W** rozwoju budownictwa stalowego wyróżnić można etapy charakteryzujące się wyraźną zmianą sposobu kształtowania konstrukcji. W ważnym jego etapie lekka obudowa, wykorzystująca blachy profilowane, w połączeniu z nową generacją lekkich materiałów izolacyjnych, pozwoliła znacznie obniżyć obciążenia stałe, a tym samym istotnie zmniejszyć masę głównego ustroju nośnego budynku. Do dalszego obniżenia wartości obciążeń stałych przyczyniły się kształtowniki profilowane na zimno z blach cienkich, zwane powszechnie giętymi. W tym zakresie od końca lat 90. możemy mówić o dynamicznym wzroście potencjału wytwórczego, którego jednym z ważnych momentów jest utworzenie w końcu 2002 r. przez SCHRAG Polska Sp. z o.o. zakładu produkcyjnego w Konstantynowie Łódzkim.

Kształtowniki gięte na zimno znalazły zastosowanie przede wszystkim jako płatwie dachowe i rygle ściennie. Ich walorami są lekkość, wygodny transport i niezwykle prosty montaż. Znaczenie wyrobów giętych jest obecnie duże i będzie szybko rosło w związku z ogólnym dążeniem do zmniejszenia masy konstrukcji, co współcześnie jest jednym z wyznaczników nowoczesności.

## Technologia wytwarzania

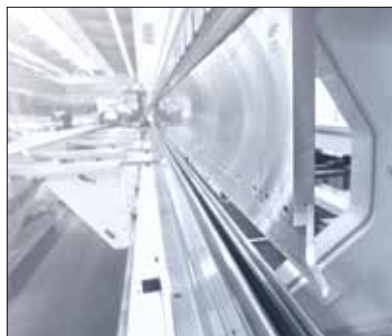
Wyroby gięte powstają w wyniku zagięcia płaskiej blachy w temperaturze pokojowej. Ukształtowany w ten sposób wyrób wykazuje sztywność i nośność nieporównywalnie większą niż wyjściowa blacha. Powierzchnia zewnętrzna kształtowników giętych, w przypadku stosowania materiału wyjściowego w postaci taśm cienkich blach, jest gładka, bez zgorzeliny i ma estetyczną antykorozyjną powłokę metaliczną. Powłoka metaliczna z cynku lub jego stopów z aluminium jest nakładana na blachę przed jej profilowaniem. Zagięcie kształtownika może być formowane

stopniowo lub równocześnie na całej długości, zależnie od technologii wytwarzania. Prasy do gięcia formują jedno zagięcie jednocześnie na całej długości kształtownika. Taśma stalowa jest umieszczona na nieruchomej matrycy z odpowiednio wyprofilowanym rowkiem. Od góry naciska listwa profilująca (tłocznik), która wciąga blachę w rowek matrycy (rys. 1).

SCHRAG Polska posiada jedną z najdłuższych pras krawędziowych w Polsce, która pozwala na profilowanie kształtowników o długości do 12,55 m. Technologia gięcia krawędziowego umożliwia wytwarzanie kształtowników otwartych, w tym półzamkniętych, o praktycznie dowolnych kształtach i wymiarach, a stosowanie przez SCHRAG obrabiarek sterowanych numerycznie zapewnia stuprocentową powtarzalność kształtów i wymiarów oraz bardzo wysoką jakość (rys. 2).

## Zastosowanie elementów profilowanych na zimno

W ostatnich dekadach szczególnie szeroko rozpowszechniły się belki z kształtowników giętych zastosowane na płatwie dachowe i rygle ściennie (rys. 3). Belki z kształtowników tego rodzaju charakteryzują się korzystnym stosunkiem masy do nośności i sztywności. Ich zastosowanie jest uzasadnione względami wykonawczymi i estetycznymi.



Rys. 1



Rys. 2

Wspierają one lekką obudowę dachową i ścienną, wykorzystującą stalowe blachy profilowane.

Niewielkie grubości blach obudowy i ścianek kształtowników giętych pozwalają na łatwe łączenie ich łącznikami mechanicznymi. Dysponowanie kształtownikami o tej samej wysokości przekroju poprzecznego a różnymi grubościami ścianek umożliwia dostosowanie sztywności giętej płatwi do rozkładu momentu zginającego. Większa nośność potrzebna jest w przęsłach skrajnych płatwi ciągłych, a także w miejscach powstawania zasp śnieżnych. Na podporach pośrednich większą nośność uzyskuje się stosując zakłady.



Rys. 3

Najpowszechniej stosowanymi kształtownikami są zetowniki, ceowniki oraz ich odmiany z usztywnieniami brzegowymi czy też przegięciami. SCHRAG oferuje takie profile o dowolnych wymiarach przekroju poprzecznego. Ponadto Schrag wytwarza bogaty asortyment kształtowników o nietypowych przekrojach, mających zastosowanie w wielu trudnych do rozwiązania miejscach lekkiej obudowy budynku. Należą do nich na przykład: płatwie okapowe o skośnie nachylonej stopce względem środka belki, stosowane przy okapie dachu, gdzie płaszczyzny połaci dachowej i ścian nie są do siebie prostopadłe, obrzeża wszelkich otworów w lekkiej obudowie, w tym obrzeża otworów w połaci dachowej, np. świetlików czy pasm świetlnych. Elementy te nie tylko maskują odsłonięte warstwy przegrody, ale przede wszystkim, jako wymian czy podstawa pod świetlik lub pasmo świetlne (rys. 4), przenoszą obciążenia od świetlików czy różnych urządzeń usytuowanych na dachu.

Indywidualnego kształtowania wymagają także rynny zewnętrzne ukryte za attykami oraz rynny wewnętrzne. Kształt przekroju poprzecznego rynny powinien uwzględniać przenoszenie obciążeń grawitacyjnych, umożliwiać odprowadzenie wody oraz skuteczne uszczelnienie.

Kolejnymi często stosowanymi elementami wykonywanymi z profili giętych są konstrukcje wsporcze lekkich okładzin ściennych i instalacji paneli fotowoltaicznych. Są one wykonywane z profili Z, L, U lub Omega.

### Zachowanie się belek z kształtowników giętych

Profil kształtownika giętego można rozwinąć do linii prostej. Wyprofilowane kształtowniki mają przekroje zawsze otwarte, najczęściej z jedną osią symetrii, niekiedy bez żadnej osi symetrii, ale nigdy o dwóch osiach symetrii.

Belki kształtowane jako swobodne, tj. podparte tylko w przekrojach podporowych, mają niewielką nośność bez względu na sposób obciążenia. Belki z kształtowników giętych o przekroju zetowym lub ceowym wymagają odpowiedniego podparcia, jeśli mają osią-

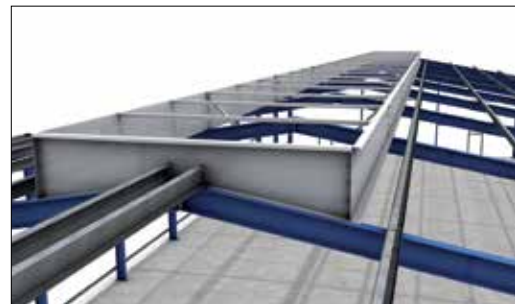
gnąć zadowalającą nośność przy zginaniu. Uzyskuje się to przez połączenie ze współpracującą obudową z blach profilowanych. Poszycie z tych blach, odpowiednio połączone z tymi belkami, zapewnia im boczne podparcie w płaszczyźnie poszycia i częściowe ze względu na obrót na całej ich długości. Skoro przekroje poprzeczne belek nie mają dwu osi symetrii, obciążenie powierzchniowe poszycia, przekazywane na nie, wywołuje ich skręcanie lub zginanie ukośne. Wymaga to starannego podparcia przekrojów podporowych, gdzie występują reakcje w trzech kierunkach, a przeniesienie dwu reakcji w kierunku bocznym wymaga podparcia ze względu na obrót (rys. 5). Elementy podporowe łączące te belki z konstrukcją wsporczą są mocowane śrubami. Wymaga to wykonania otworów najczęściej w środkach belek.

Zastosowanie dodatkowego podparcia stężeniami międzypłatwiowymi znacznie podnosi nośność belek i wymaga wykonania otworów również w wybranych na długości przekrojach. Niekiedy w belkach z kształtowników giętych wymagane są podcięcia, wycięcia czy też ukosowanie. SCHRAG Polska dostarcza element konstrukcyjny gotowy do wbudowania.

### Projektowanie elementów z kształtowników giętych

W kraju stan wiedzy o konstrukcjach z kształtowników giętych jest daleko niezadowolający. Ich przekroje poprzeczne najczęściej ulegają niestateczności miejscowej i dystorsyjnej.

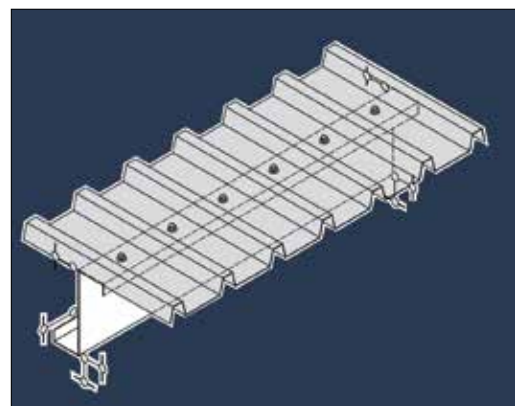
Belki gięte są ekonomiczną alternatywą dla belek z kształtowników walcowanych, przy czym zachowanie się płatwi i rygli ściennych z nich wykonanych, stężonych obudową, jest odmienne od belek walcowanych i jest bardzo złożone. Użycie kształtowników giętych wymaga stosowania zasad kształtowania ustroju czy jego obliczania właściwych elementom z tych kształtowników. Owa specyfika zasadniczo dotyczy różnic stosowanych schematów statycznych, sposobów łączenia belek na długości oraz z głównym ustrojem nośnym, współpracy z poszyciem czy zasad do-



Rys. 4

datkowego stężenia. Stąd zapisy normowe dotyczące konstrukcji z elementów profilowanych na zimno zawarto w odrębnej części Eurokodu 3 (PN-EN 1993-1-3).

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom konstruktorów, Schrag Polska stworzyła program do wstępnego doboru płatwi i rygli Schrag Lite. Program dostępny jest po rejestracji na [www.schrag.pl](http://www.schrag.pl). Schrag oferuje również niezależne doradztwo techniczne w zakresie obsługi technicznej programu oraz doboru płatwi, rygli i podstaw pod pasma świetlne. ■



Rys. 5



**Schrag Polska Sp. z o.o.**  
ul. Przemysłowa 15  
95-050 Konstancinów Łódzki  
[office@schrag.pl](mailto:office@schrag.pl)  
[www.schrag.pl](http://www.schrag.pl)

# Stalowe słupy powłokowe – nowe zasady projektowania wg PN-EN 50341-2-22:2016

dr inż. **Stawomir Labocha**  
Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach

Eurokod 3 nie precyzuje szczegółowo zasad obliczania podatnych na miejscową utratę stateczności elementów o przekroju kołowym lub wielokątnym.

Celem artykułu jest przybliżenie zasad projektowania konstrukcji słupów pełnościennej o cienkościennym przekroju poprzecznym w kształcie rury kołowej lub wielokątnej, zgodnie z zasadami nowej normy [12]. Spośród słupów pełnościennej o przekroju zamkniętym można w szczególności wyróżnić właśnie tę grupę przekrojów poprzecznych ujętych w normie [11], podkreślając pewne cechy, które zdecydowały o wprowadzeniu dodatkowego ich określenia jako „słupy powłokowe”. **Cechą znaną pełnościennej słupów nazywanych tu powłokowymi jest wysoce efektywna i ekonomiczna konstrukcja, charakteryzująca się bardzo małymi grubościami blach użytych na płaszcze trzonów tych słupów.** Cienkościenność płaszczy (duży stosunek średnicy trzonu do grubości płaszcza) sprawia, że smukłe ścianki słupa narażone są na utratę stateczności (lokalną) i dlatego należy uwzględnić w projektowaniu słupów dodatkowe efekty zachowania typu powłokowego. Szersze, ale przystępne ujęcie ogólne tych zagadnień znajduje się w [1]. Odnośnie do przekrojów poprzecznych rurowych kołowych warto się zapoznać z [2].

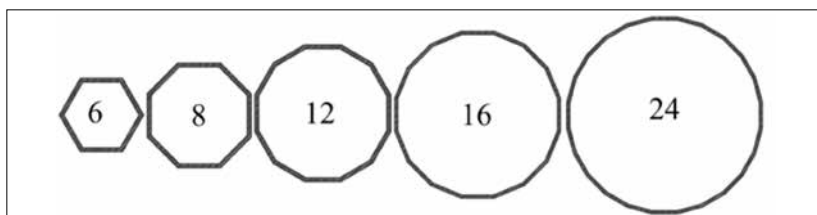
Ze względu na dużą wrażliwość na niestateczność lokalną w przypadku słupów powłokowych ogromne

znaczenie ma również zagadnienie obliczania i konstrukcyjnego kształtowania węzłów, połączeń i gniazd, a nawet dobór technik montażu.

Obowiązująca norma projektowania konstrukcji stalowych [8] narzuca konieczność dokonywania klasyfikacji przekrojów poprzecznych elementów konstrukcji stalowych. Podział na klasy uzależniony jest od wrażliwości ścianek przekroju poprzecznego na miejscową utratę stateczności. Norma [9] rozróżnia cztery klasy przekroju, przy czym klasy 1, 2 i 3 dotyczą przekrojów krępych, niewrażliwych na lokalną utratę stateczności, natomiast przekroje klasy 4, cienkościennie, charakteryzują się podatnością na lokalną utratę stateczności i muszą być w świetle normy obliczane z uwzględnieniem efektywnych charakterystyk geometrycznych. Wynika to stąd, że przekroje cienkościennie nie zachowują swojego kształtu przekroju po utracie stateczności i osiągają nośność krytyczną przy

naprężeniach mniejszych niż granica plastyczności materiału. Znakomita większość przekrojów poprzecznych słupów powłokowych stosowanych w praktyce konstrukcyjnej zgodnie z normą klasyfikacją przyporządkowuje je właśnie do klasy 4. Niestety norma podstawowa konstrukcji stalowych [8] ani dotyczące konstrukcji cienkościennych normy [9] i [10] nie precyzują szczegółowo zasad obliczania podatnych na miejscową utratę stateczności elementów o przekroju kołowym czy wielokątnym.

Ze względu na swoje walory statyczne i własności technologiczne, zarówno przy wytwarzaniu, jak i montażu konstrukcji, **najszerze zastosowanie znalazły słupy o przekroju poprzecznym wielokątnym.** Przykłady najpopularniejszych tego typu przekrojów poprzecznych przedstawiono na rys. 1. Ponieważ pokazane na rys. 1 przekroje słupów są najpowszechniej stosowane na pełnościenne słupy wsporcze napowietrznych linii energetycznych,



Rys. 1 | Przykłady przekrojów poprzecznych słupów wielokątnych (w środkach podano liczbę boków wielokąta)

zasady ich obliczeń zostały dość szczegółowo przedstawione w załączniku K do normy [10]. Uzupełnieniem tych wytycznych są dodatkowe zalecenia sformułowane w [10]. Szerwsze omówienie podstaw obliczeń stalowych słupów powłokowych, w tym również metodyki stosowanej poza Europą oraz przykłady obliczeń, można znaleźć w [4] i [5].

### Wytwarzanie i zastosowania

Powszechnie stosowaną obecnie metodą wytwarzania trzonów współczesnych słupów powłokowych, a jednocześnie najefektywniejszą jest przeróbka plastyczna na zimno. Spośród różnorodnych sposobów wykonywania kształtowników cienkościennych profilowanych na zimno, ze względu na gabaryty konstrukcji, używa się głównie pras do gięcia. Elementy, które się uzyskuje po zaginaniu w prasach, nazywane są łupkami. Z wyjątkiem słupów o małych średnicach, które można wykonywać z pojedynczej łupki z jedną spoiną podłużną, trzony zazwyczaj wykonywane są z 2-4 spawanych podłużnie łupek. Na fot. 1 pokazano proces wykonywania łupki, a na fot. 2 – składanie trzonu z dwóch łupek. Proces spawania odbywa się automatycznie, co pozwala uzyskać spoinę jednorodną wysokiej jakości.

Przedstawioną techniką można również wykonywać przekroje kołowe. Stosownie dobrana liczba uderzeń na prasie pozwala uzyskać przekrój kołowy spełniający wymagane tolerancje odbiorowe określone normą [14]. Proces ten jest jednak mało efektywny i kosztowny. Na podkreślenie zasługuje fakt, że **jednym z elementów rozpowszechnienia słupów powłokowych jest efektywny system połączeń zaciskowych**, który predysponowany jest dla wielokątnych przekrojów poprzecznych trzonów (fot. 3). Połączenia zaciskowe

wielokątnych zbieżnych trzonów posiadają wystarczającą nośność zarówno na obciążenia zginające, jak i skręcające i stanowią efektywną, szybką w montażu i ekonomiczną alternatywę dla standardowych połączeń kołnierzowych.

Konstrukcje trzonów słupów zabezpieczane są najczęściej przed korozją powłoką cynkową nanoszoną na stal metodą zanurzeniową (fot. 2).

Pamiętając o specyfice cienkościennych słupów powłokowych, należy unikać przy montażu technik powodujących lokalne przeciążenia skutkujące nieraz w praktyce głębokimi deformacjami płaszcza na tyle dużymi, że słup nie będzie już spełniał normowych wymogów nośności.

Zastosowanie słupów powłokowych jest obecnie bardzo szerokie. Słupy, głównie o przekroju wielokątnym, stosowane są jako konstrukcje wsparcia: trakcji tramwajowej i trolejbusowej (fot. 4a), linii energetycznych średniego napięcia SN (fot. 4b), napowietrznych linii energetycznych wysokich i najwyższych napięć WN/NN (fot. 4c), jako wieże oświetleniowe (fot. 4d), a również jako pylony reklamowe, konstrukcje wsparcia turbin wiatrowych czy stacji telefonii komórkowej. Znacznie więcej przykładów z realizacji przedstawiono w pracach [4], [6], [7].



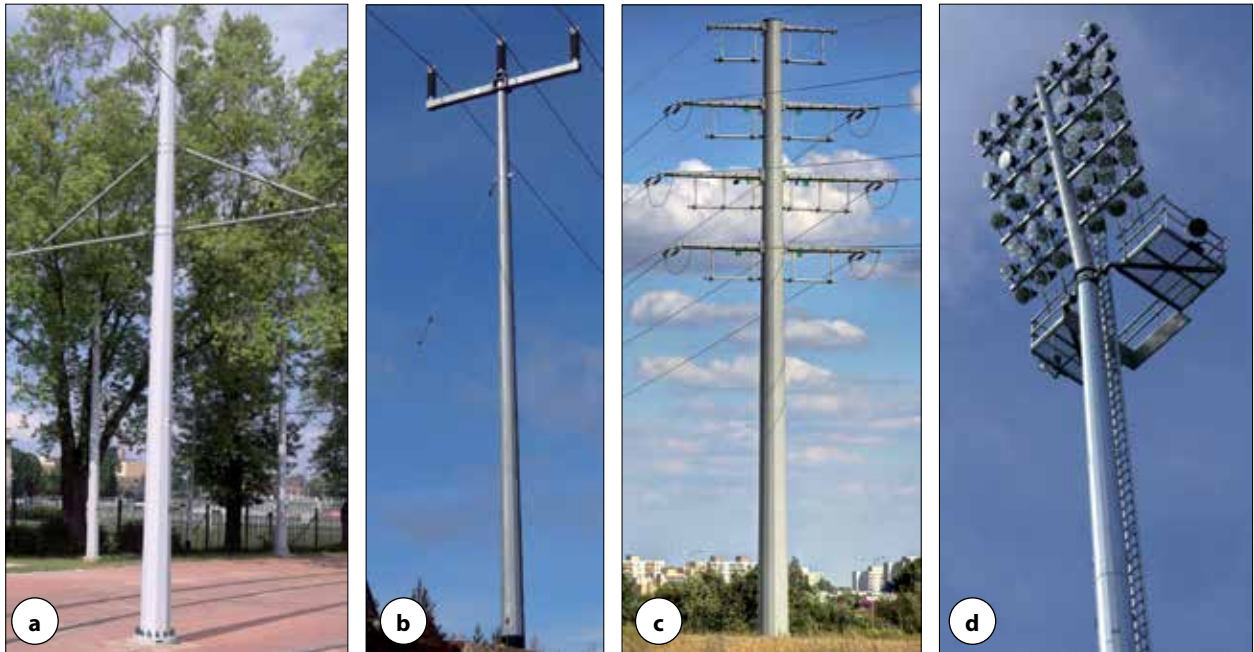
Fot. 1 | Przykład formowania łupki słupów wielokątnych [4]



Fot. 2 | Przykład trzonu składanego z dwóch łupek [4]



Fot. 3 | Połączenie zaciskowe trzonów [5]



Fot. 4 | Zastosowania słupów powłokowych (opis w tekście) [4]

## Nośność przekrojów słupów powłokowych

### Założenia obliczeniowe

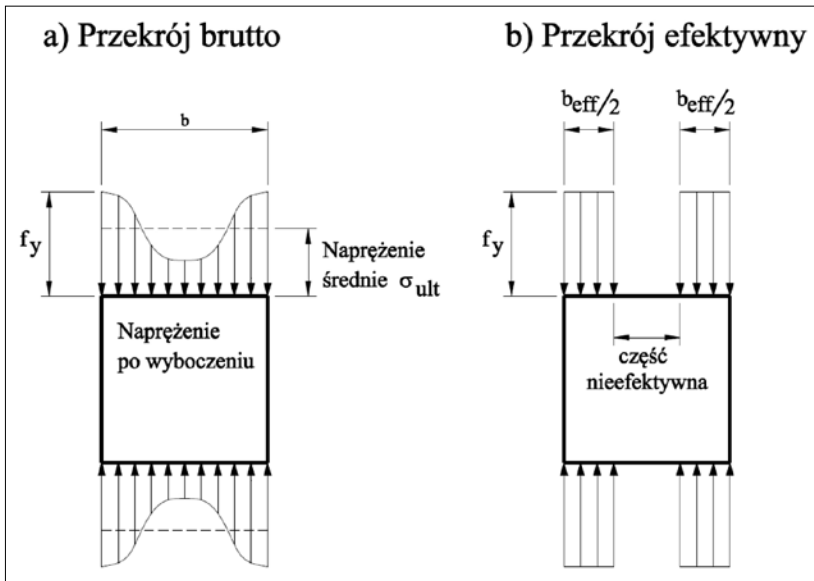
Zakresem norm [11] oraz [12] objęte są zasady projektowania słupów linii elektroenergetycznych, w tym szczególnie w postaci wielokątnych rur powłokowych (najczęściej wielośrednicowych), które obecnie coraz powszechniej znajdują zastosowanie w praktyce inżynierskiej. **Prezentowane w artykule zasady mogą być jednak wykorzystane przy projektowaniu dowolnych słupowych konstrukcji wsporczych o rozważanych rurowych kształtach przekroju poprzecznego, np. masztów oświetleniowych, wież telekomunikacyjnych, masztów turbin wiatrowych i innych, jeżeli spełnione zostaną wszystkie przyjęte do obliczeń założenia upraszczające wg normy [11].**

Zagadnienia lokalnej utraty stateczności ścianek prętów cienkościennych należą do teorii stateczności płyt. Na podstawie modelu płytowego określa się graniczne wartości

smukłości ścianek, których przekroczenie klasyfikuje je do wrażliwych na miejscową utratę stateczności. Przekrój poprzeczny zbudowany z takich ścianek zaliczony zostaje zgodnie z normami [8], [9] i [10] do klasy 4. Utrata stateczności miejscowej ścianek powoduje zmianę rozkładu naprężeń w przekroju. Wzdłuż szerokości wyboczonych ścianek pojawia się silnie nierównomierny rozkład naprężeń (rys. 2). Obliczenia w stanie nadkrytycznym w ujęciu normowym prowadzi się w uproszczeniu z wykorzystaniem tzw. szerokości efektywnej. Szerokość efektywna definiowana jest jako część szerokości ścianki, która przejmuje zastępcze równomiernie rozłożone naprężenia, tak że przenosi ona takie samo obciążenie jak ścianka wyboczona (rys. 2). Przekrój poprzeczny klasy 4 zawiera ścianki ściskane narażone na miejscową utratę stateczności, które zastępowane są ściankami o efektywnych szerokościach. Warunki nośności przekroju sprawdza

się po określeniu efektywnych charakterystyk geometrycznych. W ujęciu normowym dopuszcza się przy obliczaniu przekrojów mimośrodowo ściskanych uproszczenie polegające na niezależnym wyznaczeniu efektywnego pola przekroju jak przy osiowym ściskaniu oraz efektywnych wskaźników wytrzymałości przekroju jak przy czystym zginaniu. W istocie problem jest jeszcze bardziej złożony, gdyż możliwa jest interakcja niestateczności lokalnej i globalnej.

Warto odnotować, że środek ciężkości przekroju efektywnego, z wyjątkiem osiowo ściskanych przekrojów bisymetrycznych, ulega przesunięciu w stosunku do położenia środka ciężkości przekroju brutto. Dlatego ważną konsekwencją jest sprzężenie rozkładu naprężeń w poszczególnych ściankach i aktualnej szerokości efektywnej. Wymusza to iteracyjne obliczanie charakterystyk geometrycznych przekroju efektywnego i czyni opisaną procedurę uciążliwą z inżynierskiego punktu widzenia.



Rys. 2 | Definicja szerokości efektywnej ścianki  $b_{eff} f_y = b \cdot \sigma_{ult}$  według załącznika [5]

### Przekroje efektywne słupów pełnościennych wg PN-EN 50341-1

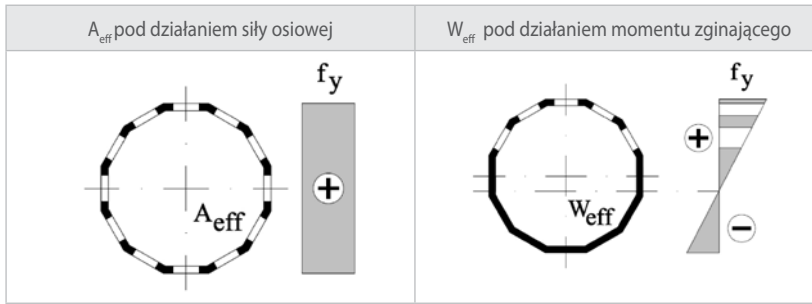
Wychodząc naprzeciw praktycznym aspektom projektowania przekrojów cienkościennych klasy 4, w załączniku K normy [11] zamieszczono nomogramy pozwalające stosunkowo prosto określać efektywne charakterystyki geometryczne przekrojów kołowych i wielokątnych słupów rurowych (powłokowych). Kryteria granicznej smukłości dla klasy 4 przekrojów rurowych przy zginaniu podano w tabl. 1. Obliczenie charakterystyk efektywnych przekrojów poprzecznych słupów rurowych odbywa się wg założeń opisanych wcześniej zgodnie z [10]. W przypadku przekrojów rurowych wielokątnych efektywną geometrię przyjmuje się jak na rys. 3; w tym przypadku niestateczność analizowana jest dla poszczególnych ścianek przy założeniu nieprzesuwności wszystkich węzłów przekroju, tak jakby każda ze ścianek była obustronnie podparta. Dla tak określonych założeń podano w normie gotowe nomogramy, z których można bezpośrednio

odczytać współczynniki redukcyjne, sprowadzające wielkości charakterystyk brutto przekrojów do wartości efektywnych. Na rys. 4 i 5 zamieszczono wykresy ze współczynnikami redukcyjnymi dla zginania i ściskania w przypadku stali gatunków S235 oraz S355. Należy zwrócić uwagę na podaną w tabl. 1 wartość graniczną klasy 4 wg [11] dla kołowych przekrojów poprzecznych, odbiegając (niemal dwu-

krotnie większą) od wartości granicznej podanej w normie podstawowej [8], określonej jako  $d/t > 90\epsilon^2$ . Podkreślona różnica wynika ze specyfikacji obciążeń typowych słupów powłokowych stosowanych w konstrukcjach wsporczych linii elektroenergetycznych. Podlegają one dominującemu działaniu momentu zginającego ze zdecydowanie drugorzędny wpływem sił osiowych. Przyjęta w [11] wartość graniczna odnosi się do stateczności zginanej globalnie powłoki walcowej (o nierównomiernym rozkładzie membranowych naprężeń) znajdującej się w korzystniejszych warunkach statycznych ze względu na stateczność niż ujęta w normie [8] wartość graniczna odnosząca się do ściskanych osiowo elementów prętowych o przekroju kołowym. Formalną niekonsekwencję tych założeń klasyfikacyjnych skorygowano w normie [12], wprowadzając rozróżnienie klasyfikacji przekroju oddzielnie dla ściskania (klasa 4 dla  $d/t > 90\epsilon^2$ ) oraz zginania (klasa 4 dla  $d/t > 157,5\epsilon^2$ ). Rozwiązanie to przyjęto, posiłkując się zaleceniami z normy holenderskiej [15]. Dla przekrojów poprzecznych kołowych zamiast współczynników redukcyjnych służących obliczeniu charakterystyk

Tabl. 1 | Klasyfikacja przekrojów rurowych na zginanie [11]

Rodzaj przekroju	Kryterium dla klasy 4
	$\frac{d}{t} > 176\epsilon^2$
	dla n równego 6 do 18 ścianek $\frac{b}{t} > 42\epsilon$
gdzie $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ , a $f_y$ jest nominalną granicą plastyczności w N/mm <sup>2</sup>	



**Rys. 3** | Charakterystyki efektywne przekrojów wielokątnych [11]; naprężenia ściskające oznaczono znakiem (+), części efektywne przekrojów oznaczono kolorem czarnym

efektywnych wprowadzono w [11] formuły określające współczynnik redukcyjny dla naprężeń, opisany zależnościami:

- dla przekrojów klasy 3
 
$$\rho = 1,0 \quad \frac{d}{t} \leq 176\epsilon^2$$
- dla przekrojów klasy 4
 
$$\rho = 0,7 + \frac{53\epsilon^2}{d/t} \leq 1,0 \quad \frac{d}{t} > 176\epsilon^2$$

(1)

gdzie  $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ , w którym  $f_y$  jest granicą

plastyczności stali.

Na rys. 6 pokazano graficzną interpretację zależności (1) w funkcji smukłości wyrażonej stosunkiem  $d/t$ , gdzie  $d$  jest średnicą zewnętrzną, a  $t$  – grubością ścianki trzonu słupa. Norma [12] w przypadku przekrojów poprzecznych kołowych wprowadza

niezależną redukcję dla ściskania i zginania za pomocą dwóch oddzielnych współczynników:

przy ściskaniu

- dla przekrojów klasy 3

$$\rho_N = 1,0 \quad \frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$$

- dla przekrojów klasy 4

$$\rho_N = 0,3 + \frac{63\epsilon^2}{d/t} \leq 1,0 \quad 90\epsilon^2 < \frac{d}{t} \leq 315\epsilon^2$$

(2)

przy zginaniu

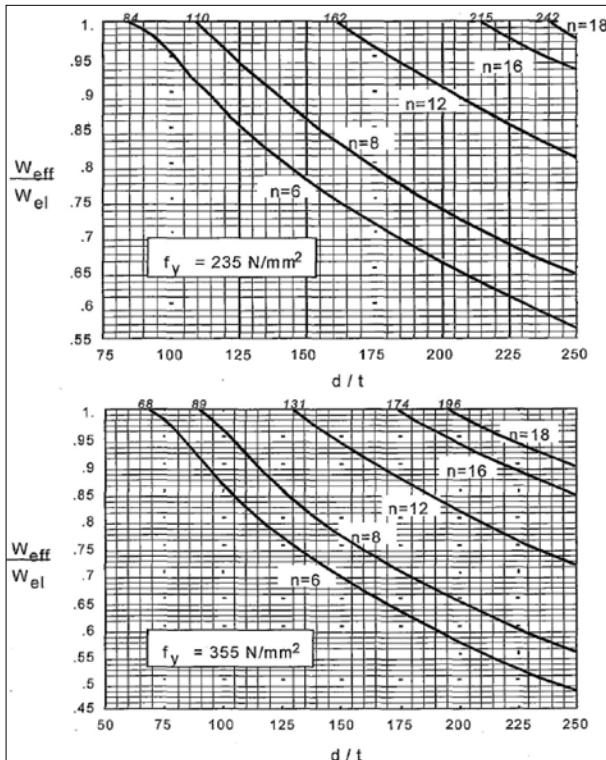
- dla przekrojów klasy 3

$$\rho_M = 1,0 \quad \frac{d}{t} \leq 157,5\epsilon^2$$

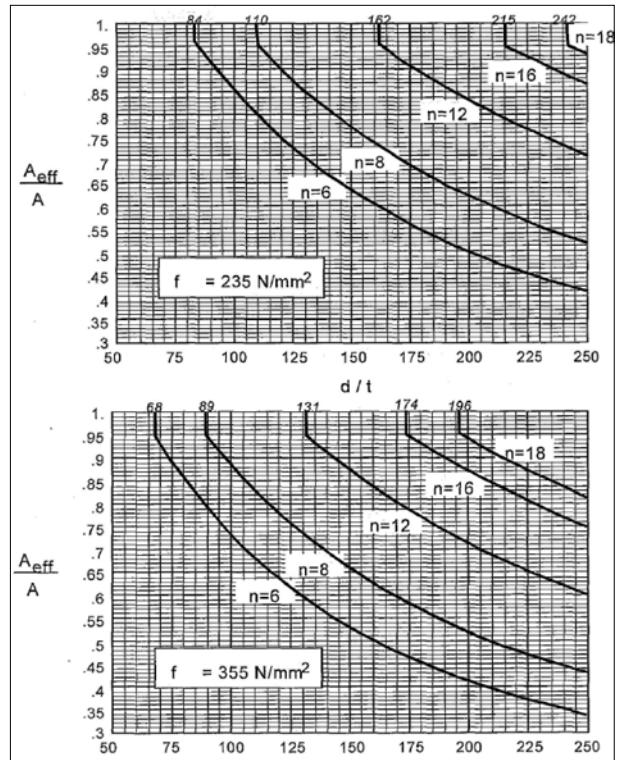
- dla przekrojów klasy 4

$$\rho_M = 0,6 + \frac{63\epsilon^2}{d/t} \leq 1,0 \quad 157,5\epsilon^2 < \frac{d}{t} \leq 315\epsilon^2$$

(3)



**Rys. 4** | Współczynnik redukcyjny do określenia wskaźnika wytrzymałości na zginanie efektywnych przekrojów wielokątnych [11]



**Rys. 5** | Współczynnik redukcyjny do określenia efektywnego pola powierzchni przekrojów wielokątnych [11]



**TATA STEEL**



# Trzy warstwy, ewidentna zaleta

Nowa blacha Colorcoat Prisma® przesuwą granice trwałości stalowych blach powlekanych, oferując użytkownikom całkowity spokój dzięki Gwarancji Confidex® na okres do 40 lat przyznawanej bezpośrednio właścicielowi. Rewolucyjna technologia wykorzystująca trzecią, przezroczystą warstwę powłoki zapewnia wysoką odporność na korozję, doskonałą ochronę przed promieniami UV i wspiera wybór kolorów, które maksymalnie wydłużają przewidywaną trwałość poszyc budynków. Gdy chcesz mieć doskonały wygląd na lata, zalety są ewidentne.

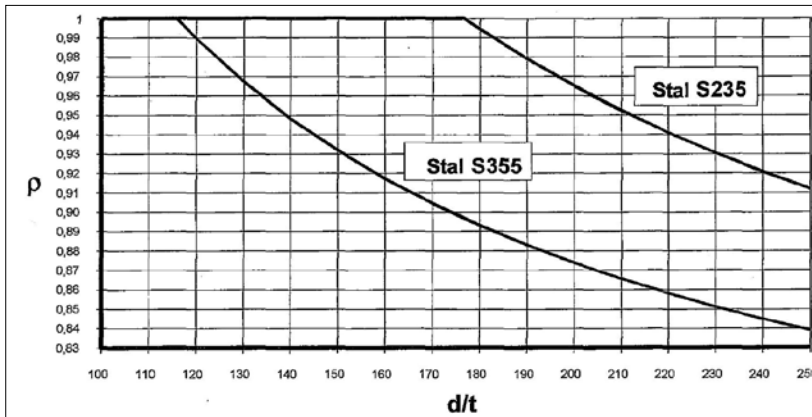
## **Infolinia Colorcoat Connection®**

T: +48 (0) 58 627 46 52

E: [colorcoat.connectionpl@tatasteel.com](mailto:colorcoat.connectionpl@tatasteel.com)

[www.colorcoat-online.com](http://www.colorcoat-online.com)





Rys. 6 | Współczynnik redukcji dla przekroju kołowego klasy 4 [11]

Na rys. 7 zamieszczono porównanie współczynników redukcyjnych wg norm [11] (formuła 1) i [12] (formuły 2 i 3). Można zauważyć w stosunku do normy ogólnej [11] zalecaną w warunkach krajowych znaczącą redukcję dla naprężeń pochodzących od osiowego ściskania. W praktycznych przypadkach typowych energetycznych pełnościennych słupów wspornikowych udział naprężeń od sił osiowych jest bardzo nieznaczny, ale dla innych konstrukcji czynnik ten może być istotniejszy. Warto także odnotować formalne ograniczenie w stosunku do normy ogólnej [11] maksymalnej smukłości przekrojów poprzecznych wyrażonej stosunkiem  $d/t$  dla stali S355 z 250 do 208,5. W typowych przypadkach pełnościennych słupów energetycznych zasadniczo nie stosuje się przekrojów poprzecznych o smukłościach znacznie większych od 200. Jednocześnie wymóg ten pozwala uniknąć problemów ze statecznością lokalną płaszczy w przypadku połączeń z poprzecznikami czy poprawnym ukształtowaniem samych gniazd przyłączeniowych.

**Warunki nośności przekrojów poprzecznych wg norm serii PN-EN 50341**

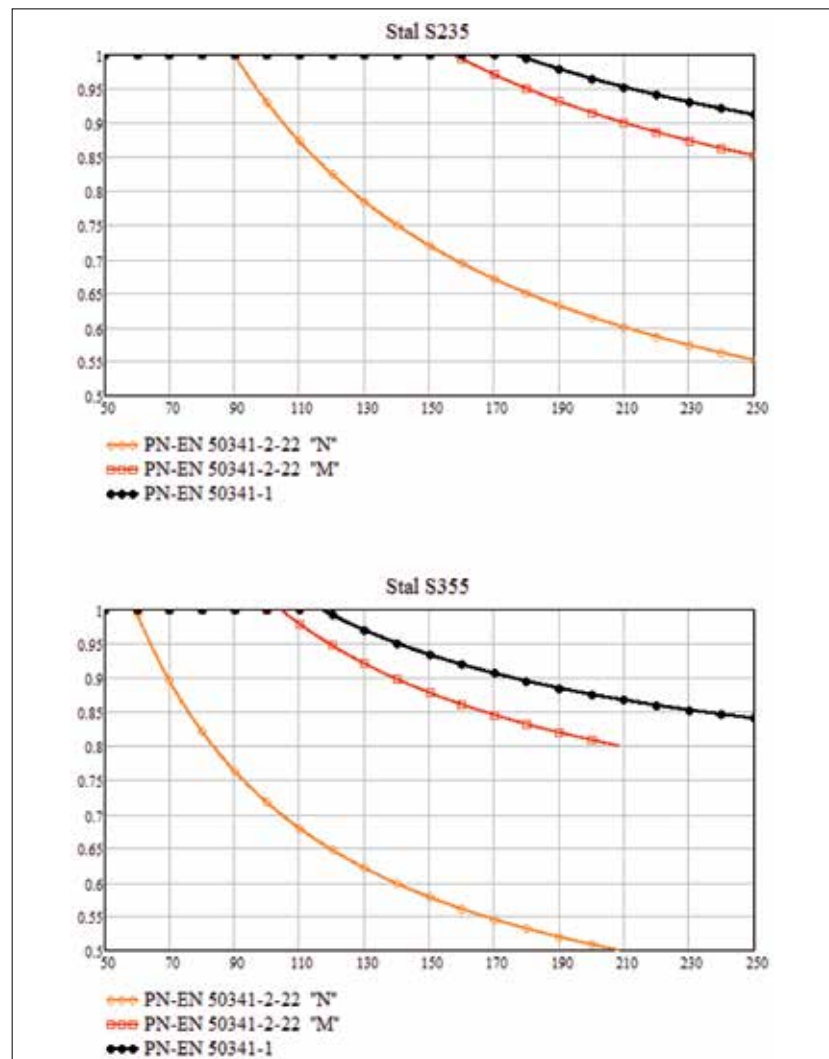
Nośność przekrojów wielokątnych klasy 3, bez otworów, jest zapewniona,

gdy spełnione jest kryterium podane w [11]

$$\frac{N_{Ed}}{A} + \frac{M_{Ed}}{W_{el}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \tag{4}$$

gdzie:  $N_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$  – obliczeniowa siła osiowa i moment zginający;  $A$ ,  $W_{el}$  – pole przekroju brutto i sprężysty wskaźnik wytrzymałości.

Nośność przekrojów wielokątnych klasy 4, bez otworów, jest zapewniona, gdy spełnione jest kryterium podane w PN-EN 50341-1:2012 [11]



Rys. 7 | Porównanie współczynnika redukcyjnego przekroju kołowego [4]

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed}}{W_{eff}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (5)$$

gdzie:  $A_{eff}$ ,  $W_{eff}$  – efektywne pole przekroju i efektywny wskaźnik wytrzymałości.

Według [11] nośność przekroju rurowego kołowego klasy 4, bez otworów, jest zapewniona wówczas, gdy maksymalne naprężenie podłużne  $\sigma_{x,Ed}$  (uwzględniające siłę osiową działającą jednocześnie) spełnia warunek

$$\sigma_{x,Ed} \leq \rho f_y / \gamma_{M1} \quad (6)$$

gdzie:  $\rho$  – współczynnik redukcyjny określony formułą (1) lub odczytany z rys. 6;  $\gamma_{M1} = 1,1$  – częściowy współczynnik bezpieczeństwa.

W przypadku przekrojów poprzecznych kołowych norma [12] wprowadza modyfikację, uznając, że nośność przekrojów bez otworów jest zapew-

nioma, gdy spełnione jest kryterium

$$\frac{N_{Ed}}{\rho_N A} + \frac{M_{Ed}}{\rho_M W_{el}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (7)$$

gdzie:  $\rho_N$ ,  $\rho_M$  – współczynniki redukcyjne odpowiednio przy ściskaniu i zginaniu wg formuł (2) i (3).

W podanych wyżej formułach zgodnie z [12] należy stosować następujące wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa:

$\gamma_{M1} = 1,10$  dla stali o granicy plastyczności  $f_y < 275$  MPa,

$\gamma_{M1} = 1,15$  dla stali o granicy plastyczności  $f_y \geq 275$  MPa.

Należy ponadto podkreślić, że występujące we wzorach od (4) do (7) siły wewnętrzne oraz momenty zginające powinny pochodzić z analizy globalnej prowadzonej wg teorii II rzędu.

W przypadku przekrojów wielokątnych przy obliczaniu charakterystyk

geometrycznych można korzystać ze wzorów:

■ pole powierzchni

$$A = (d - t) \sin\left(\frac{\pi}{n_k}\right) n_k t \quad (8)$$

■ moment bezwładności

$$I_{el} = \frac{n_k}{192} \tan\left(\frac{\pi}{n_k}\right) \left(3 + \tan\left(\frac{\pi}{n_k}\right)\right)^2 (d_f^4 - (d_f - 2t)^4) \quad (9)$$

■ wskaźnik wytrzymałości

$$W_{el} = \frac{I_{el}}{\frac{d - t}{2}} \quad (10)$$

W powyższych wzorach przyjęto następujące oznaczenia:

$d$  – średnica przekątna,  $d_f = d \cos(\pi/n_k)$  – średnica w kluczu,  $n_k$  – liczba boków,  $t$  – grubość ścianki.

REKLAMA

IV EDYCJA KLUCZOWEGO SPOTKANIA BRANŻY BUDOWLANEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE 2017

24 XI 2017 | MUZEUM ŚLĄSKIE W KATOWICACH

ZAPRASZAMY NA PRAKTYCZNĄ KONFERENCJĘ DLA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA BĘDĄCĄ OKAZJĄ DO:

- ▶ zapoznania się z najnowszymi rozwiązaniami projektowymi, technologicznymi i materiałowymi w budownictwie.
- ▶ wysłuchania wykładów wybitnych ekspertów — m.in. **prof. dr hab. inż. Włodzimierza Starosolskiego**, **prof. dr hab. inż. Michała Knauffa** oraz **mgr inż. Wiesława Bocheńczyka**.
- ▶ zobaczenia najciekawszych rozwiązań konstrukcyjnych Muzeum Śląskiego, podczas wycieczki z architektem i projektantem konstrukcji.
- ▶ zdobycia praktycznej wiedzy do wykorzystania w codziennej pracy

[WWW.INSTYTUTPWN.PL/KONFERENCJA/KONSTRUKCJE](http://WWW.INSTYTUTPWN.PL/KONFERENCJA/KONSTRUKCJE)

ORGANIZATOR

INSTYTUT PWN

SPONSORZY KONFERENCJI



GRAITEC

EPITAL



CONSTRUSOFT



gammaCAD

PARTNERZY BRANŻOWI



## Podsumowanie

Obliczanie przekrojów cienkościennych, zaliczających się ze względu na smukłość miejscową do przekrojów klasy 4, jest stosunkowo uciążliwe. Przedstawione zagadnienia dotyczące słupów rurowych pokazują, że w przypadku wybranych typów przekrojów, np. coraz powszechniej stosowanych w praktyce przekrojów wielokątnych, możliwe są uproszczenia i ułatwienia dla projektanta wprowadzone w nowej generacji norm serii PN-EN 50341. Zaprezentowane formuły i nomogramy zaczerpnięte z [11] i [12] pozwalają w sposób relatywnie prosty przeprowadzić inżynierskie obliczenia przedmiotowych przekrojów poprzecznych słupów. Posiłkowanie się wykresami do określenia charakterystyk efektywnych ma jednak swoje wady. Po pierwsze, staje się kłopotliwe w przypadku słupów o zbieżnym przekroju poprzecznym, gdzie sprawdzenie nośności należy przeprowadzać wielokrotnie w większej liczbie przekrojów poprzecznych ze względu na jednoczesną zmienność sił wewnętrznych i parametrów przekroju. Po drugie, forma nomogramów czy wykresów nie jest wygodna do numerycznej implementacji.

W nawiązaniu do zacytowanych za normami warunków nośności od (4) do (7) należy podkreślić, że wzory te prawidłowo szacują nośność pełnościennych słupów rurowych w przypadku przeważającego działania momentu zginającego. Warunki te prawie zawsze spełnione są w lekkich powłokowych wolno stojących słupach energetycznych, gdzie udział ciężaru własnego i ciężaru przewodów, i ewentualnego oblodzenia skutkuje powstaniem sił osiowych wywołujących znacznie mniejsze naprężenia normalne niż te pochodzące od zginania globalnego pochodzą-

cego od działania wiatru i naciągu przewodów. W innych przypadkach, gdy udział sił osiowych będzie większy czy też może wystąpić znaczący wpływ niestateczności globalnej, podane formuły nie mogą być stosowane bezkrytycznie.

Kolejnym istotnym elementem zmian wprowadzonych normą [12] jest wymóg uwzględniania dodatkowo wpływu naprężeń stycznych na nośność przekroju. Zaleca się w tym przedmiocie posiłkować wytycznymi określonymi w normie [13]. W typowych przypadkach skręcanie pełnościennych słupów pełniących funkcje konstrukcji wsporczych linii elektroenergetycznych nie jest krytyczne, ponieważ słupy o przekrojach kołowych lub wielokątnych są odporne na skręcanie. Naprężenia styczne wywołane skręcaniem i ścinaniem nie wpływają istotnie na nośność graniczną przedmiotowych konstrukcji. Zdarzają się jednak sytuacje, gdy wpływ skręcania może podnosić stopień wyężenia konstrukcji nawet o 20%. Sprawdzenie warunków nośności ze wzorów od (4) do (7) może nie być wówczas wystarczające.

## Piśmiennictwo

1. E. Kubica, *Nośność graniczna i sztywność podłużna cienkościennych elementów stalowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.
2. Z. Mendera, *Nośność cienkościennych stalowych słupów rurowych*, „Inżynieria i Budownictwo” nr 8-9/90.
3. Z. Mendera, L. Szojda, G. Wandzik, *Projektowanie stalowych słupów linii elektroenergetycznych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.
4. S. Labocho, J. Paluszyński, *Stalowe słupy powłokowe*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.
5. S. Labocho, J. Paluszyński, M. Otręba, *Zagadnienia projektowania cienkościennych słupów stalowych o przekroju zamkniętym*, „Inżynieria i Budownictwo” nr 4/2014.

*nych słupów stalowych o przekroju zamkniętym*, „Inżynieria i Budownictwo” nr 4/2014.

6. S. Labocho, *Stalowe słupy pełnościenne w elektroenergetycznych liniach napowietrznych. Przegląd rozwiązań*, cz. 1, „Energia Elektryczna” nr 4/2016, Wydawnictwo PTPiREE.
7. S. Labocho, *Stalowe słupy pełnościenne w elektroenergetycznych liniach napowietrznych. Przegląd rozwiązań*, cz. 2, „Energia Elektryczna” nr 5/2016, Wydawnictwo PTPiREE.
8. PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
9. PN-EN 1993-1-3:2008 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-3: Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimo.
10. PN-EN 1993-1-5:2008 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-5: Blachownice.
11. PN-EN 50341-1:2013 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV. Część 1. Wymagania ogólne. Specyfikacje wspólne.
12. PN-EN 50341-2-22:2016 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV. Część 2-22. Zbiór normatywnych warunków krajowych. Normatywne warunki krajowe Polski.
13. PN-EN 1993-1-6:2008 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-6: Wytrzymałość i stateczność konstrukcji powłokowych.
14. PN-EN 1090-2+A1:2012 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.
15. NEN-EN 50341-3-15:2001 Overhead electrical lines exceeding AC 45 kV Part 3: Set of National Normative Aspects. NNA for the Netherlands. ■

### West Station gotowe

[www.](#)

Zakończono budowę kompleksu West Station przy Dworcu Zachodnim w Warszawie. Tworzą go dwa czternastokondygnacyjne budynki biurowe oraz nowy budynek dworcowy od strony Alej Jeruzolimskich. Kompleks ma łącznie 68 500 m<sup>2</sup> powierzchni biurowej oraz certyfikat ekologiczny BREEAM Interim na poziomie „Excellent”. Inwestorzy: HB Reavis, PKP S.A., Xcity Investment. Architektura: FS&P Arcus.



### Pilarka Alligator 54V

[www.](#)

DCS397 XR FLEXVOLT to nowa akumulatorowa pilarka Alligator 54V DEWALT® do przecinania pustaków, betonu komórkowego, drewna i materiałów izolacyjnych. Ma dwa wytrzymałe, przeciwbieżne brzeszczoty z grubszej stali, redukujące możliwość uginania się i zapewniające precyzyjne cięcie. Konstrukcja zacisku czołowego umożliwia przejście przez materiał. Pilarka oraz dedykowana gama brzeszczotów umożliwiają do 100 cięć cegły typu Poroton na w pełni naładowanym akumulatorze.

### Budowa obwodnicy Sanoka

[www.](#)

Trwają już prace na budowie ok. 7-kilometrowej obwodnicy Sanoka w ciągu drogi krajowej nr 28 Zator–Medyka. Realizowana jest w systemie „projektuj i buduj”. Wykonawca: konsorcjum Max Bögl Polska Sp. z o.o. i Max Bögl Stiftung & Co. KG. Wartość umowy to prawie 140 mln zł. Zakończenie inwestycji: połowa 2019 r.

Źródło: MiB

Fot. © Val Thoermer – Fotolia.com



### Nowy tunel na Islandii

[www.](#)

Powstaje prawie 6-kilometrowy tunel pomiędzy fiordami Dýrafjörður i Arnarfjörður wraz z towarzyszącymi mostami oraz drogami dojazdowymi o łącznej długości 7,8 km. Projekt realizowany w formule joint venture przez Metrostav oraz lokalną spółkę Suðurverk rozpoczął się w maju br., a zakończenie budowy planowane jest na wrzesień 2020 r. Projekt wart jest 49 mln euro.

Opracowała  
Magdalena Bednarczyk

WIĘCEJ NA  
[www.inzynierbudownictwa.pl](http://www.inzynierbudownictwa.pl)

[www.](#)

# Tynk – ochrona elewacji, cz. II

mgr inż. Maciej Rokiel |

## Tynki wapienne

W pracach konserwatorskich stosuje się tynki/zaprawy bazujące głównie na dwóch rodzajach spoiw: wiążących przez karbonatyzację – reakcja wodorotlenku wapnia z zawartym w powietrzu dwutlenkiem węgla ( $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ), oraz wiążących przez hydratację, na bazie wapna hydraulicznego, przy czym na rodzaj i właściwości spoiwa zasadniczy wpływ ma jakość i rodzaj surowca oraz sposób wytwarzania (przede wszystkim wypalanie i mielenie). Samych rodzajów wapna można wyróżnić przynajmniej kilka, a zaprawy wapienne to obecnie systemy lub pojedyncze produkty o różnych właściwościach i parametrach, a tym samym różnorodnych zastosowaniach. Dlatego przy wyborze wapiennych systemów należy szczególnie zwrócić uwagę na skład i właściwości, aby były kompatybilne ze starą substancją budowlaną (murem, tynkiem).

Daje się zauważyć coraz szersze zastosowanie materiałów na bazie wapna hydraulicznego, zwłaszcza naturalnego [4], [10]. Należy zwrócić uwagę, że naturalne wapno hydrauliczne (NHL) może zawierać tylko wapno palone, natomiast wapno hydrauliczne (HL) także dodatki pucolan i/lub materiałów hydraulicznych (cementu). Wynika to z faktu, że wapno hydrauliczne po związaniu i dostatecznie długim twardnieniu na powietrzu jest odporne na oddziaływanie wilgotnego środowiska. Na początku proces wiązania i twardnienia jest podobny do procesów zachodzących w wapnie powietrznym – wodorotlenek wapnia pod wpływem

dwutlenku węgla i wilgoci przekształca się w  $\text{CaCO}_3$ , jednak zasadnicze właściwości zaprawa uzyskuje na skutek reakcji pozostałych składników z wodą, czego rezultatem są uwodnione związki o charakterze hydraulicznym.

Techniczne wymagania stawiane systemom wapiennym wymagają zdefiniowania nie tylko minimalnych, ale i maksymalnych parametrów, przede wszystkim wytrzymałości na ściskanie oraz modułu E. Muszą one być określone na podstawie wcześniej przeprowadzonej diagnostyki i być trwałe w czasie.

Zastosowanie wapiennych systemów tynków na bazie naturalnego wapna hydraulicznego jest możliwe w następującym zakresie:

- do konserwacji zabytkowej substancji,
- do renowacji wilgotnych i zasolonych podłoży,
- do tynkowania fasad historycznych budowli,
- do napraw/renowacji murów historycznych budowli,
- do prac wewnątrz i na zewnątrz.

Na kolor i strukturę takich tynków największy wpływ ma rodzaj i jakość zastosowanego kruszywa, musi ono być starannie dobrane. Zwiększony udział drobnych frakcji kruszywa jak również zwiększenie ilości spoiwa wpływa na zwiększenie skurczu (wprawdzie w nieznaczny sposób), co przy bardzo chłonnych podłożach może wymagać wielowarstwowego nakładania systemu tynków lub stosowania dodatków. Konieczna jest także bardzo staranna pielęgnacja nałożonych tynków. Przykładowe właściwości systemów na bazie naturalnego wapna hydroau-

licznego w zależności od zastosowania podano w tablicy.

Każdy z materiałów stosowanych do budowy obiektów zabytkowych cechuje się innym współczynnikiem wodochłonności kapilarnej (nasiąkliwości) – *w*. Dotyczy to cegły, zaprawy murarskiej, tynku czy farby. Jednak zastosowanie układu materiałów o konkretnym współczynniku *w* daje zupełnie inną wartość wynikową, zależną także od kolejności warstw systemu. System taki składa się z odpowiednio dobranych (przede wszystkim pod kątem współczynnika *w*) wypraw tynkarskich i powłok malarskich.

## Tynki trasowe

Tras jest minerałem – zmielonym tufem wulkanicznym (skałą), o dość specyficznych właściwościach. Nigdy nie jest stosowany sam, lecz zawsze w parze z wapnem lub cementem. Sam nie reaguje z wodą, lecz z dodatkiem wapna zaczyna wiązać. Jest on tzw. utajonym spoiwem, wiążącym hydraulicznie, co wpływa na właściwości zaprawy. W postaci handlowej mieszanina wapna powietrznego lub hydraulicznego z trasem jest sprzedawana jako tzw. wapno trasowe (może ono mieć minimalne ilości cementu). Takie spoiwo może zawierać do 55% trasu (masowo). Tras może być dodawany także do cementu, zwykle to dodatek drobno zmielonego trasu w ilości 20–40% masy cementu.

Dodatek trasu pozytywnie wpływa na właściwości zapraw tynkarskich. Przede wszystkim zwiększa ich odporność (wytrzymałość) i szczelność

**Tab. 1** Wybrane właściwości systemów na bazie naturalnego wapna hydraulicznego w zależności od zastosowania [4], [10], [12], [13]

	Rodzaj zaprawy		
	Czysto wapienne tynki elewacyjne	Do murowania i uzupełnienia spoinowania	Tynki na zasolone podłoża
<b>Skład</b>			
Tylko mineralne składniki	+	±	±
Na bazie czystego naturalnego wapna hydraulicznego (NHL)	+	+	-
Na bazie wapna hydraulicznego (HL) (NHL + dodatki hydrauliczne, np. cement siarczanoodporny)	-	+	+
Naturalne pigmenty	+	+	+
<b>Właściwości</b>			
Wysoka dyfuzyjność	+	+	+
Niski moduł E	+	+	+
Krzywa przesiewu kruszywa i skład zaprawy dopasowany do istniejącej substancji	+	+	±
Wysoka alkaliczność	+	+	+
Hydrofilność – wilgoć może być usuwana z tynku/muru	+	+	+
Porowatość/zdolność gromadzenia soli	-	-	+
Odporność na algi i grzyby pleśniowe (na skutek wysokiej alkaliczności)	+	+	+
Bezskurczowe wiązanie i powolny przyrost wytrzymałości	+	+	+
Równomierne twarzenie w całym przekroju, dodatkowy przyrost wytrzymałości na skutek karbonatyzacji	+	+	+
<b>Parametry</b>			
Uziarnienie	Dedykowane istniejącej substancji i zależne od funkcji warstwy, np. do 2 mm, do 3 mm, do 4 mm	Dedykowane istniejącej substancji i zależne od funkcji, np. do 1,5 mm, do 3 mm, do 4 mm	Dedykowane istniejącej substancji, np. do 1,5 mm, do 3 mm,
Wytrzymałość na ściskanie	Dedykowane istniejącej substancji i zależne od funkcji warstwy, zwykle od 0,8 N/mm <sup>2</sup> do 3 N/mm <sup>2</sup>	Dedykowane istniejącej substancji i zależne od funkcji, zwykle do 5 N/mm <sup>2</sup>	Dedykowane istniejącej substancji i zależne od funkcji, zwykle do 5 N/mm <sup>2</sup>
Wytrzymałość na zginanie		Dedykowane istniejącej substancji i zależne od funkcji, zwykle do 2 N/mm <sup>2</sup>	
Moduł E	Zwykle ok. 1300 N/mm <sup>2</sup>	Dedykowane istniejącej substancji i zależne od funkcji, zwykle do 7500 N/mm <sup>2</sup>	
Współczynnik oporu dyfuzyjnego	≤ 8		≤ 8
Porowatość			≥ 35%

+ ważne/wymagane; ± może być istotne; - nieistotne/nie dotyczy

(przez zamknięcie porów) w porównaniu z zaprawami bez tego dodatku oraz zapobiega powstawaniu wykwitów. Ponadto daje:

- lepszą obrabialność (tras działa jak plastyfikator),
- mniejszą podatność na tworzenie się rys (tras działa elastyfikująco).

Te cechy powodują, że tras jest pożądanym składnikiem zapraw, oczywiście jeżeli zawiera ona odpowiednią jego ilość.

Przyrost wytrzymałości zapraw trasowych jest rozłożony w czasie, mimo że w porównaniu z zaprawami czysto wapiennymi początkowa wytrzymałość

jest wyższa, a reakcje twarzenia trasy w dłuższym okresie (lata) istotnie zwiększają wytrzymałość zaprawy na ściskanie i zginanie. Wymagają one jednak znacznie dłuższej pielęgnacji (woda potrzebna jest do reakcji wiązania) i tu za minimum przyjmuje się cztery tygodnie, a w zależności od

grubości warstwy tynku i rodzaju podłoża czas ten może być jeszcze dłuższy. Zlekceważenie tego wymogu może skutkować nieuzyskaniem przez tynk docelowych parametrów oraz powstaniem rys skurczowych.

**Tynki trasowe często są polecane w renowacji jako bezcementowe.** Jednakże reakcja trasy, wapna i wody tworzy związki specyficzne dla reakcji hydratacji cementu – glinian trójwapienny  $3CaO \cdot Al_2O_3$  oraz hydrat krzemianu wapnia  $3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O$ .

**Tras ma zdolność minimalizowania niebezpieczeństwa powstawania wykwitów.** Chodzi przy tym jednak tylko o wykwit, których przyczyną są związki wapna – tras ma zdolność ich wiązania. W niewielkim zakresie tras wiąże także sulfaty, ich duża ilość prowadzi jednak do tworzenia się ettringitu.

**Tras nie zlikwiduje problemu niszczenia świeżo nałożonej zaprawy tynkarskiej przez sole rozpuszczone w wodzie znajdującej się w murze.** Nie zlikwiduje też problemu wykwitów na powierzchni tynku powstałych na skutek krystalizacji soli ani nie poprawi odporności tynku na tego typu czynniki destrukcyjne. Drugim argumentem przemawiającym przeciw stosowaniu tynków trasowych jako renowacyjnych jest fakt, że tras wiąże relatywnie długo i wymaga dostępu wilgoci oraz pielęgnacji. Z kolei tynki renowacyjne muszą możliwie szybko uzyskać swoje docelowe właściwości, aby nie ulec zniszczeniu przez migrujące z podłoża sole [4].

## Tynki regulujące wilgotność

Tynki te nazywane są także tynkami klimatycznymi lub wręcz antypleśniowymi (choć nie zawsze ta nazwa jest adekwatna do właściwości i oczekiwanego rezultatu). Ich funkcją jednak jest zmniejszenie ryzyka wystąpienia kondensacji wilgoci na powierzchni przegrody i związanego z tym niebez-

pieczeństwa rozwoju grzybów pleśniowych.

Zjawisko to występuje w pomieszczeniach o podwyższonej wilgotności powietrza i ścianach o niewystarczającej ciepłochronności. Klasycznym przykładem takiej sytuacji są stare, zabytkowe budynki. W zasadzie w takiej sytuacji należałoby albo obniżyć wilgotność powietrza, albo docieplić przegrodę. Często rozwiązaniem problemu mogą być tego typu tynki. Muszą one być porowate, dlatego często próbuje się zastosować tynki renowacyjne. Jednak chodzi o to, aby tynk był w stanie wchłonąć pewną część wilgoci, tynk renowacyjny jest hydrofobowy, dlatego jego zastosowanie w takim celu jest nie do końca poprawne, mimo że wielokrotnie udaje się uzyskać pozytywny efekt. Jest to związane z faktem, że każdy tynk porowaty cechuje się dużo lepszym współczynnikiem U niż tradycyjny tynk cementowy czy wapienny. Może się okazać, że zastosowanie tynku renowacyjnego, zwłaszcza przy minimalnych różnicach temperatur podłoża i punktu rosy/punktu pleśniowego, spowoduje widoczną poprawę sytuacji.

Naprawa i ochrona zabytkowej substancji budowlanej zawsze wiązana jest z uprzednim określeniem przyczyn destrukcji i musi być przeprowadzona z uwzględnieniem zjawisk zachodzących w naprawianych elementach oraz właściwości i parametrów zarówno starej substancji, jak i materiału naprawczego/ochronnego. Od pewnego czasu spotyka się tynki nazywane tynkami regulującymi wilgotność, których celem jest zredukowanie zawilgocenia (i jak się niekiedy podaje, zasolenia) muru. Ich sposób działania jest definiowany następująco [11]:

- osuszanie za pomocą dyfuzji, ewentualne sole zostają w murze;

- osuszanie za pomocą dyfuzji, ewentualne sole krystalizują na powierzchni;

- osuszanie za pomocą kapilarnego transportu wilgoci, ewentualne sole krystalizują na powierzchni.

Tynki FRP mają inny rozkład i wielkość porów niż tynki renowacyjne (do których są najczęściej porównywane [11]), nie są jednak hydrofobowe, co wymaga ich hydrofobizacji przy stosowaniu zewnętrznym.

Należy podkreślić, że **istnieje spory problem z nazewnictwem, właściwościami i wymaganiami tynków związanych z ochroną przed wilgocią.** O ile jednoznacznie zdefiniowane są wymagania dla tynków renowacyjnych i traconych, o tyle funkcjonują jeszcze określenia typu: tynki regulujące wilgotność (zwane z jęz. niemieckiego tynkami FRP), tynki osuszające czy tynki regulujące temperaturę powietrza (tynki na bazie materiałów zmiennofazowych). Nie zawsze są one jednoznacznie zdefiniowane, nie ma także określonych minimalnych wymagań dla tego rodzaju tynków, co powoduje, że tynk o podobnych właściwościach i zastosowaniach przez jednego producenta będzie nazwany tynkiem regulującym wilgotność (FRP), przez drugiego tynkiem antypleśniowym, a jeszcze przez innego osuszającym. Może się zdarzyć, że jedne tynki opisywane jako FRP będą hydrofobowe, inne nie.

## Tynki naprawcze (odnawiające) (niem. Renovierputze)

Nazwa niemiecka może sugerować, że są to tynki renowacyjne. Jednak ich rola jest zupełnie inna. Są to cienkowarstwowe tynki (szpachle) służące do naprawy (renowacji) uszkodzonych tynków na elewacjach (fot.). Produkowane są na spoiwie cementowym, wapiennym lub silikatowym. Niekiedy zawierają w składzie dodatek



polimerów (poprawiają przyczepność i zmniejszają moduł Younga) oraz włókien (zwiększają odporność na zarysowanie).

Często nazwa może sugerować, że dany tynk można zastosować zawsze i wszędzie, niezależnie od stopnia zawilgocenia i zasolenia muru, bez badań i diagnostyki obiektu, że jest on wodoodporny i odporny na sole (bez żadnych warunków brzegowych) itp.

**Traktowanie marketingowych określeń i „wyróżników” jako pewnika jest często popełnianym błędem przy doborze tynków specjalistycznych.**

## Literatura

1. *Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych, część B: Roboty wykończeniowe*, zeszyt 1, Tynki, ITB, 2011.
2. Praca zbiorowa, *Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Poradnik projektanta, kierownika budowy i inspektora nadzoru*, Verlag Dashofer, Warszawa 2013.
3. DIN 4108-3:2014-11 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.
4. T. Dettmering, H. Kollmann, *Putze in Bau-sanierung und Denmalpflege*, DIN Deutsches Institut fuer Normung, 2012.
5. DIN V 18550 Putz und Putzsysteme. Ausführung.
6. Zement-Merkblatt: Hochbau. Putz. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.
7. PN-EN 998-1:2012 Wymagania dotyczące zapraw do murów – Część 1: Zaprawa tynkarska.
8. WTA Merkblatt 2-9-04 Sanierputzsysteme.
9. WTA Merkblatt 2-10-06 Opferputze.
10. Materiały konferencyjne, Europejskie Targi Konserwacji i Restauracji Zabytków oraz Renowacji Starych Budowli Denkmal, Leipzig 2014.
11. S. Reeb, T. Garrecht, K. Berg, *Feuch-tregulierungsputze – Anspruch und Grenzen*, IFS-Bericht nr 36/2010.
12. Materiały firmy Opterbein.
13. R. Michnia, *Gelenkte Kapillarität mit Kalksystemen in der Fassadenin-standsetzung*, Europejskie Targi Konserwacji i Restauracji Zabytków oraz Renowacji Starych Budowli Denkmal, Leipzig 2014.
14. WTA Merkblatt 2-7-01 Kalkputze in der Denkmalpflege.
15. E. Osiecka, *Wapno w budownictwie. Tradycja i nowoczesność*, Stowarzyszenie przemysłu wapienniczego, 2006.
16. R. Graefe, *Kellersanierung. Ratgeber fuer die Praxis. Schaden erkennen, bewerten, sanieren*, Rudolf Mueller Verlag 2014.
17. WTA Merkblatt 4-5-99 Beurteilung von Mauerwerk. Mauerwerkdiagnostik.
18. M. Rokieli, *Hydroizolacje w budownictwie. Poradnik*, Dom Wydawniczy Medium, Warszawa 2009.
19. M. Rokieli, *Renowacje obiektów budowlanych. Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót*, Grupa Medium 2013.
20. C. Magott, M. Rokieli, *Tynki renowacyjne w świetle normy PN-EN 998-1:2004 Wymagania dotyczące zapraw do murów – Część 1: Zaprawa tynkarska oraz instrukcji WTA nr 2-9-04 Sanierputzsysteme*, Konferencja Remo 2009, „Wiadomości Konserwatorskie” nr 26/2009.
21. C. Magott, M. Rokieli, *Ochrona budynków przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem*, XIII Symposium PSMB Ochrona obiektów budowlanych przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem, Darłowo 2015, Monografia nr 11, tom XIII, PSMB, Wrocław 2015.
22. PN-EN 459-1:2015-06 Wapno budowlane – Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności.
23. DIN 1060-1:1995-03 Baukalk – Teil 1: Definitionen, Anforderungen, Überwachung. ■



**Fot. 1** Uszkodzone (zarysowane) tynki tradycyjne; bezkrytyczna naprawa, np. poprzez wykonanie warstwy wzmacniającej z siatką, jest niedopuszczalna

# Okna, które oszczędzają energię

mgr inż. **Klaudia Urbańska**  
SKN BioEnergia  
Wydział Przyrodniczo-Technologiczny

dr inż. **Arkadiusz Dyjakon**  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Duża konkurencja na rynku okien i obecnie obowiązujące prawo sprzyjają powstawaniu coraz bardziej energooszczędnych produktów.

**S**tolarka okienna, jako przegroda przezroczysta, ma duży wpływ na zapotrzebowanie energetyczne budynku. Zastosowanie okien o lepszych parametrach pozwala zminimalizować straty ciepła oraz zmniejszyć koszty ogrzewania budynku. Dodatkową zaletą okien energooszczędnych jest ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko w okresie grzewczym. Niestety, nowoczesne rozwiązania technologiczne stosowane w przemyśle okiennym są dość drogie. W efekcie, z punktu widzenia inwestora, istotna jest relacja między nakładami inwestycyjnymi a korzyściami ekonomicznymi wynikająca z podjętej decyzji o wyborze danej stolarki okiennej.

Jednym z wyzwań współczesnego budownictwa jest dobranie odpowiednich materiałów i rozwiązań konstrukcyjnych, które pozwoliłyby na spełnienie coraz bardziej restrykcyjnych norm w zakresie zapotrzebowania energetycznego budynków. W tym aspekcie projektanta ograniczają w zasadzie jedynie warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich użytkowanie [1]. Jednak ze względu na wieloletnią inwestycję i eksploatację budynku projektant powinien się także kierować innymi zaleceniami czy

dyrektywami zawartymi w prawodawstwie krajowym lub unijnym. Do takich podstawowych dokumentów należą Polityka Energetyczna Polski do 2030 r., Strategia Zrównoważonego Rozwoju oraz dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej. Dodatkowo Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko do 2020 r. określa konieczność zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego przez poprawę efektywności energetycznej w każdym obszarze gospodarki [2]. Wymienione dokumenty obejmują

aspekt ograniczenia zużycia energii poprzez wiele działań, do których można zaliczyć zarówno przejście do odnawialnych źródeł energii, jak i poprawę izolacyjności budynków w celu zmniejszenia strat ciepła.

Sposobem na zmniejszenie kosztów oraz zużycia energii jest poprawa efektywności energetycznej budynku. Jednym z ważnych elementów są okna. Jako elementy przezroczyste o stosunkowo wysokich współczynnikach przenikania ciepła w dość

**Tab. 1** | Wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_w$  okien [1]

	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	
	Od 1 stycznia 2017 r.	Od 1 stycznia 2021 r.
<b>Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:</b>		
a) przy $t_i \geq 16^\circ C$	1,1	0,9
b) przy $t_i < 16^\circ C$	1,6	1,4
<b>Okna połaciowe:</b>		
a) przy $t_i \geq 16^\circ C$	1,3	1,1
b) przy $t_i < 16^\circ C$	1,6	1,4
<b>Okna w ścianach wewnętrznych:</b>		
a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ C$	1,3	1,1
b) przy $\Delta t_i < 8^\circ C$	bez wymagań	bez wymagań
c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,3	1,1
<b>Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych</b>	bez wymagań	bez wymagań

**Tab. 2** | Parametry budynku jednorodzinnego

Parametr	Wartość
Powierzchnia użytkowa/brutto [m <sup>2</sup> ]	180/210
Kubatura netto/brutto [m <sup>3</sup> ]	522/672
Powierzchnia ścian zewnętrznych [m <sup>2</sup> ]	138,9
Powierzchnia okien [m <sup>2</sup> ]	44,73

istotny sposób wpływają na wysokość strat ciepła w budynku. Istotny jest nie tylko rodzaj zastosowanego okna, ale także sposób jego umocowania i zaizolowania. Nawet najlepsze okno niewłaściwie umocowane nie pozwoli na osiągnięcie odpowiedniego komfortu cieplnego.

Warunki techniczne określają maksymalną wartość współczynnika przenikania ciepła  $U_w$  stolarki okiennej, jest to główny parametr decydujący o wyborze okna. Obecnie obowiązującą wartością jest  $U_w = 1,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ . Należy jednak zaznaczyć, że od stycznia 2021 r. wymogi będą bardziej restrykcyjne, zobowiązując producentów do poprawy parametrów oferowanych produktów [1]. Szczegółowe dane zestawiono w tab. 1.

Na polskim rynku dostępnych jest wiele modeli okien energooszczędnych i pasywnych. Najlepsze z nich posiadają współczynnik przenikania ciepła nieco poniżej  $0,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ . Z kolei na rynku niemieckim dostępne są już okna o  $U_w$  wynoszącym  $0,45 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ . Warto zaznaczyć, że obniżanie współ-

czynnika przenikania ciepła związane jest z wysokimi kosztami takich okien ze względu na stosowane materiały i rozwiązania techniczne.

Niezależnie od materiałów budowlanych bardzo duży wpływ na opłacalność przedsięwzięć termomodernizacyjnych, do których należy wymiana lub wybór odpowiedniej stolarki okiennej, ma rodzaj wykorzystywanego nośnika energii w budynku. Paliwa wykorzystywane do ogrzewania różnią się nie tylko właściwościami fizyczno-chemicznymi, ale przede wszystkim ceną. W efekcie rodzaj źródła energii może znacząco wpływać na proces decyzyjny przy doborze poszczególnych elementów budynku.

W artykule przeprowadzono analizę zastosowania różnych wariantów stolarki okiennej z uwzględnieniem kosztów inwestycyjnych, kosztów eksploatacyjnych związanych z ogrzewaniem budynku oraz wpływu zastosowanego rozwiązania na środowisko.

### Metodyka obliczeń

Obliczenia przeprowadzono dla modelowego budynku jednorodzinne-

go zamieszkanego przez pięć osób. Parametry budynku przedstawiono w tab. 2.

Zgodnie z [3] obliczono zapotrzebowanie energetyczne budynku. Przyjęta metodyka pozwoliła na obliczenie wysokości strat ciepła przez przegrody i wentylację, a także na określenie wysokości zysków ciepła m.in. od promieniowania słonecznego. Na podstawie uzyskanych wartości obliczono zapotrzebowanie na energię użytkową, energię końcową oraz energię pierwotną.

Do dalszych obliczeń posłużono się wskaźnikiem zapotrzebowania na energię pierwotną (EP), który pozwala określić zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną (przypadającą na 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej w ciągu roku) na potrzeby ogrzewania, wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Podstawowe obliczenia przeprowadzono przy uwzględnieniu standardowych, powszechnie stosowanych okien o współczynniku przenikania ciepła  $U_w = 1,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  (wariant 0). Następnie przeprowadzono obliczenia dla nowoczesnych okien o zmniejszonym współczynniku przenikania ciepła. Dodatkowo w wariantcie IV uwzględniono zastosowanie najlepszych okien dostępnych na rynku niemieckim.

Parametry analizowanych okien zestawiono w tab. 3.

**Tab. 3** | Parametry okien [5-12]

Warianty	Model okna	Współczynnik przenikania ciepła $U_w$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]	Wymiary [m]		Cena [zł·szt <sup>-1</sup> ]	
			Okna małe	Okna duże	Okna małe	Okna duże
Wariant 0	IGLO Light	1,1	1165x1435	2065x1635	804	1 005
Wariant I	Alphaline 90	0,9			1 157	1 550
Wariant II	PCV Aluplast Ideal 8000	0,67			1 037	1 553
Wariant III	Passive-line Ultra	0,50			1 674	2 735
Wariant IV	ENERSign arctis	0,45			4 589*	9 103*

\* Wycena okien w Niemczech, kurs z dnia 31.08.2017, 1 EUR = 4,257 zł [4].

**Tab. 4** | Parametry paliw i energii elektrycznej

Parametr	Węgiel – ekogroszek	Olej opałowy	Gaz ziemny	Energia elektryczna
Wartość opałowa [MJ·kg <sup>-1</sup> ]	22,61	40,4	42,3	-
Gęstość paliwa [kg·m <sup>-3</sup> ]	800	860	0,74	-
Sprawność systemu grzewczego [%]	70	90	90	99
Koszt ciepła [gr·kWh <sup>-1</sup> ]	10,03	37,69	22	55

Koszt okien dla poszczególnych wariantów z tab. 3 obejmuje zarówno koszt samego okna, jak również materiałów montażowych oraz usługi montażu.

W kolejnym etapie obliczono zapotrzebowanie na energię pierwotną w zależności od zastosowanego źródła ciepła w budynku; w tab. 4 zestawiono parametry wybranych paliw.

Następnie obliczono wartość wskaźnika EP w odniesieniu do okna standardowego (wariant 0) i dla poszczególnych wartości  $\Delta EP$  obliczono poziom oszczędności.

Obliczenia przeprowadzono zgodnie ze wzorem:

$$K_U = \Delta EP \cdot C \cdot P \quad (1)$$

gdzie:  $K_U$  – koszty uniknięte (oszczędności względem wariantu 0) [zł·rok<sup>-1</sup>];  $\Delta EP$  – różnica współczynnika zapotrzebowania na energię pierwotną między budynkiem z oknami standardowymi (wariant 0) a oknami energooszczędnymi [kWh·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup>];  $C$  – koszt ciepła [zł·kWh<sup>-1</sup>];  $P$  – powierzchnia użytkowa budynku [m<sup>2</sup>].

Uzyskana wartość oszczędności pozwoliła na wyliczenie prostego okresu zwrotu z inwestycji. Obliczenia przeprowadzono zgodnie ze wzorem:

$$SPBT = K_I / K_U \quad (2)$$

gdzie: SPBT – prosty okres zwrotu inwestycji [lata];  $K_I$  – koszty inwestycyjne poszczególnych wariantów [zł];  $K_U$  – koszty uniknięte (oszczędności z tytułu zastosowania wybranego wariantu) [zł·rok<sup>-1</sup>].

W celu uwzględnienia wpływu na środowisko wyliczono wielkość emisji unikniętej CO<sub>2</sub> dla każdego z wariantów w zależności od zastosowanego źródła ciepła w budynku. Zastosowano wskaźniki udostępnione przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami. Wartości wskaźników zestawiono w tab. 5.

Obliczenie wielkości emisji unikniętej przeprowadzono zgodnie ze wzorem:

$$E_{CO_2} = WE_{CO_2} \cdot \Delta EP \cdot P \quad (3)$$

gdzie:  $E_{CO_2}$  – wielkość emisji w zależności od źródła ciepła [kg·rok<sup>-1</sup>];  $WE_{CO_2}$  – wskaźnik emisji w zależności od źródła ciepła [kg·GJ<sup>-1</sup>];  $P$  – powierzchnia użytkowa budynku [m<sup>2</sup>].

**Tab. 5** | Wskaźniki emisji i wartości opałowe dla wybranych źródeł energii [13, 14]

Rodzaj źródła energii	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji WE <sub>CO2</sub>
	MJ·kg <sup>-1</sup>	kg·GJ <sup>-1</sup>
Węgiel – ekogroszek	22,61	94,73
Gaz ziemny	42,3	73,30
Olej opałowy	40,4	77,40
Energia elektryczna	-	229,28*

\*Wskaźnik emisji dla energii elektrycznej z uwzględnieniem strat wynosi 825,412 kgCO<sub>2</sub>·MWh<sup>-1</sup> [14].

**Tab. 6** | Wartości współczynników EP i  $\Delta EP$  dla budynku w zależności od zastosowanego rodzaju okna

Wariant	EP	$\Delta EP$
	[kWh·m <sup>-2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	[kWh·m <sup>-2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]
Wariant 0	91,27	0
Wariant I	85,14	6,14
Wariant II	78,17	13,10
Wariant III	76,37	14,91
Wariant IV	71,60	19,67

## Wyniki i dyskusja

Obliczone wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną EP oraz wartości  $\Delta EP$  dla poszczególnych wariantów zestawiono w tab. 6.

Na podstawie danych zawartych w tab. 6 stwierdzono, że **wraz ze spadkiem wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_w$  maleje wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną EP.** Jest to wynikiem zmniejszenia strat ciepła poprzez stolarkę okienną. Im niższy

**Tab. 7** | Koszty inwestycyjne oraz SPBT dla różnych wariantów w zależności od źródła ciepła

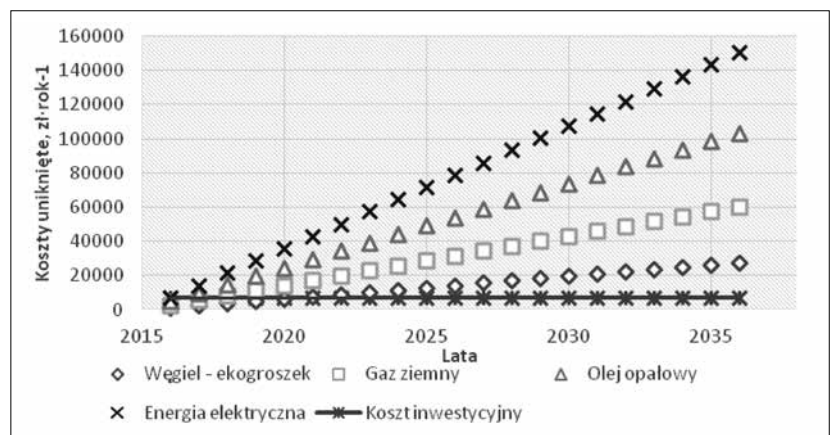
Warianty	Źródło ciepła	Koszty uniknięte	Koszt inwestycyjny	SPBT
		[zł·rok <sup>-1</sup> ]	[zł]	[lata]
Wariant I	Węgiel – ekogroszek	111	6 992	63
	Gaz ziemny	243		29
	Olej opałowy	416		17
	Energia elektryczna	608		12
Wariant II	Węgiel – ekogroszek	237	7 198	31
	Gaz ziemny	519		14
	Olej opałowy	889		8
	Energia elektryczna	1 297		6
Wariant III	Węgiel – ekogroszek	328	19 940	61
	Gaz ziemny	720		28
	Olej opałowy	1 234		17
	Energia elektryczna	1 801		12
Wariant IV	Węgiel – ekogroszek	355	90 761	256
	Gaz ziemny	779		117
	Olej opałowy	1 335		68
	Energia elektryczna	1 947		47

współczynnik  $U_w$  okna, tym mniejsze zapotrzebowanie energetyczne budynku.

Koszty inwestycyjne, koszty uniknięte oraz prosty okres zwrotu zestawiono w tab. 7. Przedstawione koszty inwestycyjne zostały pomniejszone o koszt inwestycyjny wariantu 0, dzięki czemu można określić rzeczywistą opłacalność zastosowania rozwiązania energooszczędnego w stosunku do standardowego.

Graficzne porównanie wariantów I–IV pod względem nakładów inwestycyjnych i uzyskanych skumulowanych oszczędności w okresie 20 lat przedstawiono na rys. 1–4.

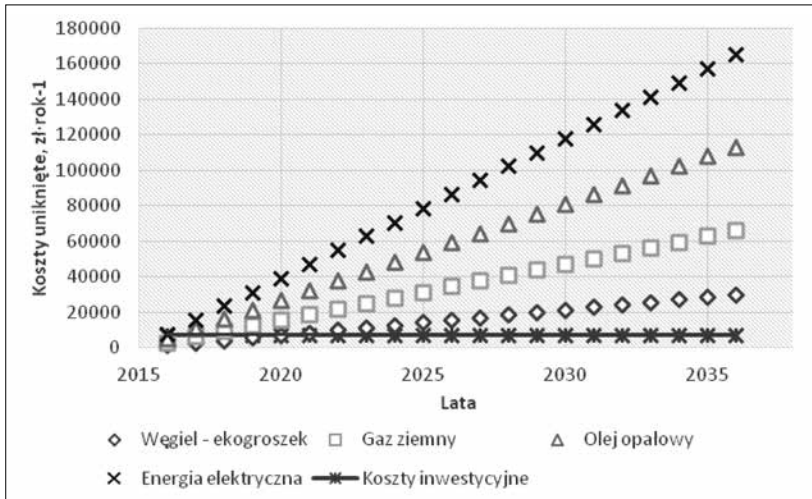
Na podstawie analizy tab. 7 oraz rys. 1–4 stwierdzono, że zastosowanie okien o niższym współczynniku przenikania ciepła wpływa na obniżenie kosztów eksploatacyjnych budynku. Jednak znaczny wzrost kosztów inwestycyjnych dla wariantu III oraz IV



**Rys. 1** | Nakłady inwestycyjne oraz koszty uniknięte dla wariantu I

wskazuje, że rozwiązania energooszczędne mimo większego ograniczenia zużycia energii w budynku są jeszcze za drogie i w konsekwencji nieopłacalne. Okres zwrotu, w zależności od zastosowanego rozwiązania i źródła ciepła w budynku, wynosi od 6 lat (dla źródła ciepła w postaci energii elektrycznej i wariantu II) do nawet 256 lat (dla źródła ciepła w postaci wę-

gla kamiennego i wariantu IV). Taka wysoka wartość wskaźnika SPBT wynika po części z różnic w warunkach panujących na rynku polskim i niemieckim (koszty pracy, usługi, zarobki itp.), jednak nadal potwierdza, że okna o skrajnie niskich wartościach współczynnika przenikania ciepła są nowością techniczną o wysokich kosztach produkcji.



Rys. 2 | Nakłady inwestycyjne oraz koszty uniknięte dla wariantu II

Na rys. 5 przedstawiono nakłady inwestycyjne oraz koszty uniknięte dla wszystkich wariantów.

Wartość skumulowanych kosztów unikniętych ściśle zależy od zastosowanego wariantu (rys. 5), a więc

współczynnika  $U_w$ . Można zaobserwować wzrost oszczędności przy różnych źródłach energii w budynku, jednak wartości te się zmieniają proporcjonalnie. Kluczowym zatem elementem wpływającym na opłacalność inwestycji w nowoczesną

stolarkę okienną jest koszt inwestycyjny oraz rodzaj nośnika energii do ogrzewania budynku. Należy podkreślić, że w analizie nie uwzględniono potencjalnego wzrostu cen nośników energii w przyszłości, które mogą znacząco poprawić wskaźnik SPBT. Porównanie zaproponowanych wariantów wykazało, że najlepszym rozwiązaniem pod względem ekonomicznym są okna w wariantcie II, które mają korzystny stosunek między nakładami inwestycyjnymi a osiąganymi oszczędnościami. Okres zwrotu jest także najkrótszy dla wariantu II i wynosi 31 lat w przypadku ogrzewania węglem, a jedynie 6 lat w przypadku wykorzystania energii elektrycznej na cele grzewcze.

Oprócz aspektów ekonomicznych dla coraz większej grupy inwestorów istotne są także aspekty środowiskowe. Tabela 8 obrazuje wielkość emisji unikniętej  $E_{CO_2}$  w zależności od zastosowanego źródła energii

Tab. 8 | Wielkości emisji CO<sub>2</sub> w zależności od paliwa i zastosowanego rozwiązania

Warianty	Paliwo	Wskaźnik emisji $WE_{CO_2}$	$\Delta EP$	Wielkość emisji unikniętej $E_{CO_2}$
		[kg·GJ <sup>-1</sup> ]	[kWh·m <sup>-2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	[kg <sub>CO<sub>2</sub></sub> ·m <sup>-2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]
Wariant I	Węgiel – ekogroszek	94,7	6,14	2,09
	Gaz ziemny	73,3		1,61
	Olej opałowy	77,4		1,71
	Energia elektryczna	229,28		5,07
Wariant II	Węgiel – ekogroszek	94,7	13,12	4,47
	Gaz ziemny	73,3		3,46
	Olej opałowy	77,4		3,65
	Energia elektryczna	229,28		10,82
Wariant III	Węgiel – ekogroszek	94,7	18,19	6,20
	Gaz ziemny	73,3		4,80
	Olej opałowy	77,4		5,07
	Energia elektryczna	229,28		15,01
Wariant IV	Węgiel – ekogroszek	94,7	19,67	6,71
	Gaz ziemny	73,3		5,19
	Olej opałowy	77,4		5,48
	Energia elektryczna	229,28		16,24

# OKNA

modyfikowane  
energetycznie

Wyjątkowe rozwiązania zastosowane w konstrukcji systemów okiennych **aluplast** to gwarancja ponadprzeciętnych parametrów termicznych i użytkowych Twoich okien.



IDEAL 7000  
powerdur inside



IDEAL 8000



energeto 8000  
foam inside

  
**aluplast**<sup>®</sup>  
Kunststoff-Fenstersysteme



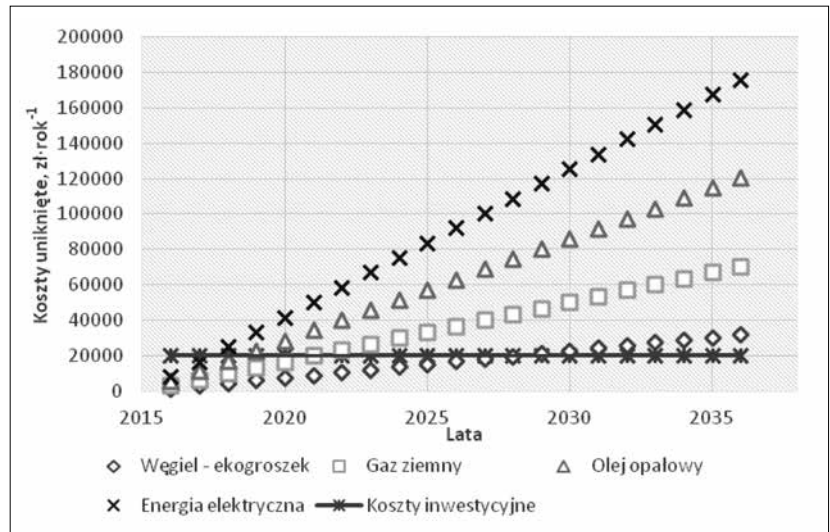
[www.aluplast.com.pl](http://www.aluplast.com.pl)

w budynku. Analiza wskaźnika emisji unikniętej wykazała, że największy efekt środowiskowy można uzyskać w przypadku ogrzewania budynku przy użyciu energii elektrycznej. Wynika to z niskiej sprawności wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach konwencjonalnych spalających węgiel, która w gospodarstwie domowym zamieniana jest ponownie na ciepło. Najmniejszą wartość emisji unikniętej uzyskano dla gazu ziemnego. Gaz ziemny, jako paliwo stosunkowo ekologiczne, emituje niewielkie ilości CO<sub>2</sub> do atmosfery.

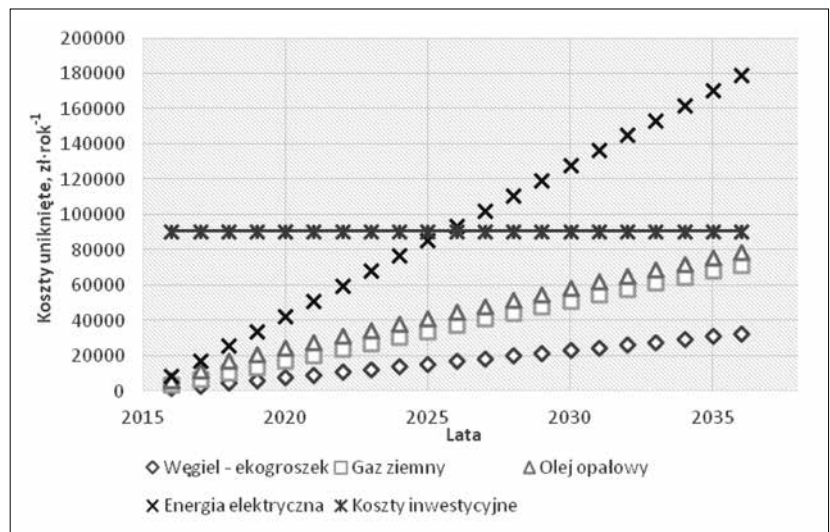
Analiza zaproponowanych wariantów zarówno pod względem ekonomicznym, jak i ekologicznym wykazała duże rozbieżności wyników. Najlepszym rozwiązaniem pod względem ekonomicznym jest wariant II, który pozwala osiągnąć najlepszy stosunek kosztów unikniętych do inwestycyjnych, natomiast najlepszym rozwiązaniem pod względem środowiskowym są okna w wariantcie IV.

### Wnioski

Z przeprowadzonych analiz wynika, że rozwiązanie z zastosowaniem okien o bardzo niskim współczynniku przenikania ciepła pozwala na osiągnięcie największych korzyści środowiskowych, jednak nie przekłada się to na zyski finansowe w postaci kosztów unikniętych za ogrzewanie nawet w dłuższej perspektywie czasowej. Należy jednak zaznaczyć, że na okres zwrotu poniesionych nakładów inwestycyjnych duży wpływ ma rodzaj nośnika energii. Dla tego samego wariantu okna wskaźnik SPBT zmienia się od 12 lat (dla wariantu III i energii elektrycznej) do 61 lat (dla wariantu III i węgla). Stwierdzono, że energooszczędna stolarka okienna jest najbardziej opłacalna eko-



Rys. 3 | Nakłady inwestycyjne oraz koszty uniknięte dla wariantu III



Rys. 4 | Nakłady inwestycyjne oraz koszty uniknięte dla wariantu IV

nomicznie i ekologicznie w przypadku ogrzewania budynku za pomocą energii elektrycznej. Z kolei najdłuższy okres zwrotu jest w przypadku ogrzewania budynku węglem. Każdy inwestor powinien indywidualnie przeprowadzić analizę własnego studium przypadku (z ujęciem aspektów ekonomicznych i środowiskowych) przed finalnym podjęciem decyzji o realizacji przedsięwzięcia,

zwłaszcza że konsekwencje wyboru będą odczuwalne w długim okresie (nawet 30 lat).

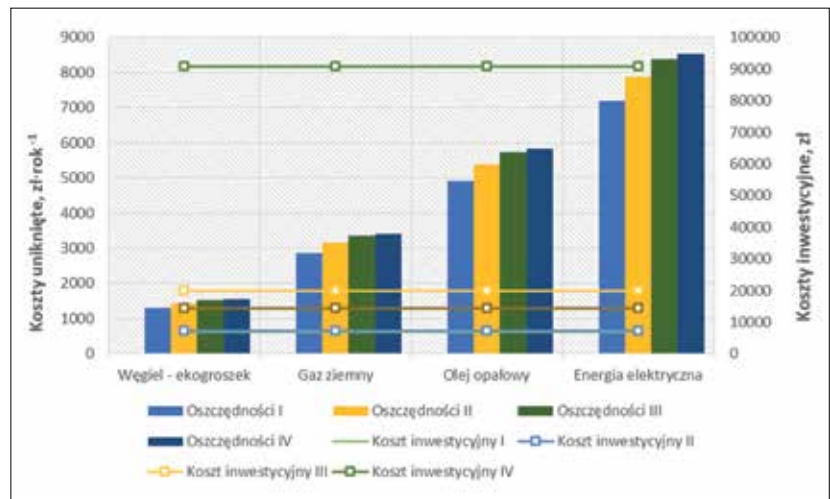
Tendencją na rynku jest zmniejszenie energochłonności budynków. Jednak nowoczesne rozwiązania są nadal w fazie rozwoju i dlatego cechują się znacznie wyższymi nakładami inwestycyjnymi w porównaniu z popularnymi. Duża konkurencja na rynku okien i obecnie obowiązujące prawo



sprzyjają powstawaniu coraz bardziej energooszczędnych produktów. Z tego względu można się spodziewać, że takie rozwiązania będą z czasem tanieć i opłacalne się stanie inwestowanie w ekologiczną stolarkę okienną.

## Literatura

1. Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
2. [http://www.kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/Literatura/008\\_3\\_Strategia\\_Bezpieczenstwo\\_Energetyczne\\_i\\_Srodowisko\\_2020.pdf](http://www.kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/Literatura/008_3_Strategia_Bezpieczenstwo_Energetyczne_i_Srodowisko_2020.pdf)
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
4. <https://www.money.pl/pieniadze/kurs/eur,978.html>
5. <http://veka.pl/index.php?id=76>
6. [http://oknacennik.pl/okna.php?ceny=veka\\_alphaline](http://oknacennik.pl/okna.php?ceny=veka_alphaline)



Rys. 5 | Nakłady inwestycyjne oraz koszty uniknięte dla wszystkich wariantów

7. [http://oknacennik.pl/okna.php?ceny=aluplast\\_ideal\\_8000](http://oknacennik.pl/okna.php?ceny=aluplast_ideal_8000)
8. <http://www.aluplast.com.pl/aluplast-ideal-8000>
9. <http://adams.com.pl/files/foldery/Ulotka%20Passiv-line%20Plus%20i%20Ultra.pdf>
10. <http://www.oknoekspert.com/index.php?mact=News%20cntnt01%20detail%20&cntnt01articleid=9&cntnt01returnid=21>
11. [http://passiv.de/de/08\\_award/2014\\_04\\_25\\_results\\_component\\_award\\_18pht.pdf](http://passiv.de/de/08_award/2014_04_25_results_component_award_18pht.pdf)
12. <https://www.drutex.pl/pl/produkty/iglo-energy-classic.html>
13. [http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy\\_do\\_pobrania/monitorowanie\\_raportowanie\\_weryfikacja\\_emisji\\_w\\_eu\\_ets/WO\\_i\\_WE\\_do\\_stosowania\\_w\\_SHE\\_2016.pdf](http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/monitorowanie_raportowanie_weryfikacja_emisji_w_eu_ets/WO_i_WE_do_stosowania_w_SHE_2016.pdf)
14. [http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy\\_do\\_pobrania/wskaźniki\\_emisyjności/160616\\_WSKAZNIKI\\_CO2.pdf](http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/wskaźniki_emisyjności/160616_WSKAZNIKI_CO2.pdf)

## krótko

### Akcja „Razem ratujemy małe serduszka”

4 września br. odbyła się konferencja prasowa dotycząca akcji „Razem ratujemy małe serduszka”, której inicjatorem i organizatorem jest firma WIŚNIEWSKI. Jej celem jest niesienie pomocy małym pacjentom Kliniki Kardiologii Dziecięcej w Krakowie poprzez wsparcie fundacji ScholaCordis. Wspólnie z partnerami handlowymi firma dołoży wszelkich starań, aby zebrać jak największą ilość środków na wsparcie kliniki. O samej idei akcji, potrzebach fundacji oraz konieczności wspierania tych inicjatyw opowiadali: Krystyna Baran, prezes firmy WIŚNIEWSKI, Katarzyna Świdzka, dyrektor marketingu firmy WIŚNIEWSKI, i profesor Janusz Skalski, kierownik Kliniki Kardiologii Dziecięcej IP UJ CM – ambasador akcji. – Chcemy umożliwić utrzymanie standardów leczenia i jednocześnie wspierać rozwój Kliniki Kardiologii Dziecięcej, na co niezbędne jest ciągłe wzbogacanie sprzętowe oddziału.



To wymaga ogromnych nakładów finansowych. Dlatego zainicjowaliśmy tę akcję i zachęcamy do przyłączenia się do niej – podkreśla Krystyna Baran.

W ofercie promocyjnej klienci mogą skorzystać ze specjalnych warunków zakupu bram, drzwi i ogrodzeń marki WIŚNIEWSKI w wersji smartCONNECTED, wspierając jednocześnie inicjatywę.

# Prefabrykacja – jak to robią w Skandynawii

mgr inż. **Anna Dybowska**  
mgr inż. **Natalia Jelińska**  
PEKABEX

Podstawowymi zaletami prefabrykacji są: ograniczenie osób pracujących na budowie, tempo budowy oraz brak sezonowości.



**B**udownictwo mieszkaniowe w Szwecji różni się znacznie od tego, które znamy z naszego podwórka. Technologię tradycyjną w dużej mierze zastąpiono prefabrykacją już kilkadziesiąt lat temu. Na przełomie lat 60. i 70. w Szwecji wdrożono tzw. miljonprogrammet, czyli program, w ramach którego zbudowano ponad milion mieszkań, z rekordową liczbą 110 000 lokali mieszkalnych w 1970 r. Podobna sytuacja miała miejsce w Polsce, gdzie do połowy lat 80. tzw. wielka płyta stanowiła

podstawę budownictwa mieszkaniowego. W przeciwieństwie do Polaków **Szwedzi swój późniejszy sceptycyzm w stosunku do prefabrykacji wykorzystali do ulepszenia i dopracowania technologii, poszukując optymalnych rozwiązań** zarówno pod względem ekonomicznym, jak i jakościowym.

Na przykładzie realizowanego obecnie projektu mieszkaniowego Branddorren spróbujemy przybliżyć technologie stosowane w obiektach mieszkaniowych w Szwecji oraz zalety prefabrykacji.

Branddorren jest częścią długofalowej koncepcji zakładającej wykorzystanie wspólnych detali konstrukcyjnych oraz jednakowych struktur dla wielu kontraktów w całej Szwecji. Inwestycja zlokalizowana jest w południowej dzielnicy Sztokholmu, objętej programem rewitalizacji. W jej zakres wchodzi budowa siedmiu obiektów połączonych garażem podziemnym, o łącznej powierzchni stropu 25 000 m<sup>2</sup> i 342 mieszkań. Najwyższe dwa budynki z kompleksu będą miały 14 i 16 kondygnacji. Pekabex został zaproszony do współpracy przez inwestora na bardzo wczesnym etapie i wspólnie z nim rozwijał koncepcję całego przedsięwzięcia.

Zastosowane w koncepcji rozwiązania konstrukcyjne to przede wszystkim zewnętrzne ściany typu sandwich składające się z trzech warstw: konstrukcyjnej, izolacyjnej w postaci styropianu grafitowego oraz elewacyjnej. **Przewodność cieplna ścian prefabrykowanych jest taka sama jak w ścianach wznoszonych metodą tradycyjną. Częste jest również osadzanie okien wraz z pełnym uszczelnieniem (tzw. ciepły montaż) oraz parapetem zewnętrznym.** Ponadto inwestor ma możliwość





wyboru sposobu wykończenia fasady. Najczęściej jest to malowanie lub tynkowanie ścian trójwarstwowych, a także wykorzystanie matryc pozwalających na kształtowanie nietypowych powierzchni betonu. Nową alternatywą, bardzo pożądaną na rynku skandynawskim, jest produkcja ścian z wbudowaną cegłą w warstwie elewacyjnej. W elementach osadzone są akcesoria elektryczne wraz z przewodnicą pozwalającą elektrykowi na przepuszczanie przewodów. Dotyczy to także ścian wewnętrznych, zwykle o grubości 200 mm, ze względu na wymagania akustyczne. W projekcie Branddorren klient zdecydował się na ściany malowane oraz w niektórych budynkach – z wbudowaną cegłą.

Wszystkie opisane możliwości wykonywane są w fabryce na przygotowanych ku temu stanowiskach, dzięki czemu na budowę dociera gotowy produkt o wysokiej jakości.

W koncepcji stworzonej przez klienta zastosowanie mają sprężone płyty stropowe o grubości 230 mm, wykonywane z obniżeniami pod modułowe łazienki prefabrykowane. Dodatkowo prowadzone są w nich kanały pod instalacje grzewcze i podobnie jak

w przypadku ścian wbudowane są akcesoria elektryczne. Na budowie na powierzchni płyt wykonywana jest już tylko wylewka niekonstrukcyjna. Zastosowanie płyt pełnych stropowych pozwala uniknąć czasochłonnego i kosztownego, jak w przypadku stopów monolitycznych, rozstawiania podpór, szalowania, zbrojenia, a co najważniejsze przerwy technologicznej koniecznej na wiązanie betonu.

Kolejną strukturą wchodzącą w zakres inwestycji są prefabrykowane balkony, mocowane do konstrukcji za pomocą stalowych płaskowników i odciągów lub łączników typu Halfen Hit. Balkony wbudowane mają od razu akcesoria do osadzenia balustrad – umożliwiające w sprawny i czysty sposób montaż barierki. Zależnie od koncepcji architekta i sposobu wykończenia płyty balkonu możliwe jest przygotowanie chropowatej powierzchni pod okładzinę lub mechaniczne zatarcie na gładko, uzyskując w ten sposób produkt gotowy do użytku.

Realizowane obiekty wyposażone są także w schody prefabrykowane, wykonane w betonie architektonicznym.



Alternatywnie klienci decydują się na wykończenie biegów schodowych kamienną okładziną terazzo – znaną w Polsce jako lastryko, które pod względem jakości i estetyki znacząco odbiega od tego, które spotykamy na starych klatkach schodowych.

Tym, co odróżnia szwedzkie projekty od tych realizowanych w Polsce, jest poziom wykończenia. Wspomniane wcześniej prefabrykowane łazienki, montowane równoległe z konstrukcją, przyjeżdżają na budowę jako gotowy produkt. Są to w pełni wyposażone w niezbędną armaturę, wyłożone kafelkami moduły, dokładnie takie same w każdym mieszkaniu. Jednak nie tylko łazienki stanowią różnicę – po zakończeniu montażu konstrukcji odrębne ekipy prowadzą prace wykończeniowe przygotowujące lokale do zamieszkania. W zakres prac wchodzi: malowanie ścian, ułożenie podłóg, montaż kuchni i podstawowych zabudów.

**Ograniczenie liczby osób pracujących na budowie podczas montażu konstrukcji prefabrykowanych również ma niebagatelny wpływ na decyzję inwestora o wyborze tej techniki.**





Wysyłając w pełni wyposażony, gotowy do wbudowania produkt, sprawiamy, że braki kadrowe, które zauważamy na rynku budowlanym, przestają być wyzwaniem. Kolejnymi kluczowymi zaletami prefabrykacji są tempo budowy oraz brak

sezonowości. Standardowa sekcja stanowiąca ok. 350 m<sup>2</sup> powierzchni stropu powstaje w ciągu pięciu dni roboczych. Taki wynik nie jest możliwy w budownictwie tradycyjnym. Dodatkowo montaż odbywa się z kół, eliminując konieczność magazynowania

materiałów na placu budowy. Montaż elementów może się odbywać niezależnie od warunków atmosferycznych i w czasie gdy na polskich budowlach robotnicy czyszczą betoniarki, ekipy montażowe Pekabex w Szwecji zmieniają rękawice na nieco grubsze i nie zwalniają tempa pracy. Jedynym czynnikiem, od którego są zależni monterzy, jest silny wiatr.

Na przykładzie projektu Branddorren oraz całej opisanego koncepcji można zauważyć, że oprócz niewątpliwych atutów prefabrykacji oraz unifikacji rozwiązań konstrukcyjnych skracaemy cały proces realizacji projektu. Stałe rozwiązania redukują proces uzgodnień projektowych, usprawniają produkcję oraz przyspieszają montaż elementów na budowie, co niesie ze sobą wymierne korzyści finansowe. ■

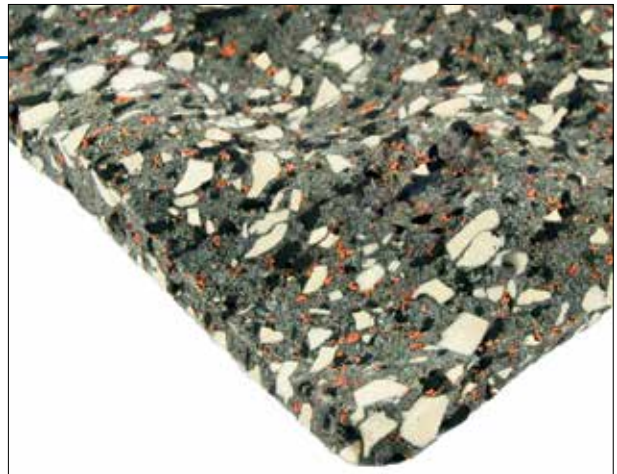
## krótko

### Izolacja od dźwięków Regupol® Comfort

Regupol® Comfort – Mata o minimalnej grubości jest przeznaczona do izolacji stropów od dźwięków materiałowych, krokowych i uderzeniowych. Izolacja spełnia normy od dźwięków uderzeniowych dla stropów wg PN-EN ISO 171-2. Można ją używać na każdym rodzaju stropu, na którym stosuje się wylewkę.

Regupol® Comfort to materiał przeznaczony przede wszystkim do obiektów wielorodzinnych, hoteli, szpitali, szkół, przedszkoli – wszędzie tam, gdzie obciążenia nie przekraczają 500kg/m<sup>2</sup>.

Regupol® Comfort występuje w dwóch wariantach grubościowych:



	Regupol® comfort 5	Regupol® comfort 8
Współczynnik tłumienia dźwięków wg PN-EN ISO 717-2	$\Delta L_w \geq 20$ dB	$\Delta L_w \geq 26$ dB
Grubość [mm]	5	8/4
Maksymalne obciążenie stałe	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>
Sztynność dynamiczna	$s' \approx 15$ MN/m <sup>3</sup>	$s' \approx 15$ MN/m <sup>3</sup>



# Forum Rusztowaniowe i 20 lat PIGR

Krystyna Wiśniewska |

**P**olska Izba Gospodarcza Rusztowań (PIGR) zorganizowała w dniach 9–10 września br. kolejne Forum Rusztowaniowe, tym razem w Płochocinie k. Warszawy, w siedzibie firmy PERI. Spotkanie miało szczególnie uroczysty charakter ze względu na obchody 20-lecia PIGR.

Głos zabrali m.in. Dagmara Tyc, dyrektor PIGR, Michał Wrzosek, prezes firmy Peri, oraz Bogdan Szpilman, prezes zarządu PIGR. Odczytany został także list długoletniej dyrektor PIGR Danuty Gawęckiej. Marek Walicki, dyrektor Biura Krajowej Rady PIIB, złożył członkom izby rusztowań gratulacje z okazji jubileuszu, podkreślając dobrą wzajemną współpracę, oraz przekazał grawerowaną tablicę pamiątkową.

Ważnym elementem forum był finał VI edycji konkursu „Rusztowanie Roku”. Kapituła Konkursu pod przewodnictwem dr. inż. Edwarda Szwarca wyłoniła laureatów nagród. Po raz pierwszy przyznano wyróżnienie w kategorii „Małe firmy – Rusztowanie”, którą otrzymała firma Jurgo s.c. Pierwsze miejsce i nagrodę „Złotego Kuplunga” w kategorii „Duże i średnie firmy – Rusztowanie” zdobyły ex aequo firmy Peri Polska Sp. z o.o. i XERVON Polska Sp. z o.o. Miejsce trzecie w tej kategorii przypadło firmie Multiserwis Sp. z o.o. Oddział Rusztowania Przemysłowe. W kategorii „Technologie i bezpieczeństwo” miejsca pierwszego nie przyznano, drugie otrzymała firma Peri, a trzecie – PIONART. W kategorii „Monter” srebrne odznaki montera rusztowań



Laureaci konkursu „Rusztowanie Roku”

otrzymali Robert Jurkiewicz i Grzegorz Niemiec. O tym, jakie realizacje danych firm zadecydowały o przyznaniu nagród, można przeczytać na [www.rusztowania-izba.org.pl](http://www.rusztowania-izba.org.pl).

W części seminaryjnej spotkania zebrani wysłuchali ciekawych referatów

na temat m.in. działań na rzecz zmian w normach dotyczących rusztowań oraz środków ochrony osobistej przy pracach na wysokości.

Wieczorem przedstawiciele branży rusztowaniowej i ich goście spotkali się na uroczystej kolacji. ■



Bogdan Szpilman demonstruje pamiątkową tablicę – prezent od PIIB; z lewej Dagmara Tyc

# Przykłady wzmocniania konstrukcji drewnianych

dr inż. **Dorota Kram**  
 Politechnika Krakowska  
 inż. **Tomasz Kochański**  
 dyplomant Politechniki Krakowskiej

Każde wzmocnienie naprawcze konstrukcji drewnianych musi być poprzedzone rozpoznaniem warunków ich pracy przede wszystkim w zakresie wilgotnościowym.

**W**zmocnienie lub wzmocnienie w znaczeniu technicznym to czynność lub element zwiększający wytrzymałość struktury. Dla wielu z nas pierwsze skojarzenie obejmujące wzmocnianie konstrukcji drewnianych dotyczyć będzie naprawy stropu, więźby dachowej albo schodów. W obiektach zabytkowych głównym celem takiego zabiegu jest zazwyczaj zachowanie dotychczasowej substancji. W pozostałych konstrukcjach możemy pozwolić sobie na wymianę elementu lub wprowadzenie innych materiałów. Drewno mimo swojej stałości jako surowiec (bo przecież nie zmieniło się ono od tysięcy lat) wraz z postępem myśli technicznej pozwala konstruować wzmocnienia w nowoczesny sposób (wprowadzamy coraz nowsze łączniki, materiały drewnopochodne czy kompozyty). **O naprawach i wzmocnieniach** konstrukcji drewnianych przygotowano wiele opracowań. Wśród aktualnych spełniających realia obecnego rynku można wymienić [3] i [4]. Jednak rozpoczynając jakiegokolwiek działania z konstrukcjami drewnianymi, a z zabytkowymi przede wszystkim, należy mieć na uwadze naturę tego materiału i w pierwszej kolejno-

ści zapoznać się z warunkami środowiskowymi, w jakich ta konstrukcja pracuje, oraz jakie działania w danej sytuacji są możliwe. Na rynku wydawniczym jest przydatna literatura poświęcona wiedzy o drewnie, np. [5], [6].

## Przyczyny stosowania wzmocnień konstrukcji drewnianych

Powodów stosowania wzmocnień podczas naprawy istniejących konstrukcji budowlanych jest stosunkowo dużo,

ale dla konstrukcji drewnianych do najczęstszych można zaliczyć:

- naturalną destrukcję drewna spowodowaną rozkładem biologicznym źle lub słabo zabezpieczonej konstrukcji poddanej ekspozycji na środowisko sprzyjające rozwojowi drobnoustrojów i technicznych szkodników drewna (fot. 1),
- lokalne wady drewna lub elementu na bazie drewna w strefie zwiększonych naprężeń,
- błędy powstałe na etapie projektowania lub realizacji,



**Fot. 1** Porażenie/uszkodzenie drewna przez drobnoustroje i techniczne szkodnika drewna (źródło własne)

- zmiany układów statycznych wynikające z awarii współzależnych ustrojów obiektu budowlanego lub wskutek błędów wykonawczych,
- zmiany sposobów użytkowania zazwyczaj pociągające za sobą zwiększenie obciążenia,
- uszkodzenia mechaniczne powstałe w wyniku transportu lub montażu,
- potrzebę podniesienia bezpieczeństwa użytkowników,
- potrzebę redukcji ugięć wynikających z długotrwałego obciążenia konstrukcji (efekt pełzania),
- potrzebę ustabilizowania pęknięć sufitów wrażliwych na ugięcie (umożliwienie dalszych napraw estetycznych).

Cechy drewna i sytuacje, z powodu których najczęściej występuje potrzeba wzmocnienia oraz dla których dedykowane są odpowiednie zabiegi, to:

- anizotropia właściwości mechanicznych drewna,
- losowość jakościowa i ilościowa wad w budowie drewna,
- zależność właściwości mechanicznych drewna od zmieniającej się wilgotności,
- podatność na korozję biologiczną w niesprzyjającym środowisku,
- niedostosowanie istniejącej konstrukcji do planowanego użytkowania.

Wszystkie czynności rozpatrywane przy wzmocnieniu wydają się na pierwszy rzut oka proste do zastosowania, jednak jak to bywa w życiu inżyniera – pojawiają się na ogół pewne przeciwności, które komplikują podejście, niekiedy eliminują dużą część metod wzmocnienia. Przykładów można podać wiele, najczęściej występujące to:

- ograniczenia wynikające z przepisów (warunków technicznych), określających parametry, takie jak odporność ogniowa czy też wysokości w świetle między istotnymi

elementami, np. odległość pomiędzy posadzką a stropem,

- ograniczenia wynikające z parametrów budynku – ograniczenia wykonawcze (niskie poddasza, trudności z fizycznym wprowadzeniem i montażem),
- zachowanie sposobu użytkowania pomieszczenia, gdzie planowane jest wzmocnienie,
- znaczne ograniczenia wobec inżynierii w konstrukcje obiektów zabytkowych,
- estetyka stosowanych rozwiązań,
- budżet inwestora.

### Materiały stosowane przy wzmocnieniu konstrukcji drewnianych

#### Drewno i materiały drewnopochodne

Drewno jest wspaniałym materiałem budowlanym o najbardziej zaawansowanej technologii świata. „Maszyna”, której paliwem jest CO<sub>2</sub>, w procesach fotosyntezy realizuje „produkt”, który kumuluje (przetwarza) ten związek, w zamian dostarczając do otoczenia życiodajny tlen. Patent do tej technologii należy do matki natury. Natura stworzyła drewno jako produkt, który ma stawiać czoło wyzwaniom przez

nią generowanym, jednak człowiek, sięgając po drewno, bardzo często wykorzystuje je w odmienny sposób i niejednokrotnie na swoje potrzeby musi je udoskonalać. Wzmacniamy więc jego strukturę przez usuwanie lokalnych wad i klejenie, wprowadzając kleje, kompozyty i łączniki. Pozyskane w lesie drewno możemy wykorzystać jako lite drewno konstrukcyjne, np. klasy C24, możemy również użyć go do produkcji drewna klejonego GL, CLT, LVL itp. Można też zastosować różne gatunki drzew. W ostatnich latach podstawowym surowcem konstrukcyjnym były głównie gatunki drzew iglastych (świerk, sosna, modrzew i jodła), obecnie powracają gatunki drzew liściastych, takich jak dąb czy buk. Jak wiele można uzyskać dzięki zabiegom przetwarzania i przemyślanej selekcji, pokazuje zestawienie przygotowane przez producentów elementów klejonych z drewna bukowego – tab. 1 [1]. W zakresie wzmocniania, w zależności od charakteru obiektu, stosujemy więc drewno i materiały drewnopochodne, wykonując z nich elementy wsporcze (fot. 2) oraz nakładki i protezy (tab. 2).



**Fot. 2** | Widoczne początkowe oznaki korozji biologicznej strefy podporowej łuku z drewna klejonego i zniszczone biologicznie oparcie belki na murze (źródło własne)

Tab. 1 | Zestawienie wielkości przekrojów drewna litego i materiałów drewnopochodnych o porównywalnych właściwościach mechanicznych [1]

Porównywane materiały	C24	GL28	FSH świerk (LVL)	GL70 – buk
Porównywane cechy wytrzymałościowe				
$f_m$ (wytrzymałość przy zginaniu)	200 mm/ 100%	154 mm/ 77%	92 mm/ 46%	57 mm/ 29%
$f_v$ (wytrzymałość na ścinanie)	200 mm/ 100%	240 mm/ 120%	112 mm/ 56%	104 mm/ 52%
$f_{c,0}$ (wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien)	200 mm/ 100%	152 mm/ 76%	102 mm/ 51%	56 mm/ 28%
$f_{t,0}$ (wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż włókien)	200 mm/ 100%	129 mm/ 64%	68 mm/ 34%	44 mm/ 22%
$E_{mean}$ moduł sprężystości	200 mm/ 100%	175 mm/ 87%	159 mm/ 80%	132 mm/ 66%

### Stal – blachy, łączniki i kształtowniki

Tak jak współczesne konstrukcje drewniane nie obejdą się bez elementów stalowych, tak wzmocnienia również wykorzystują powszechnie stal w tym celu. Wzmacnianie za pomocą elementów stalowych można podzielić na dwie grupy. Pierwsza grupa pełni najczęściej funkcję łączników (głównie są to **łączniki sworzniowe i pierścienie**), druga stanowi konstrukcyjne elementy uzupełniające

(czasem przejmujące całkowicie funkcję nośną) w postaci **prętów stalowych i kształtowników**. Stosujemy też blachy w postaci wkładek, chociaż dziś nieco rzadziej. W wielu przypadkach elementy stalowe stanowią konstrukcję wsporczą zmieniającą schemat statyczny w celu odciążenia drewnianych elementów konstrukcji.

### Kleje, kompozyty i maty na bazie żywic

Wraz z rozwojem klejów i kompozytów stworzono grupę nowych rozwiązań, mniej widocznych. Jedną z popularnych technik wzmacniania elementów

drewnianych przy użyciu połączeń klejowych, umożliwiającą zachowanie pierwotnych ich wymiarów i wartości historycznych, szczególnie przydatną w konserwacji, jest wklejanie w frezowane w drewnie kieszenie blach stalowych (lub taśm CFRP) [4]. Analogicznego wzmocnienia można dokonać za pomocą prętów stalowych. W wielu współczesnych rozwiązaniach stosuje się też maty wzmocnione kompozytem na bazie żywic. Obszerny przegląd literatury w zakresie wzmacniania drewnianych belek zginanych wzmacnianych przy użyciu kompozycji epoksydowych, blach stalowych,



Fot. 3 | Użycie drewna litego do zabezpieczenia konstrukcji (źródło własne)

Tab. 2 | Stosowane od dawna przykładowe sposoby wzmocnienia przez materiały na bazie drewna [7]

Zdwojenie przekroju	Obustronne wzmocnienie strefy ściskanej, zwiększenie oparcia	Obustronne wzmocnienie z poszerzeniem oparcia i strefy ściskanej





Fot. 4 | Stalowe konstrukcje wsporcze przejmujące/wspomagające pracę elementów drewnianych (źródło własne)

prętów GR, taśm CFRP i AFRP znajduje się w [4] oraz [8].

## Beton

Drewno nie przepada za kontaktem z betonem, gdyż w strefie wzajemnego ich kontaktu dochodzi do wykraplania pary wodnej i stworzenia dobrych warunków korozji biologicznej, jednak beton stał się dziś dobrym sposobem wzmocnienia tradycyjnych stropów belkowych konstrukcjami żelbetowymi w postaci płyty. Żelbetowa monolityczna płyta pracuje w strefie ściskanej, a jej zespolenie z elementami drewnianymi następuje przy współpracy ze stalowymi łącznikami zarówno przy wzmocnianiu istniejących konstrukcji prętowych, jak i we współczesnych płytach klejonych, np. CLT (Cross Laminated Timber), X-lam, KLH czy w nowym produkcie TCC.

W starych obiektach o konstrukcji mieszanej wzmocnienie stropu płytą żelbetową może być dodatkowo wykorzystane do usztywnienia ścian zazwyczaj pozbawionych wieńców.

## Cechy drewna powodujące wzmocnienia

### Właściwości mechaniczne

Drewno jako materiał anizotropowy charakteryzuje się właściwościami, których znaczenie „odczuwamy”

w różnych okolicznościach. Analizując ustroje prętowe i płytowe, zauważamy, że wraz ze zmianą proporcji obciążenia podlegają różniącej się zakresem analizie. Dla tradycyjnych belek stropowych głównym problemem będzie zginanie. Jednak zwiększając rozpiętość, proporcje przekroju i obciążenie, poszerzamy analizę o docisk w strefie podporowej czy możliwość utraty płaskiej postaci zginania. Z tego też względu wzmocnienia konstrukcji drewnianych możemy grupować/porządkować wokół różnych rozwiązań elementu, przekraczanych stanów naprężeń i metodologii wzmocnień. Ze względu na ograniczony zakres opracowania w dalszej części zostały poruszone dwa kierunki takiej systematyki obecnej w bieżących publikacjach.

### Wzmocnienie najbliższej cechy drewna – $f_{t,90}$

Wytrzymałość na rozciąganie w poprzek włókien ( $f_{t,90}$ ) to najbliższa z cech wytrzymałościowych drewna. Dla drewna litego wartość charakterystyczna tej wytrzymałości wynosi zaledwie 0,4 MPa. Nasi przodkowie cechę tę omijali dużym łukiem, wymyślając chomaćto dla połączenia wieszaka z tramem. Jednak wraz z rozwojem konstrukcji klejonych dużych rozpiętości problem stał się istotny

i niepomijalny. Opracowano więc dla tych belek rozwiązania newralgicznych punktów, w których istotnym powodem przekroczenia naprężeń jest niska wytrzymałość drewna na rozciąganie prostopadle do włókien, a są to:

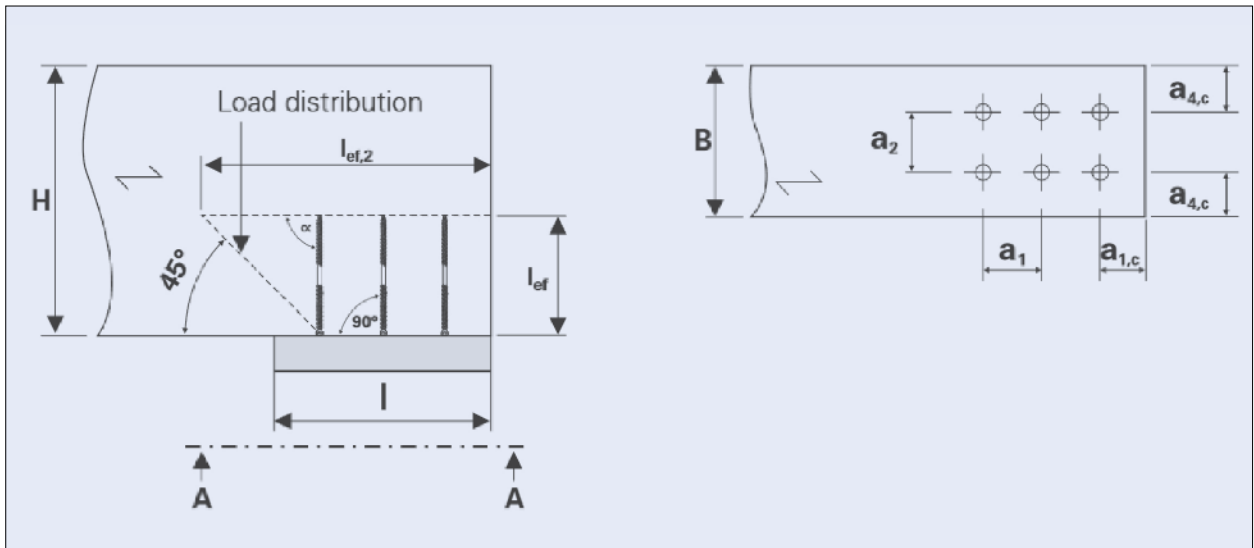
- strefa przypodporowa belki podciętej,
- strefa kalenicowa dźwigarów dwutrapezowych i bumerang,
- strefa koncentracji naprężeń wokół otworów.

W wielu przypadkach wzmocnienie tych stref następuje już na etapie projektowania przez zastosowanie grupy łączników sworzniowych (zazwyczaj wkrętów) lub stosując maty zbrojone włóknami, np. CFRP.

### Wzmocnienie strefy podparcia ze względu na $f_{c,90}$

W strefie podparcia dla konstrukcji dużych rozpiętości istnieje również prawdopodobieństwo przekroczenia naprężeń na ściskanie w poprzek włókien, dlatego przy wąskich podporach stosuje się wzmocnienie tej strefy za pomocą łączników sworzniowych. Jedno z takich rozwiązań objętych europejską aprobatą techniczną (ETA 12/0062) zostało pokazane na rysunku.

Łączniki tej grupy (SFS-WR) znajdują również zastosowanie przy wzmocnianiu strefy mocowania złączy przy



Rys. 1 Jedno z proponowanych wzmocnień wkretami SFS-WR objętych europejską aprobatą ETA 12/0062 [7]

krawędzi rozciąganej lub przy zwiększeniu wysokości belki pracującej na zginanie (pozostałe rozwiązania są analogiczne do omówionych).

### Wzmocnienia żywicami i taśmami FRP

Wzmocnienia należące do tej grupy to właściwie tworzenie w oparciu o drewno kompozytów wzmocnionych polimerami FRP (ang. Fibre Reinforced Polymers – polimery wzmocnione włóknami). Wprowadzenie w strukturę drewna masy/taśmy FRP znacznie poprawia właściwości mechaniczne takiego kompozytu, dając szansę zmniejszenia przekrojów elementów lub obniżenia kosztów, stosując drewno o niższych klasach lub innego gatunku. Główne zalety wzmocnień kompozytami FRP w elementach drewnianych to:

- zwiększenie właściwości mechanicznych,
- zmniejszenie przekrojów elementów drewnianych, a tym samym zmniejszenie ciężaru, co zapewnia łatwiejszą obsługę,

- możliwość użycia drewna niższej klasy,
- zmniejszenie całkowitego kosztu w porównaniu z tradycyjnymi materiałami,
- bardzo dobry stosunek gabarytu wzmocnienia do osiągniętych wytrzymałościowych,
- znaczna różnica w module Younga między kompozytem FRP a drewnem prowadzi do odprężenia zginanego przekroju drewnianego,
- zwiększona odporność na korozję biologiczną i wpływy atmosferyczne,
- dobry wypełniacz szczelin i pęknięć w elemencie poddanym wzmocnieniu.

Są jednak i wady. Do nich należą m.in.:

- szybka utrata nośności wzmocnienia w warunkach pożarowych,
- konieczność bardzo starannego przygotowania powierzchni pod naklejanie taśm (bezwzględnie uzyskanie wysokiej przyczepności między taśmą/lamelą a powierzchnią elementu oraz spójność włókien),

- konieczność zapewnienia odpowiednich warunków środowiska (szczególnie wilgotności), w jakim wiąże matryca (żywica).

Na podstawie wymienionych zalet i wad można wywnioskować, że w przeciwieństwie do tradycyjnych zabiegów wzmocnianie przez FRP (CFRP, GFRP) wymaga nieco innego, bardziej starannego i pracochłonnego podejścia przy wykonywaniu wzmocnienia. Taśmy FRP bardzo dobrze wpasowują się w definicję lekkiego i wszechstronnego materiału do wzmocnień.

Przykładowe zabiegi zwiększające nośność wykonywanych i istniejących elementów to:

- $f_m$  użycie FRP w celu zwiększenia nośności przy zginaniu,
- $f_v$  użycie FRP w celu zwiększenia nośności na ścinanie,
- $f_m, f_v$  użycie FRP w celu zwiększenia obu charakterystyk,
- $f_{t,90}$  użycie FRP w celu zwiększenia nośności na rozwarstwienie.

Trzeba pamiętać, że każdorazowo należy sprawdzić długość odpowiedniej strefy wzmacniającej.

### Podsumowanie

Omówione możliwości wzmacniania konstrukcji drewnianych są jedynie próbą pokazania tego, co dzisiaj jest możliwe w tym obszarze na rynku budowlanym, w jakim kierunku zmiernają nowe technologie i kompozyty. Należy jeszcze raz podkreślić, że każde wzmocnienie naprawcze musi być poprzedzone rozpoznaniem warunków pracy konstrukcji przede wszystkim w zakresie wilgotnościowym oraz że drewno jako materiał anizotropowy zachowuje się inaczej wraz ze zmianą obciążeń i gabarytów. **Przytoczone wzmocnienia belek nie zawsze będą się sprawdzały do wzmacniania słupów czy też elementów płytowych.** Za każ-

dym razem należy skrupulatnie przyrzeć się warunkom pracy i możliwemu wyłączeniu materiału.

### Literatura

1. *BauBuche – Werkstoffe Vergleich*, zeszyt 06, www.pollmeier.com.
2. P. Faccio, *Paola Scaramuzza – corso di restauro nr 9 Costruzioni in legno: interventi di conservazione*, materiały z wykładów rok akad. 2012-2013 <http://www.iuav.it/Ateneo1/docenti/architetto/docenti-st/Paolo-Facc/materiali-/Clasa-rest/09-i.pdf>.
3. L. Rudziński, *Konstrukcje drewniane. Naprawy, wzmocnienia, przykłady obliczeń*, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2010.
4. J. Jasieńko, *Połączenia klejowe i inżynierskie w naprawie, konserwacji i wzmacnianiu zabytkowych konstrukcji*

*drewnianych*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2003.

5. P. Kozakiewicz, M. Matejak, *Klimat a drewno zabytkowe. Dawna i współczesna wiedza o drewnie*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2013.
6. A. Krajewski, P. Witomski, *Koroza biologiczna drewna. Materialnych dóbr kultury. Poradnik konserwatorski*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2012.
7. A. Aveta, *Consolidamento e restauro delle strutture in legno*, Dario Flaccovio Editore, 2013.
8. T. Nowak, *Analiza pracy statycznej zginanych belek drewnianych wzmacnianych przy użyciu CFRP*, praca doktorska, Wrocław 2007.
9. M.P. Lauriola, *Costruzioni in legno*, 2014/2015 [http://www.geometripd.it/documenti/dispense/lez.%20Prat.%2030\\_09\\_15/Corso\\_Costruzioni\\_in\\_legno\\_Dispense\\_M.P.Lauriola\\_2014.pdf](http://www.geometripd.it/documenti/dispense/lez.%20Prat.%2030_09_15/Corso_Costruzioni_in_legno_Dispense_M.P.Lauriola_2014.pdf). ■



## PRENUMERATA

- prenumerata roczna od dowolnie wybranego numeru na terenie Polski w cenie **99 zł** (11 numerów w cenie 10) + 27,06 zł koszt wysyłki z VAT
- prenumerata roczna studencka od dowolnie wybranego numeru w cenie **54,45 zł** (50% taniej)\* + 27,06 zł koszt wysyłki z VAT
- numery archiwalne w cenie **9,90 zł** + 2,46 zł koszt wysyłki z VAT za egzemplarz

Przy zakupie jednorazowym więcej niż jednego egzemplarza, koszt wysyłki ustalany jest indywidualnie



zamów na

[www.inzynierbudownictwa.pl/prenumerata](http://www.inzynierbudownictwa.pl/prenumerata)



zamów mailem

[prenumerata@inzynierbudownictwa.pl](mailto:prenumerata@inzynierbudownictwa.pl)

\* Warunkiem realizacji prenumeraty studenckiej jest przesłanie na numer faksu 22 551 56 01 lub e-mailem ([prenumerata@inzynierbudownictwa.pl](mailto:prenumerata@inzynierbudownictwa.pl)) kopii legitymacji studenckiej

**Inżynier budownictwa**  
MIESIĘCZNIK POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW FWA

**W prenumeracie TANIEJ**

Osuszanie murów

Obliczanie powierzchni użytkowej

**Izolacje polimocznikowe**

**Inżynier budownictwa**  
MIESIĘCZNIK POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW FWA

7/8

Odstępstwa od projektu

Parazolacje w stropodachach

**XVI Zjazd PIIB**

# Wyznaczanie stref zagrożenia wybuchem dla gazu ziemnego

mgr inż. **Łukasz Zabrzecki**  
dr inż. **Krzysztof Liszka**  
dr hab. inż., prof. AGH **Mariusz Łaciak**  
AGH w Krakowie, Wydział Wiertnictwa,  
Nafty i Gazu

Krajowy rynek gazu ziemnego w ciągu ostatnich lat dynamicznie się rozwija, toteż bardzo ważne jest zapewnienie bezpieczeństwa procesowego.

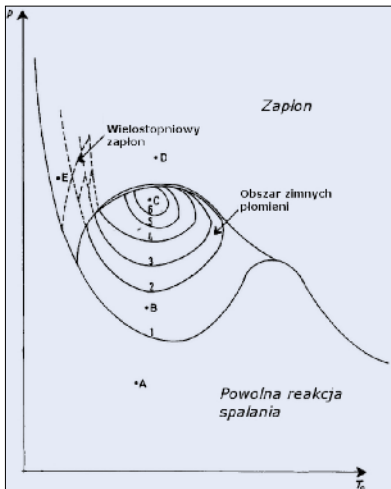
Zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 r. Nr 109, poz. 719): *w obiektach i na terenach przyległych, gdzie są prowadzone procesy technologiczne z użyciem materiałów mogących wytworzyć mieszaniny wybuchowe lub w których materiały takie są magazynowane, dokonuje się oceny zagrożenia wybuchem. Jedną z substancji, która w Polsce najczęściej związana jest z występowaniem zagrożenia wybuchem, jest gaz ziemny.* W jego skład wchodzi przede wszystkim lekkie węglowodory (głównie metan), w związku z czym w warunkach atmosferycznych jest lżejszy od powietrza.

Na łańcuch technologiczny gazu ziemnego składa się m.in.: wydobycie, magazynowanie, uzdatnianie, przesył, dystrybucja i użytkowanie przez konsumentów. Charakter tych procesów jest związany z użyciem bardzo różnych instalacji i dla każdej z osobna, zgodnie z przytoczonymi

zapisami rozporządzenia, należy dokonać oceny zagrożenia wybuchem. Jednym zaś z elementów tej oceny jest wyznaczenie **stref zagrożenia wybuchem**. Są one przestrzeniami, w których może występować mieszanina substancji palnych z powietrzem lub innymi gazami utleniającymi, o stężeniu zawartym między dolną i górną granicą wybuchowości. O samym zagrożeniu wybuchem mówi się natomiast wówczas, gdy istnieje możliwość tworzenia przez palne gazy, pary palnych cieczy, pyły lub włókna palnych ciał stałych, w różnych warunkach, mieszanin z powietrzem, które pod wpływem czynnika inicjującego zapłon wybuchają, czyli ulegają gwałtownemu spalaniu połączonemu ze wzrostem ciśnienia. Innymi słowy jest to możliwość tworzenia się atmosfer wybuchowych, powstałych w wyniku mieszania się substancji palnych z utleniaczem (np. powietrzem), lecz także zgodnie z rozszerzeniem definicji możliwość wystąpienia w przypadku wybuchu skutków niosących ze sobą uszkodzenia ciała, utratę życia lub powstania strat materialnych [2].

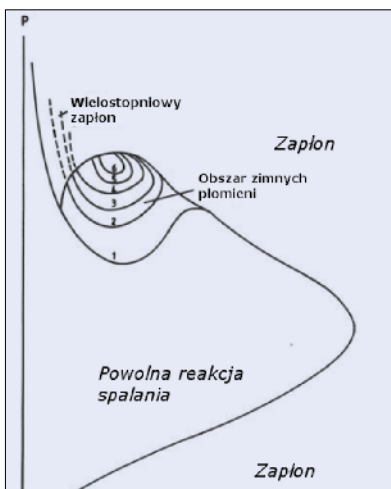
## Zagrożenie wybuchem

Przy projektowaniu oraz użytkowaniu obiektów, w których procesy technologiczne związane są z użyciem gazu ziemnego, bardzo ważne jest określenie warunków, w których może wystąpić zagrożenie wybuchem, oraz znalezienie takich rozwiązań, które zagrożenie to ograniczą. W przypadku każdej mieszaniny palnej ogromne znaczenie ma określenie temperatury, ciśnienia oraz składu mieszaniny, w jakich może nastąpić jej zapłon. Dla przykładu, jeśli mieszanina palnej substancji i powietrza znajduje się w rozgrzanym zbiorniku, w określonych wartościach temperatury i ciśnienia może nastąpić nagły wybuch po pewnym czasie opóźnienia samozapłonu (ang. ignition-delay time). Opóźnienie samozapłonu, nazywane również czasem indukcji, może wynosić od kilku mikrosekund do kilku godzin [3]. Koniecznie podkreślić należy, że jeśli wspomniane wartości nie zostaną osiągnięte, dojdzie jedynie do powolnej reakcji. Zjawisko to obrazują diagramy wybuchowości w zależności od ciśnienia i temperatury z charakterystyczną dla danej mieszaniny



**Rys. 1** | Diagram wybuchowości ciśnienie-temperatura dla utleniania węglowodorów z uwzględnieniem obszaru powolnej reakcji spalania (A), zimnych płomieni (B i C), zapłonu (D) oraz wielostopniowego zapłonu (E) [4]

krzywą wybuchowości. W przypadku węglowodorów, np. gazu ziemnego, z powodu kilku procesów chemicznych, jakie mogą zachodzić podczas ich spalania, wykres ten jest zdecydowanie bardziej skomplikowany przy wysokich ciśnieniach. Oprócz zapłonu



**Rys. 2** | Diagram wybuchowości ciśnienie-temperatura dla utleniania węglowodorów [5]

występować mogą bowiem wielostopniowy zapłon oraz zimne płomienie, co przedstawia wykres (rys. 1), sporządzony na podstawie [4]. Cały diagram zawierający schematyczną krzywą wybuchowości dla węglowodorów przedstawiono na rys. 2. Wielostopniowy zapłon oznacza emisję krótkich impulsów świetlnych. Zimne płomienie powstają natomiast podczas reakcji spalania niskotemperaturowego. Obszar wielostopniowego zapłonu oraz zimnych płomieni zaczyna występować powyżej pewnego ciśnienia, określonego dla danego związku. Poniżej tej wartości występuje wyraźna granica między stanem, w którym mieszanina ulegnie zapłonowi, doprowadzając do nagłego wybuchu, a stanem przebiegania powolnej reakcji chemicznej [5].

### Granice wybuchowości

O ile zagadnienia krzywej wybuchowości dotyczyły warunków ciśnienia i temperatury, przy których możliwy jest zapłon prowadzący do wybuchu, o tyle by powstało zagrożenie wybuchem, musi również istnieć możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej. Zgodnie z wcześniej podaną definicją z możliwością jej powstania ściśle powiązane są dolna (pl. DGW, ang. LEL – Lower Explosive Limit) oraz górna granica wybuchowości (pl. GGW, ang. UEL – Upper Explosive Limit). Reakcja spalania charakteryzuje się m.in. tzw. normalną prędkością spalania. Zależy ona od ilości powietrza oraz substancji palnej. W ramach tych ilości istnieją takie stężenia, przy których reakcja wybuchu nie jest w stanie propagować w mieszaninie palnej ze względu na zbyt małą prędkość spalania [6]. Stąd też granicą wybuchowości nazywa się takie stężenie palnych substancji, przy którym w mieszaninie z powietrzem może nastąpić wybuch wskutek zapłonu. Jeżeli stężenie pal-

nych składników mieszaniny znajduje się poza granicami wybuchowości, wybuch nie nastąpi. Powyżej górnej granicy wybuchowości mieszanina ulegnie spalaniu dyfuzyjnemu [7]. Znając wartości granic wybuchowości poszczególnych składników mieszaniny, można obliczyć ich wartość dla całej mieszaniny [8], [6].

Co ciekawe, jeśli mówimy o powietrzu jako ośrodku, w którym rozchodzi się palna substancja, nie ma dużego znaczenia, jaki jest stosunek tlenu i azotu, jeśli dojdzie już do zapłonu mieszaniny wybuchowej. Te dwa pierwiastki mają prawie takie same wartości ciepła właściwego, a zatem ciepło spalania przekazywane zarówno do jednego, jak i drugiego doprowadzą do osiągnięcia praktycznie tej samej temperatury spalania [6].

Warto zaznaczyć, że na wartość DGW oraz GGW ma również wpływ energia zapłonu. Aby możliwy był zapłon mieszaniny, jego energia powinna być odpowiednio wysoka. Im wyższa energia, tym większa różnica między DGW a GGW, pozwalająca na autonomiczną propagację zapłonu. Dla danych warunków ciśnienia i temperatury oraz określonego zakresu granic wybuchowości istnieje zatem pewna minimalna wartość energii zapłonu  $E_{min}$ , która musi zostać dostarczona, żeby doszło do wybuchu. Zmianę granic wybuchowości dla metanu przedstawiono w tabelicy. Poza wymienionymi czynnikami na zmianę granic wybuchowości ma oczywiście wpływ wiele innych, m.in. udział składników intertych [7].

### Strefy zagrożenia wybuchem

Jedną z czynności składających się na zapewnienie odpowiedniego bezpieczeństwa wybuchowego jest wyznaczenie stref zagrożenia wybuchem. Na podstawie posiadanej wiedzy i doświadczenia istnieje możliwość

**Tablica I** Granice wybuchowości metanu w powietrzu przy ciśnieniu normalnym, w 7-litrowym zbiorniku [6]

Energia zapłonu E [J]	DGW [% obj.]	GGW [% obj.]	Przedział DGW – GGW [% obj.]
1	4,9	13,8	8,9
10	4,6	14,2	9,6
100	4,25	15,1	10,8
10 000	3,6	17,5	13,9

wyznaczenia stref samodzielnie, jednak zdecydowanie łatwiej i często pewniej jest posiłkować się gotowymi wytycznymi w przedmiotowym zakresie. Wśród nich wyróżnić można polski standard techniczny Izby Gospodarczej Gazownictwa [9], standard brytyjski [10] oraz normę PN-EN 60079-10-1 [11]. W kwestii wymagań prawnych, w przytoczonym na wstępie rozporządzeniu MSWiA (Dz.U. z 2010 r. Nr 109, poz. 719), spotykamy jedynie dwa zapisy, które wskazują wprost, w jakich okolicznościach należy korzystać z konkretnych opracowań. Pierwszym z nich jest pkt 3 art. 36 mówiący o konieczności wykonania graficznej dokumentacji klasyfikacyjnej zgodnie z zasadami określonymi w PN. Punkt 6 tego samego artykułu nakłada obowiązek stosowania klasyfikacji stref zagrożenia wybuchem podanej w normie dotyczącej zapobiegania wybuchowi i ochronie przed wybuchem (PN-EN 60079-10-1).

**Należy podkreślić, że wszelkie rozważania na temat stref zagrożenia wybuchem powinny się opierać na właściwej ich klasyfikacji.** Ogólnie przyjętą zasadą jest dzielenie stref na trzy główne klasy: strefa 0, 1 oraz 2, i taki też główny podział występuje we wszystkich wspomnianych opracowaniach. Im mniejsza wartość liczbowa oznaczenia klasy, tym większe zagrożenie wybuchem, przy czym podział uzależniony jest od częstotliwości i czasu występowania atmosfery wybuchowej. Ponadto bardzo duże znaczenie ma tutaj charakter źródła, stopień wentylacji i mieszalności gazu

w powietrzu. **Strefa 0** jest to przestrzeń, w której atmosfery wybuchowe występują ciągle, przez długi okres lub z dużą częstotliwością. **Strefa 1** zagrożenia wybuchem oznacza przestrzeń, w której prawdopodobne jest wystąpienie atmosfer wybuchowych związanych z normalną pracą instalacji. **Strefa 2** natomiast określa przestrzeń, w której wystąpienie atmosfer wybuchowych jest mało prawdopodobne podczas normalnej pracy instalacji, a jeśli występują, to przez krótki okres.

Samo określenie czasu i prawdopodobieństwa wystąpienia atmosfer wybuchowych nie jest w normie wyrażone ilościowo, lecz jakościowo. W zakresie nadania odpowiedniej klasyfikacji strefy sporo zatem zależy od oceny osoby, która ją wyznacza. Należy łączyć rodzaj strefy z charakterem źródła emisji i wspomniane wytyczne podają wskazówki pomagające w nadaniu odpowiedniej klasy. Istnieją jednak przypadki, które dotyczą elementów niepodanych w opracowaniach i wówczas dokonujący oceny zagrożenia wybuchem sam powinien ustalić **stopień emisji**. Wśród stopni emisji wyróżnia się ciągły, pierwszy oraz drugi i to ich odzwierciedleniem są rodzaje stref. Stopnie te bowiem również się rozróżnia w zależności od częstotliwości wystąpienia oraz czasu trwania emisji łatwopalnych substancji. Jako że istnieje możliwość przechodzenia z niższego stopnia do wyższego (np. z drugiego do wyższych), należy prawdopodobieństwo takich zdarzeń jak najbardziej zmini-

malizować albo sklasyfikować strefę jako wyższego rzędu. Sposobem na obniżenie klasy strefy może być zastosowanie odpowiedniej wentylacji. Dzięki takiemu zmniejszeniu możliwości wystąpienia atmosfery wybuchowej przy odpowiednich warunkach możliwe jest dla przykładu obniżenie klasy strefy ze strefy 1 na strefę 2. **Im wyższa klasa strefy, tym większe wymagania do spełnienia w zasięgu jej występowania.**

W zakresie dokumentacji graficznej norma obowiązująca w Polsce wymaga, aby przedstawiała ona przede wszystkim takie informacje, jak rzuty i przekroje zagrożonych obszarów lub ich modele trójwymiarowe, które zawierają w sobie zarówno rodzaj, jak i zasięg strefy, grupę sprzętu ochronnego, temperaturę zapłonu i/lub klasę temperaturową palnej substancji. Ponadto w przypadku każdego budynku powinny zostać przedstawione wszelkie otwory (drzwi, okna, otwory wentylacyjne i inne). Norma zawiera też graficzne przedstawienie stref za pomocą konkretnych wzorów i choć jest to jedynie propozycja, a nie wymaganie, przyjęto się w ten właśnie sposób oznaczać odpowiednie rodzaje stref i w celu unifikacji prezentowania danych powinno być to dalej wykorzystywane. W tym zakresie pewne udogodnienie dla czytelności rysunków wprowadza standard brytyjski, w którym proponowanym wzorom nadano również konkretne kolory. Taki sposób przedstawiania stref spotyka się najczęściej w projektach obiektów gazowych.

## Wyznaczanie stref zagrożenia wybuchem

Norma obowiązująca w Polsce wskazuje na **możliwość wykorzystywania jednej z czterech metod podczas wyznaczania stref zagrożenia wybuchem**. Jako pierwszą podaje metodę klasyfikacji za pomocą charakteru źródła emisji. Jej najważniejsze kroki to: identyfikacja źródła emisji; określenie stopnia i wydatku emisji dla każdego źródła oraz jej prawdopodobnej częstotliwości i czasu trwania; określenie rodzaju wentylacji i stopnia mieszalności substancji palnej z powietrzem. Wydatek emisji oraz zasięg strefy powinno się tutaj obliczyć, korzystając z dotychczasowej wiedzy z zakresu mechaniki płynów i na przykład przy wykorzystaniu modelowania komputerowego.

Drugim sposobem wyznaczania stref zagrożenia wybuchem jest stosowanie metod uproszczonych. Polegają one na wykorzystaniu wiedzy i doświadczenia płynących z praktyki przemysłowej i dotychczasowej pracy przy danych elementach. Pomijane jest wówczas indywidualne podejście do każdego elementu oddzielnie, a odpowiednią klasyfikację przeprowadza się dla przyjętych kategorii elementów. Umożliwia to zdecydowane skrócenie czasu wyznaczania stref. Dla przykładu, powtarzające się urządzenia działające w podobnych warunkach będą się charakteryzowały takimi samymi strefami. Charakterystyczną cechą tej metody jest obecność stref o większym zasięgu niż w przypadku podejścia indywidualnego, gdyż obecny jest większy współczynnik bezpieczeństwa.

Jednym z ważniejszych sformułowań zawartych w opisywanej normie oraz w pozostałych wytycznych jest wyraźne wskazanie na możliwość korzystania ze wskazówek zawartych w innych opracowaniach. Norma do-

datkowo uznaje to za jedną z metod stosowanych w wyznaczaniu stref (metoda trzecia).

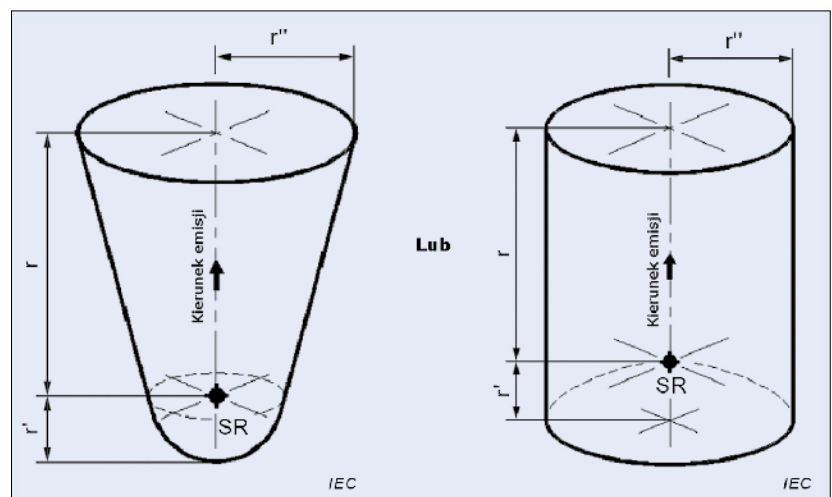
Metodą ostatnią jest korzystanie z zapisów różnych opracowań w zależności od etapów prac. Pewną pomocą w przypadku każdego dokumentu jest zawarcie wskazówek z określonymi krokami, które należy podjąć w celu uzyskania stref w rozpatrywanym przypadku. Wytyczne te w zależności od opracowania zawierają przykłady źródeł emisji, tabele ich charakterystyk, stopnie wentylacji i mieszalności powietrza, wykresy zasięgów stref w odniesieniu do konkretnych parametrów oraz gotowe wzory do stosowania, prowadzące do otrzymania ostatecznych obszarów zagrożonych wybuchem na analizowanych obiektach.

Różnice w wynikach zasięgów i kształtów stref zagrożenia wybuchem dla tych samych przypadków mogą być znaczące w zależności od przyjętej metodologii. Często są one tak duże, że ten sam wymiar według jednych wytycznych jest dwukrotnie

większy niż wymiar obliczony za pomocą wskazówek zawartych w innych opracowaniach [12]. W celu przybliżenia problemu na [www.inzynierbudownictwa.pl](http://www.inzynierbudownictwa.pl) (w rozszerzonej wersji niniejszego artykułu) zostały przedstawione sposoby wyznaczania stref zagrożenia wybuchem dla dwóch różnych przypadków.

## Podsumowanie

**Wszędzie tam, gdzie ocena zagrożenia wybuchem wskaże konieczność wyznaczenia stref zagrożenia wybuchem, należy dokładnie przeanalizować indywidualny charakter każdego potencjalnego źródła emisji substancji palnych.** W zależności od decyzji oceniającego zasięgi stref oraz ich kształty można oszacować dla każdego źródła osobno lub na zasadzie podobieństw przyjąć te same wartości dla źródeł o zbliżonym charakterze wycieku. Stosowane metody różnią się od siebie zarówno ilością czasu potrzebnego na wyznaczenie stref, jak i dokładnością. W przypadku skorzystania z gotowych



**Rys. 3** | Proponowane kształty stref zagrożenia wybuchem w przypadku wysokiego ciśnienia gazu ziemnego, gdzie  $r$  – główny wymiar strefy określony według oszacowanego zasięgu;  $r'$  oraz  $r''$  – pozostałe wymiary strefy określone według charakteru emisji; SR – źródło emisji [11]

wskazówek, zawartych w różnych opracowaniach przedmiotowego tematu, istnieje ryzyko przeszacowania wielkości stref, jednak w zamian otrzymuje się zarówno sporą ilość zaoszczędzonego czasu, jak i często potwierdzenie jakości za sprawą wieloletniego doświadczenia ich autorów.

**Wyznaczanie stref zagrożenia wybuchem** zawsze się wiąże z dwoma podstawowymi problemami. Pierwszy z nich to **wyбір odpowiedniej metody**. Jak pokazały obliczenia, wyniki maksymalnych poziomych zasięgów na podstawie różnych opracowań przy bardzo podobnych założeniach mogą się różnić nawet ponaddwukrotnie. Wynik mniejszy niekoniecznie musi być prawdziwy i bezpieczny. Z kolei wynik większy może być zdecydowanie przewymiarowany, jeśli się porówna go z wynikami symulacji tworzenia się atmosfery wybuchowej.

Drugim **poważnym problemem jest właściwe ocenienie najbardziej niebezpiecznego zdarzenia dla danego źródła emisji wybranego z najbardziej prawdopodobnych**. Chodzi tutaj o określenie na tyle dokładnego charakteru potencjalnej emisji, by z jednej strony nie wyznaczać stref dla zdarzeń, których prawdopodobieństwo jest znikome, a z drugiej, by przyjęte parametry emisji nie zaniżały zasięgów stref.

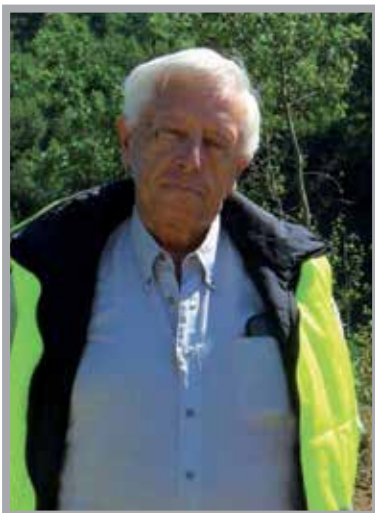
Dodatkową kwestią do rozstrzygnięcia jest również **przyjęcie odpowiedniego kształtu strefy**. Oceniający musi zdecydować, w jakich kierunkach możliwe jest two-

żenie się atmosfery wybuchowej oraz z jaką szybkością. Najwłaściwszym podejściem podczas wyznaczania stref zagrożenia wybuchem wydaje się być zatem mimo wszystko indywidualne rozpatrywanie każdego przypadku oraz umiejętne wykorzystywanie opracowanych w różnych standardach wytycznych. Trzeba w związku z powyższymi rozważaniami podkreślić jedno: aby móc mówić o zachowywaniu bezpieczeństwa wybuchowego na wysokim poziomie, musi się ono wiązać nierozdzielnie ze stosowaniem właściwie dobranych środków prewencyjnych oraz ciągłą wymianą doświadczeń w inżynierskiej praktyce przeciwwybuchowej.

## Bibliografia

1. A. Szurlej, M. Ruszel, T. Olkusi, *Czy gaz ziemny będzie paliwem konkurencyjnym?*, „Rynek Energii” nr 5/2015.
2. M. Woliński, G. Ogrodnik, J. Tomczuk, *Ocena zagrożenia wybuchem*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2002.
3. J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, *Combustion: Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation*, Springer Science & Business Media, 2006.
4. P. Gray, M.E. Sherrington, *Self-heating, Chemical Kinetics, and Spontaneously Unstable Systems*, „Gas Kinetics and Energy Transfer”, pod red. P.G. Ashmore i R.J. Donovan, Royal Society of Chemistry, 1977.
5. J. Warnatz, *Chemistry of Stationary and Non-Stationary Combustion*, „Modelling of Chemical Reaction Systems”, tom 18, pp. 162-188, 1981.
6. W. Bartknecht, *Explosions*, Berlin Heidelberg Nowy Jork, Springer-Verlag, 1981.
7. M. Łaciak, *Bezpieczeństwo eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci gazowych*, IV red., TAR-BONUS, Kraków 2016.
8. M.-M. Tong, G.-Q. Wu, J.-F. Hao i X.-L. Dai, *Explosion limits for combustible gases*, „Mining Science and Technology” (China), nr 19, 2009.
9. ST-IGG-0401:2015 Sieci gazowe. strefy zagrożenia wybuchem. Ocena i wyznaczanie, Izba Gospodarcza Gazownictwa, Warszawa 2015.
10. *IGEM/SR/25 Edition 2 – with Amendments August 2013 Communication 1748. Hazardous area classification of Natural Gas installations*, The Institution of Gas Engineers and Managers, 2010.
11. PN-EN 60079-10-1 Atmosfery wybuchowe – Część 10-1: Klasyfikacja przestrzeni – Gazowe atmosfery wybuchowe, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2016.
12. Ł. Zabrzęski, Ł. Drążkiewicz, R. Kowalski, K. Liszka, *Strefy zagrożenia wybuchem na gazociągach wysokiego ciśnienia*, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” nr 4/2017. ■





inż. J. Kowalczyk

## Emeryt na rynku pracy

– Gdy zdrowie dopisuje, to dla pracującego inżyniera budownictwa wiek jest tylko atutem – mówi mgr inż. Jan Kowalczyk, 72-letni specjalista drogownictwa, do niedawna rezydent nowo budowanego odcinka Zakopianki.

A.V.: Badania pokazują, że Polacy chcą jak najwcześniej odejść z rynku pracy. Według GUS-owskiej analizy „Przej-

ście z pracy na emeryturę w 2012 r.” ponad 30% pobierających emerytury to osoby, które nie przekroczyły powszechnego wieku emerytalnego. Jesteśmy najmłodszymi emerytami w Europie. Jednak ta prawidłowość nie dotyczy inżynierów budownictwa. Zarówno dane PIIB, jak i MOIB dowodzą, że inżynierowie w starszym wieku wciąż są aktywni zawodowo. Ponad 30% wszystkich czynnych członków Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa jest w wieku okołomerytalnym lub starszym (powyżej 56. r.ż.), a prawie co czwarty pracujący inżynier budownictwa (członek PIIB) skończył 66 lat. Co zdaniem doświadczonego drogowca, który jeszcze w wieku 71 lat nadzorował roboty na budowie bardzo trudnego odcinka Zakopianki, zatrzymuje inżynierów na rynku pracy?

J.K.: Z jednej strony są to na pewno atrakcyjne oferty pracy. Oferty na odpowiedzialne, kierownicze stanowiska są tak sformułowane, że młodszy stażem specjalista nie mają szans spełnić wymagań inwestora. Wymagane jest bowiem doświadczenie w wykonawstwie określonych rodzajów prac, o określonej wartości na określonym stanowisku. (...)

Z drugiej strony podejmowaniu aktywności zawodowej na emeryturze sprzyja ustabilizowana sytuacja rodzinna. Nie tylko drogowcy czy mostowcy, ale także inżynierowie wielu innych specjalności budowlanych są skazani na życie na walizkach.

Więcej w rozmowie [Aleksandry Vegi](#) w „Budowlanych” – biuletynie Małopolskiej OIIB nr 2/2017.

## Remont Śluzy Swoboda na Kanale Augustowskim

(...) Powodem budowy Kanału Augustowskiego były praskie restrykcje celne, uniemożliwiające spławianie polskich towarów Wisłą do Gdańska. Kanał miał je sprytnie ominąć. Miał połączyć Narew i Biebrzę z Niemnem, dalej przez Kanał Widawski z Bałtykiem, by ominąć Prusy. Prace rozpoczął w 1823 r. polski inżynier gen. Ignacy Prądzyński. (...)

Po zniszczeniach wojennych Śluza Swoboda na Kanale Augustowskim była modernizowana w latach 60. Prace można krótko skwitować jako „droga na skróty”. Od lat znów uwidaczniają się spękania prowadzące do jej dalszej degradacji. Stąd decyzja inwestora o generalnym remoncie Śluzy Swoboda wraz z mostem, awanportem górnym i dolnym. Z powodu ograniczonych finansów, wykonanie przedsięwzięcia podzielono na dwa etapy. Od kwietnia br. trwa realizacja prac pierwszego z nich. Przy czym, jak podkreśla Oskar Kielczyk, kierownik budowy z ramienia generalnego wykonawcy – firmy Hydrobud z Białegostoku, nic nie przewidujemy, tylko odtwarzamy. Zakres prac obejmuje remont głowy górnej śluzy i awanportu głównego. W drugim etapie, znacznie szerszym, trzeba będzie naprawić komorę śluzy z głową dolną i dolnym awanportem.



Śluza Swoboda (fot. Hydrobud Kielczyk Białystok)

To już kolejna realizacja „wodna”, kiedy odwodnienie obiektu pokazuje, jak ustalenia projektu odbiegają od rzeczywistości.

Więcej w artykule [Barbary Klem](#) w „Biuletynie Informacyjnym” Podlaskiej OIIB i Izby Architektów RP nr 3/2017.

Opracowała [Krystyna Wiśniewska](#)



Rys. Marek Lenc



Nakład: 120 300 egz.

Następny numer ukaze się: 10.11.2017 r.

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

#### Wydawca



**WYDAWNICTWO**  
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów  
Budownictwa sp. z o.o.  
00-924 Warszawa, ul. Kopernika 36/40, lok. 110  
tel.: 22 551 56 00, faks: 22 551 56 01  
www.inzynierbudownictwa.pl,  
biuro@inzynierbudownictwa.pl  
Prezes zarządu: Jaromir Kuśmider

#### Redakcja

Redaktor naczelna: Barbara Mikulicz-Traczyk  
b.traczyk@inzynierbudownictwa.pl  
Z-ca redaktor naczelnej: Krystyna Wiśniewska  
k.wisniewska@inzynierbudownictwa.pl  
Redaktor: Magdalena Bednarczyk  
m.bednarczyk@inzynierbudownictwa.pl

#### Opracowanie graficzne

Jolanta Bigus-Kończak  
Skład i łamanie: Jolanta Bigus-Kończak  
Grzegorz Zazulak

#### Biuro reklamy

##### Zespół:

Łukasz Berko-Haas – tel. 22 551 56 20  
lukasz@inzynierbudownictwa.pl  
Monika Frelak – tel. 22 551 56 11  
m.frelak@inzynierbudownictwa.pl  
Natalia Golek – tel. 22 551 56 26  
n.golek@inzynierbudownictwa.pl  
Magdalena Nowakowska – tel. 22 551 56 06  
m.nowakowska@inzynierbudownictwa.pl  
Małgorzata Roszczyk-Hałuszczak  
– tel. 22 551 56 07  
m.haluszczak@inzynierbudownictwa.pl  
Paweł Żebro – tel. 22 551 56 27  
p.zebro@inzynierbudownictwa.pl

#### Druk

Agata Kalina  
LSC Communications Europe  
ul. Obrońców Modlina 11  
30-733 Kraków

#### Rada Programowa

Przewodniczący: Stefan Czarniecki  
Wiceprzewodniczący: Marek Walicki  
Członkowie:  
Stefan Pyrak – Polski Związek Inżynierów  
i Techników Budownictwa  
Tadeusz Malinowski – Stowarzyszenie  
Elektryków Polskich  
Bogdan Mizielniński – Polskie Zrzeszenie  
Inżynierów i Techników Sanitarnych  
Dorota Przybyła – Stowarzyszenie Inżynierów  
i Techników Komunikacji RP  
Piotr Rychlewski – Związek Mostowców RP  
Robert Kęsy – Stowarzyszenie Inżynierów  
i Techników Wodnych i Melioracyjnych  
Włodzimierz Cichy – Polski Komitet Geotechniki  
Andrzej Mikołajczak – Stowarzyszenie Naukowo-  
Techniczne Inżynierów i Techników Przemysłu  
Naftowego i Gazowniczego  
Jerzy Gumiński – Stowarzyszenie Inżynierów  
i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych



## Messner Mountain Museum Corones w Dolomitach, Włochy

**Inwestor:** Skirama Kronplatz/Plan de Corones

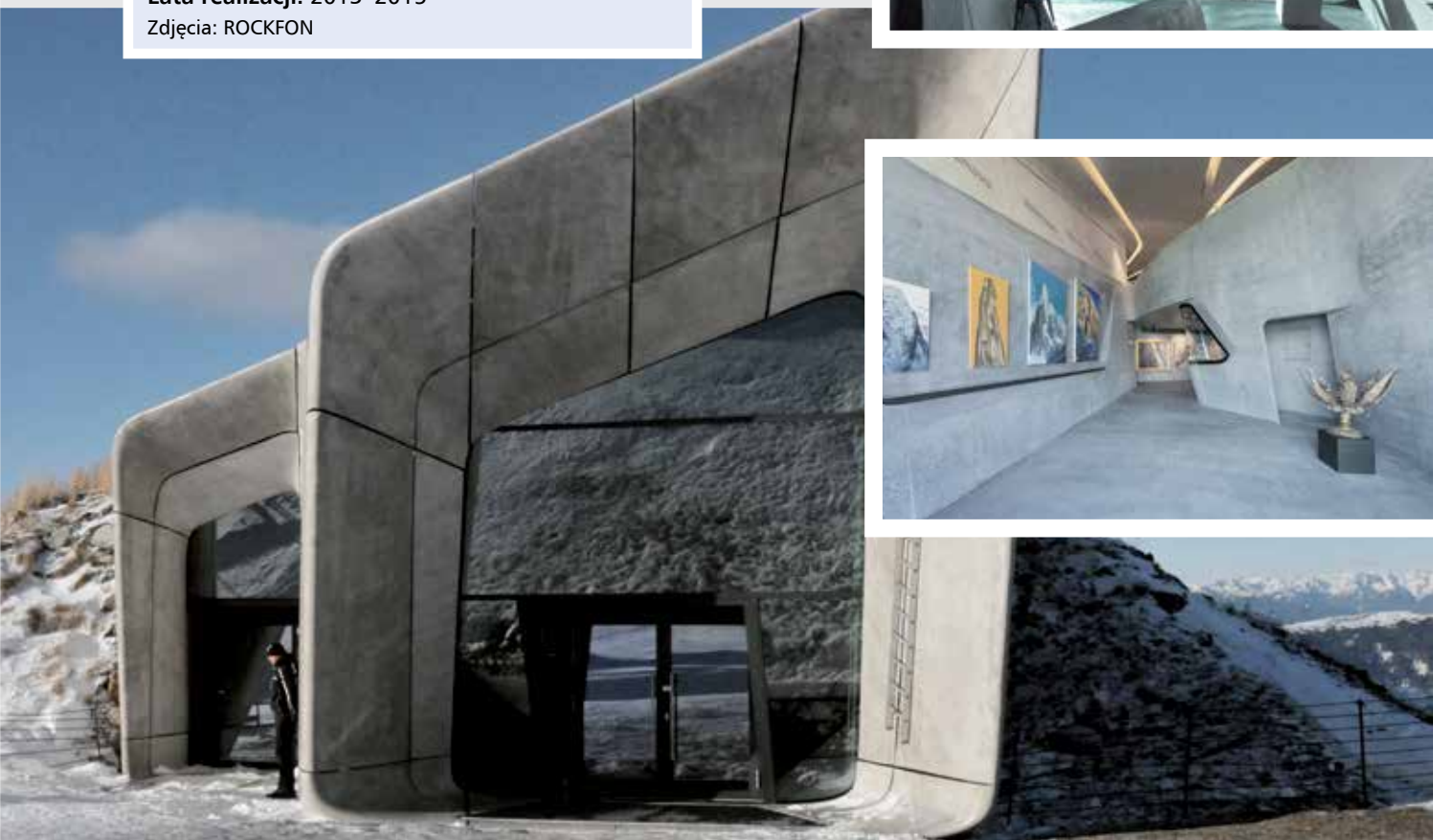
**Projekt konstrukcji:** IPM

**Architektura:** Zaha Hadid i Peter Irmscher

**Powierzchnia:** 1000 m<sup>2</sup>

**Lata realizacji:** 2013–2015

**Zdjęcia:** ROCKFON





## SZAROŚĆ W ROZKWCIE

WYRAFINOWANY DESIGN, PIĘKNA SZAROŚĆ PROFILI OKIENNYCH VEKA.  
JAKOŚĆ I WZORNICTWO Z NAJWYŻSZEJ PÓŁKI.

VEKA Polska Sp. z o.o.  
ul. Sobieskiego 71, 96-100 Skierniewice  
tel. 46 834 44 00, fax 46 834 44 74, [www.veka.pl](http://www.veka.pl)

Ściągnij darmową aplikację  
**Poradnik.VEKA.pl**

