

# Przewodnik Projektanta

NR 3/2018  
lipiec-wrzesień  
ISSN 2543-9146



Projektowanie fundamentów  
płytowo-palowych

Prawo a BIM

Belki metalowo-szklane  
jako elementy konstrukcyjne



# DYWI® Drill – system samowiercących żerdzi stalowych

**DSI**

**DYWI® Drill** to system znany klientom w Europie i szeroko stosowany w wielu aplikacjach geotechnicznych:

- gwoździe gruntowe, PN-EN 14410
- mikropale, PN-EN 14199
- kotwy gruntowe, PN-EN 1537
- elementy systemu zabezpieczeń przy budowie tuneli.

**MATERIAŁ ZGODNY  
Z PN-EN 10210-1**

Dzięki oferowanym nośnościom (**210 kN – 1900 kN dla 16 typów żerdzi**) oraz dostępnym sposobom ochrony antykorozyjnej (buława z rozwarstwieniem < 0,1 mm, galwanizacja, powłoki epoksydowe, naddatek tracony) nasz system gwarantuje możliwość optymalnego doboru do wielu zastosowań w konstrukcjach geotechnicznych zarówno **tymczasowych**, jak i **trwałych**.

Różnorodność oferowanych średnic i typów koronek wiertniczych, w połączeniu z dostępnymi akcesoriami do sprzętu wiertniczego sprawia, iż system DYWI® Drill może być wykorzystywany w różnych warunkach gruntowych przy współpracy z dowolnym zestawem urządzeń.

## Główne cechy systemu DYWI® Drill

- wiercenie bez rur osłonowych
- jednoczesna instalacja i iniekcja zaczynu
- wiercenie techniką obrotowo-udarową
- ciągły i wytrzymały gwint na całej długości żerdzi



## GEOTECHNIKA:

- **kotwy gruntowe:**  
linowe, prętowe, samowiercące
- **gwoździe gruntowe i skalne:**  
prętowe samowiercące
- **mikropale:**  
prętowe, samowiercące,  
rury z żeliwa ciągłego
- **ściągły:**  
prętowe, linowe

**GEWI®, THREADBAR®,  
DYWI® Drill**

**DSI**

## TECHNIKI SPRĘŻANIA I PODWIESZEŃ:

- **ciągłowe systemy sprężania z wykorzystaniem:**  
splotów, drutów, prętów  
– montaż na budowie lub prefabrykowane
- **systemy podwieszeń ze splotów równoległych:**  
DYNA Grip®, DYNA Bond®, monitoring DYNA Force
- **zastosowania:**  
obiekty mostowe, zbiorniki, stropy, płyty fundamentowe, dachy ciągłowe, maszty
- **technika urządzeń:**  
urządzenia hydrauliczne, heavy lifting

**NOWOŚĆ**

### PROJEKTOWANIE:

**Nietypowych zadań inżynierskich:** montaż, podnoszenie, wzmacnianie, kotwienie itp.  
**Sprężenia stropów i posadzek przemysłowych:** obiekty przemysłowe, budynki wysokościowe itp.

**Technologii budowy obiektów mostowych:** nasuwanie podłużne, metoda wspornikowa, wieszaki, rusztowania itp.

**Rozwiązań zamiennych dla obiektów mostowych i geotechniki w zakresie projektu budowlanego i wykonawczego.**

## DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL

**DSI**

**DYWIDAG – Systems International Sp. z o.o.**  
ul. Bojowników o Wolność i Demokrację 38/121  
41-506 Chorzów  
tel: +48 58 300 13 53  
fax: +48 58 765 09 58  
e-mail: DSI-Polska@dywidag-systems.com



[www.dywidag-systems.pl](http://www.dywidag-systems.pl)



90 LAT  
W EUROPIE

**elco** heating solutions  
lider na rynku szwajcarskim



## Program na 90-lecie ELCO.

Dołącz do 1,7 miliona systemów grzewczych zainstalowanych w Europie.

### Oferta jubileuszowa.

Z okazji 90-cio lecia obecności na rynku europejskim przygotowaliśmy specjalną ofertę jubileuszową, dla tych którzy dołączą do polskich referencji ELCO.



## 10 LAT GWARANCJI

O szczegóły programu spytaj Managera Projektów urządzeń komercyjnych ELCO:

Polska Zachodnia  
Michał Itkowiak  
michal.itkowiak@pl.elco.net  
M: (+48) 694 401 577

Polska Wschodnia  
Piotr Waruszewski  
piotr.waruszewski@pl.elco.net  
M: (+48) 602 648 672

### ELCO 90 lat w Europie.

Firma ELCO działająca od 1928 roku jest wiodącym europejskim producentem na rynku zbiorczych i komercyjnych rozwiązań grzewczych instalując ponad **1.7 miliona systemów grzewczych** na terenie całej Europy.

**Na 100-lecie ELCO, twój kocioł nadal będzie objęty gwarancją.** Najwyższą jakość ELCO potwierdza 10-cio letnia gwarancja.

[elco.com.pl](http://elco.com.pl)



## WYDAWCA



W Y D A W N I C T W O  
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.wpiib.pl  
www.inzynierbudownictwa.pl  
www.izbudujemy.pl  
www.kreatorbudownictwaroku.pl  
biuro@inzynierbudownictwa.pl

## Prezes zarządu:

Jaromir Kuśmider

## REDAKCJA

## Redaktor naczelna:

Anna Dębińska

## Redaktor prowadzący:

Piotr Bień

## Redaktor:

Tomasz Tomicki

## Projekt graficzny:

Jolanta Bigus-Kończak

## Skład i łamanie:

Jolanta Bigus-Kończak

Grzegorz Zazulak

## BIURO REKLAMY

## Zespół:

Łukasz Berko-Haas – tel. 882 512 794

lukasz@inzynierbudownictwa.pl

Barbara Czarnecka – tel. 660 016 060

b.czarnecka@inzynierbudownictwa.pl

Natalia Golek – tel. 662 026 523

n.golek@inzynierbudownictwa.pl

Magdalena Nowakowska – tel. 606 548 976

m.nowakowska@inzynierbudownictwa.pl

Hubert Wasilewski – tel. 662 026 522

h.wasilewski@inzynierbudownictwa.pl

## ZDJĘCIA NA OKŁADCE

Fotolia.com: psynovec

## DRUK

ArtDruk Zakład Poligraficzny

Print Management: printCARE

## NAKLAD

5000 egz.



## Szanowni Państwo,

Projektant, oprócz inwestora i kierownika budowy, ma ogromny wpływ na cały proces budowy obiektów. Do jego obowiązków należy nie tylko uzyskanie wymaganych opinii czy uzgodnień, ale przede wszystkim opracowanie projektu w sposób zgodny z wymaganiami techniczno-budowlanymi. W naszej publikacji znajdą Państwo artykuły, które zawierają m.in. szczegółowe informacje dotyczące wymagań i zasad projektowania elementów konstrukcyjnych – stropów, belek metalowo-szkłanych czy fundamentów płytowo-palowych, jak również poświęcone kanalizacji. Osoby zajmujące się projektowaniem powinny też zainteresować inne tematy w publikacji, np. dotyczące zagadnień BIM, oprogramowania komputerowego, czy też sposobu rozliczenia za wykonaną pracę. Zachęcam do wypełnienia ankiety, dostępnej na stronie [www.izbudujemy.pl/ankieta](http://www.izbudujemy.pl/ankieta), w której mogą Państwo podać, o czym chcieliby przeczytać w następnych wydaniach Przewodnika Projektanta. Już teraz czekamy na Państwa zamówienia na kolejne wydanie naszego kwartalnika. W tym celu należy wypełnić formularz zamieszczony na stronie [www.izbudujemy.pl/formularze/przewodnikprojektanta](http://www.izbudujemy.pl/formularze/przewodnikprojektanta). Jeżeli natomiast jesteście Państwo zwolennikami wersji elektronicznej, to zapraszam na stronę [www.izbudujemy.pl/oferta](http://www.izbudujemy.pl/oferta), na której są zamieszczane pdf, zawierające pełne wersje publikacji. Zachęcam do zapisania się na newsletter redakcyjny, w którym informujemy o dostępie do naszych publikacji, a także umieszczamy najważniejsze wiadomości z rynku budowlanego.

Anna Dębińska

Redaktor naczelna

– redakcja katalogów

Materiałów niezamówionych Redakcja nie zwraca. Wszystkie materiały objęte są prawem autorskim. Przedruk i wykorzystywanie opublikowanych materiałów w całości lub we fragmencie może odbywać się wyłącznie po wcześniejszym uzyskaniu pisemnej zgody od Wydawcy. Artykuły zamieszczone w „Przewodniku Projektanta” prezentują stanowiska, opinie i poglądy ich Autorów. Wszystkie reklamy oraz informacje zawarte w artykułach i materiałach sponsorowanych zamieszczone w „Przewodniku Projektanta” pochodzą od firm i Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa Sp. z o.o. nie ponosi za nie odpowiedzialności.



## Szybkie i precyzyjne wyliczenia projektowe

**EF3** | EASYFIX **PRO**

EasyFix to prosta, ale wielofunkcyjna aplikacja, która wyręczy Cię w obliczeniach projektowych. Na podstawie wprowadzonych, nawet najbardziej specyficznych danych, program dobiera optymalne rozwiązania ilościowe i jakościowe w zakresie mocowań, korzystając z profesjonalnych produktów marki Rawlplug.

Pobierz darmową aplikację na: [www.easyfix.rawlplug.com](http://www.easyfix.rawlplug.com)

Aktualności 6

Wyposażenie biur projektowych 8

Belki metalowo-szklane jako elementy konstrukcyjne 11  
*Katarzyna Matras*  
*Maciej Cwyl*

Ocieplenie domu wełną mineralną 18  
 – komfort i bezpieczeństwo mieszkania  
*Artykuł sponsorowany*

## Rozliczenie ryczałtowe na projektowanie i roboty budowlane



Przepisy kodeksu cywilnego regulujące umowę o dzieło pozostawiają każdorazowo stronom swobodę kontraktowania co do wyboru formy jej zawarcia, w tym ustalenia sposobu wynagradzania. Dlatego też dopuszczalne są dwie formy rozliczenia tj. w postaci wynagrodzenia ryczałtowego lub wynagrodzenia kosztorysowego.

Najwyższe standardy i innowacyjność w branży elektroenergetycznej 28  
*Artykuł sponsorowany*

System izolacji HW na zawilgocone mury 30  
*Artykuł sponsorowany*

Strop VECTOR – dźwiękoizolacyjność i szybki montaż 33  
*Artykuł sponsorowany*

Wymagania z zakresu rozwiązań konstrukcyjnych 34  
 stropów budynków mieszkalnych  
 ze względu na bezpieczeństwo pożarowe  
*Paweł Sulik*

**Przegląd produktów 40**  
 Rozdzielnice niskiego napięcia o prądach do 6300 A  
 Pale FRANKI NG  
 Ocieplanie stropodachów ISOROOF-H  
*Materiał sponsorowany*

## Belki metalowo-szklane jako elementy konstrukcyjne

Metalowo-szklane elementy konstrukcyjne oprócz żeber szklanych i płyt wyodrębniły się jako samodzielne belki konstrukcyjne w budynkach użyteczności publicznej, handlowych oraz obiektach biurowych. Ze względów architektonicznych, wizualnych oraz innowacyjności swych rozwiązań stanowią ciekawe uzupełnienie konstrukcji, dające nowe możliwości w kształtowaniu powstających obiektów.



20 **Przegląd produktów**  
 Płyty warstwowe

23 Rozliczenie ryczałtowe na projektowanie i roboty budowlane  
*Mariusz Filipek*

26 INIEKCJA KRYSTALICZNA® – przeciwwilgociowa izolacja pionowa i pozioma  
*Artykuł sponsorowany*

## Wymagania z zakresu rozwiązań konstrukcyjnych stropów budynków mieszkalnych ze względu na bezpieczeństwo pożarowe



Stropom stawiane są wysokie wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, szczególnie gdy są elementami dróg ewakuacyjnych.



**Wypowiedzi ekspertów 41**

Termomodernizacja i wtórna izolacja przeciwwilgociowa  
Doradcy Leca do dyspozycji projektantów  
*Materiał sponsorowany*

Gazowe absorpcyjne pompy ciepła Robur 42  
*Artykuł sponsorowany*

Zasady wymiarowania pompowni i sieci kanalizacji ciśnieniowej 45  
Wojciech Dąbrowski

Oprogramowanie Synchro do modelowania budowy 4D dla projektów infrastrukturalnych 51  
*Artykuł sponsorowany*

ZWCAD 2019 – niezbędny CAD w każdym biurze projektowym 52  
*Artykuł sponsorowany*

## Zasady wymiarowania pompowni i sieci kanalizacji ciśnieniowej



Pisząc o pompowniach kanalizacyjnych należy w pierwszej kolejności zdefiniować ich rodzaj. Zupełnie inne problemy występują w przypadku transportu stosunkowo dużych ilości ścieków z najniższej położonego punktu zlewni kanalizacyjnej do oczyszczalni ścieków, a zupełnie inne w przypadku kanalizacji ciśnieniowej w terenie płaskim o zabudowie rozproszonej.

Projektowanie fundamentów płytowo-palowych 62  
Grzegorz Kacprzak

Podłoga na gruncie 68  
*Artykuł sponsorowany*

Przegląd produktów 70  
Wełna mineralna kamienna

## Prawo a BIM



Technologia BIM znajduje coraz szersze zastosowanie na polskim rynku budowlanym. Sięgają po nią coraz intensywniej zamawiający publiczni. Nie można jednak zapominać, że jej zastosowanie wiąże się z istotnymi kwestiami natury prawnej.

54 Prawo a BIM  
Kamil Stolarski

58 Oprogramowanie komputerowe

60 FRANKI Nowej Generacji®  
– pale o dużej nośności i małej średnicy  
*Artykuł sponsorowany*

## Projektowanie fundamentów płytowo-palowych



Fundamenty płytowo-palowe stanowią optymalne połączenie typowego posadowienia bezpośredniego na płycie z posadowieniem pośrednim na ograniczonej liczbie pali lub baret.

## Ogłoszenie konkursu w Działaniu 5.2 – Rozwój transportu kolejowego poza TEN-T

Od 31 lipca 2018 r. do 28 września 2018 r. można składać wnioski o dofinansowanie projektów w ramach Osi Priorytetowej V – Rozwój transportu kolejowego w Polsce (Działanie 5.2 – Rozwój transportu kolejowego poza TEN-T).

Centrum Unijnych Projektów Transportowych, jako Instytucja Pośrednicząca dla osi priorytetowych III/IV/V/VI Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020, ogłasza nabór w trybie konkursowym wniosków o dofinansowanie w ramach Osi Priorytetowej V – Rozwój transportu kolejowego w Polsce, Działanie 5.2 – Rozwój transportu kolejowego poza TEN-T.

Typy projektów podlegające dofinansowaniu:

- budowa, modernizacja i rehabilitacja linii kolejowych, w tym z możliwością:
  - instalacji ERTMS
  - budowy i modernizacji przystanków kolejowych, zintegrowanych węzłów przesiadkowych systemów zasilania trakcyjnego i sieci trakcyjnej, systemów sterowania ruchem kolejowym, systemów usprawniających zarządzanie przewozami pasażerskimi oraz obiektów inżynierskich

- systemy informacji pasażerskiej, systemy biletowe.

Szczegółowe informacje na temat konkursu, regulaminu konkursu i dokumentów aplikacyjnych, dostępne są na stronie internetowej Instytucji Organizującej Konkurs [www.cupt.gov.pl](http://www.cupt.gov.pl), w zakładce Infrastruktura i Środowisko 2014–2020. Działanie 5.2. – Rozwój transportu kolejowego poza TEN-T (Kolej miejska – Infrastruktura).

*Źródło: CUPT*

## Rusza program Mosty dla Regionów

Premier Mateusz Morawiecki podpisał program Mosty dla Regionów, co łączy się z naborem wniosków dla samorządów, które będą chciały skorzystać z funduszy na przygotowanie niezbędnej dokumentacji.

Samorządy, które zdecydują się na budowę mostów, mogą liczyć na wsparcie z Ministerstwa Inwestycji i Rozwoju. Dofinansowanie wyniesie do 80 procent wartości przedsięwzięcia. W programie znalazło się 21 priorytetowych, rekomendowanych przez rząd inwestycji, które po analizach wytypowało Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju: 5 przepraw na Wiśle, 5 na Warcie, 2 na Bugu, 4 na Odrze, po 1 przeprawie na Narwi, Sanie, Noteci, Pilicy oraz rzece Elbląg. Ich realizacja zależy od decyzji samorządów.

Program jest otwarty – swoje propozycje projektów mogą zgłaszać wszystkie samorządy.

Dokumentacja projektowa objęta dotacją uwzględni następujący zakres:

- opracowanie dokumentów zgodnie z wymaganiami przepisów środowiskowych
- opracowanie projektu budowlanego, w tym niezbędnej dokumentacji technicznej oraz uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę lub decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej.

Program potrwa do 2025 roku. Na jego realizację zostało przeznaczonych około 2,3 miliarda złotych.

*Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju*

## Specustawa mieszkaniowa – standardy urbanistyczne

Do najważniejszych rozwiązań w nowej ustawie o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji mieszkaniowych oraz inwestycji towarzyszących, tzw. specustawie mieszkaniowej można zaliczyć: skrócenie przygotowania procesu inwestycyjnego z 5 lat do roku i umożliwienie gminie realnego wpływu na koncepcję przedstawioną przez inwestora w przejrzystej procedurze konsultacji i podejmowania rozstrzygnięć przez radę gminy. Specustawa będzie obowiązywać przez 10 lat.

Ustawa ma na celu ułatwienia w pozyskiwaniu gruntów pod budownictwo mieszkaniowe, chodzi np. o grunty rolne w administracyjnych granicach miast, a także o obszary, które w przeszłości były wykorzystywane, jako tereny kolejowe, wojskowe czy produkcyjne.

Standardy urbanistyczne są zróżnicowane ze względu na liczbę mieszkańców: dla gmin, w których liczba nie przekracza 100 tys. i powyżej 100 tys. mieszkańców – co odpowiada stopniom zurbanizowania miast i gmin. Samorząd będzie miał prawo zwiększyć lub zmniejszyć w uchwale wymagane od inwestora standardy, ale tylko do 50 proc. założonych wskaźników. Ustawa określa m.in. odległości takich inwestycji od przedszkola, szkoły, przystanku komunikacji publicznej, wymaga zapewnienia dostępu do drogi i zgodnie z zapotrzebowaniem, dostępu m.in. do sieci wodociągowej i kanalizacyjnej oraz sieci elektroenergetycznej. W konsekwencji nowe inwestycje mieszkaniowe powinny być budowane na przygotowanych do tego terenach, co ograniczy niekontrolowany rozrost miast.

W ustawie zawarto również wymóg zapewnienia minimalnego udziału lokali mieszkalnych dostępnych dla osób o szczególnych potrzebach. Dotyczy to w szczególności dźwigów osobowych, odpowiedniej szerokości korytarzy, drzwi bez progów, zarówno w części wspólnej budynku, jak i w mieszkaniach. Spełnienie tych wymogów będzie wykazywane w projekcie architektoniczno-budowlanym, a organy nadzoru budowlanego będą zobowiązane do weryfikowania projektu na etapie kontroli przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na użytkowanie.

*Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju*

## Nowa ustawa o PPP

Senat przyjął rządową ustawę, która ma rozwinąć polski rynek partnerstwa publiczno-prywatnego.

Według informacji z Ministerstwa Inwestycji i Rozwoju, rząd i samorządy planują realizować w tej formule inwestycje warte ponad 50 miliardów złotych.

Wybrane rozwiązania:

- Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju wzmocni swoją rolę, jako centralna jednostka odpowiedzialna za politykę państwa w dziedzinie PPP, dzięki czemu zyskuje umocowanie ustawowe między innymi do prowadzenia monitoringu rynku, wspierania konkretnych inwestycji czy opracowywania wzorcowej dokumentacji
- każda inwestycja finansowana z budżetu państwa kwotą wysokości 300 milionów złotych będzie musiała uzyskać opinię Ministra Inwestycji i Rozwoju o tym, czy najlepszą formą finansowania nie jest jednak PPP; będzie to tak zwany test PPP; opinia nie dotyczy projektów współfinansowanych z funduszy unijnych.

*Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju*



## Warszawa Zachodnia stanie się nowoczesnym węzłem przesiadkowym

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. i Tramwaje Warszawskie podpisały 10 lipca 2018 r. porozumienie w sprawie budowy zintegrowanego węzła przesiadkowego Warszawa Zachodnia. Wspólna realizacja inwestycji obejmie budowę podziemnego przystanku tramwajowego oraz wykonanie konstrukcji dla przyszłego tunelu tramwajowego pod zmodernizowaną stacją Warszawa Zachodnia. Przystanek będzie jednym z głównych punktów przesiadkowych na nowej trasie tramwajowej z Woli do Wilanowa. Stacja będzie miała przystanek tramwajowy na poziomie -2, podziemną przestrzeń pasażerską na poziomie -1 oraz całkowicie zadaszone perony z dostępem dla osób o ograniczonej mobilności. Na każdym peronie będą ruchome schody i windy, przystosowane do przewozu wózków i rowerów. PLK wybudują dodatkowy peron od strony ul. Tunelowej. Całkowicie zmieni się przejście podziemne. Będzie wyższe i szersze oraz połączone z przestrzenią poczekalni i kas biletowych. Światłaki umieszczone w konstrukcji peronów zapewnią naturalne światło.

*Źródło: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.*

## Ponad 36 mln zł dofinansowania na poprawę gospodarki wodno-ściekowej na Śląsku i w Wielkopolsce

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej podpisał kolejne umowy na dofinansowanie ze środków unijnych rozbudowy i modernizacji lokalnych sieci wodno-kanalizacyjnych. Wsparcie w łącznej wysokości ponad 36 mln zł otrzymają tym razem inwestycje w gminach: Kozy (województwo śląskie) i Śmigiel (województwo wielkopolskie).

Wartość obu projektów przekracza 70 mln zł. Dzięki ich realizacji do sieci kanalizacyjnej zostanie podłączonych w sumie 3614 nowych użytkowników. Podpisanie obu umów (jedne z pierwszych w drugim półroczu 2018 r.) umożliwi działanie 2.3 Gospodarka wodno-ściekowa w aglomeracjach, w ramach II osi priorytetowej Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020, które NFOŚiGW wdraża w porozumieniu z Ministerstwem Środowiska.

Gmina Kozy to największa gmina wiejska w powiecie bielskim (województwo śląskie). Dzięki unijnemu dofinansowaniu przekazанemu przez NFOŚiGW wysokości prawie 25 mln zł będzie mogła ona zrealizować projekt budowy kanalizacji sanitarnej na swoim terenie o długości ponad 32 km.

Na podstawie umowy z NFOŚiGW Zakład Wodociągowo-Kanalizacyjny w Śmiglu (powiat kościański, województwo wielkopolskie) otrzyma dofinansowanie w kwocie ponad 11 mln zł.

*Źródło: NFOŚiGW*

## Kolejne umowy na dofinansowanie w ramach POIŚ 2014–2020

Blisko pół miliarda złotych unijnego dofinansowania otrzyma GDDKiA na budowę obwodnicy Szczecinka w ciągu S11 oraz odcinka węzeł Zakręt-węzeł Lubelska drogi ekspresowej S17 Warszawa-Garwolin.

Węzły dla Warszawy – w ramach budowy odcinka Zakręt-Lubelska powstaną dwa duże węzły drogowe, prawie 5-kilometrowy odcinek drogi ekspresowej S17 oraz 1,5 km S2. Całkowity koszt inwestycji wyniesie prawie 735 milionów złotych, w tym dofinansowanie unijne to ponad 274 miliony złotych. Węzeł Zakręt połączy drogę krajową nr 2 i projektowaną drogę ekspresową S17. Lubelska będzie natomiast jednym z kluczowych węzłów całego Warszawskiego Węzła Drogowego, gdyż w ramach tego węzła zbiegną się drogi ekspresowe S17 i S2 oraz autostrada A2. Węzeł Lubelska umożliwi m.in. podróż w kierunku: Terespoła (planowaną autostradą A2) i Lublina (drogą ekspresową S17). Planowany termin zakończenia inwestycji w kwietniu 2021 roku.

Obwodnica Szczecinka – to 12-kilometrowy fragment przyszłej drogi ekspresowej S11. Inwestycja w części przebiegać będzie wzdłuż istniejącej linii kolejowej Koszalin-Szczecinek. Całkowita wartość realizowanej obwodnicy wyniesie prawie 401 milionów złotych, w tym unijne dofinansowanie to ponad 213 milionów złotych. Poza obwodnicą, w ramach inwestycji zbudowane zostaną między innymi:

- dwa węzły drogowe: Szczecinek Śródmieście i Szczecinek Wschód
- skrzyżowania jednonożowe
- wiadukty, mosty, estakady
- elementy służące ochronie środowiska, takie jak przejścia dla zwierząt, ekrany akustyczne, urządzenia podczyszczające wody opadowe spływające z pasa drogowego
- urządzenia wzmacniające bezpieczeństwo ruchu – oznakowania, bariery ochronne, ogrodzenia.

Inwestycja ma być gotowa z końcem kwietnia 2019 r.

*Źródło: GDDKiA*

## Fundusze UE na rozwój Podmiejskiej Kolei Aglomeracyjnej na Podkarpaciu

Województwo podkarpackie otrzyma ponad 208 mln złotych z Unii Europejskiej na rozwój Podmiejskiej Kolei Aglomeracyjnej. Dzięki dofinansowaniu unijnemu powstanie między innymi połączenie kolejowe Rzeszowa z Portem Lotniczym w Jasionce.

Całkowita wartość inwestycji wynosi ponad 301 milionów złotych. Inwestycja zakłada szereg działań mających na celu rozwój transportu kolejowego w aglomeracji rzeszowskiej. Najważniejszym jest budowa połączenia kolejowego do Portu Lotniczego Rzeszów-Jasionka o długości 4,96 km oraz budowa nowych przystanków osobowych i peronów wraz z infrastrukturą towarzyszącą, węzłów przesiadkowych, mijanek, wiaduktu kolejowego oraz parkingów typu „Parkuj i Jedź”. W ramach projektu beneficjent przewidział również prace na liniach kolejowych nr 71 (Rzeszów Główny-Ocice), 91 (Kraków Główny-Medyka) i 106 (Rzeszów-Jasło). Realizacja projektu będzie kolejnym krokiem na drodze do powstania i uzyskania pełnej funkcjonalności przez Podmiejską Kolej Aglomeracyjną, która połączy gminy zlokalizowane w obrębie linii kolejowych biegnących od Dębicy do Przeworska i od Kolbuszowej po Strzyżów.

*Źródło: Ministerstwo Infrastruktury*



## Interaktywny ekran dotykowy Sharp BIG PAD PN-70TH5

Monitor BIG PAD o rozdzielczości 4K przeznaczony jest m.in. dla biur, pracowni architektonicznych i inżynierskich. Ekran monitora ma przekątną 70 cali (176,6 cm) i rozdzielczość 3840x2160 pikseli. Dzięki szybkiej pojemnościowej technologii rozpoznawania dotyku P-CAP Capacitive w trzydziestu punktach jednocześnie, można uzyskać wrażenie pisania długopisem po papierze (Pen-on-paper). Inne kluczowe cechy urządzenia to wyświetlanie obrazu i rozpoznawanie dotyku w rzeczywistej rozdzielczości 4K, a także znakomity obraz stworzony z wykorzystaniem technologii Direct Optical Bonding. W BIG PAD PN-70TH5 zastosowano najnowsze rozwiązania, umożliwiające komunikację z prywatnymi urządzeniami mobilnymi poprzez via moduł rozszerzeń Mini OPS Slot lub z wykorzystaniem oprogramowania Sharp Display Connect. Zastosowana aplikacja Sharp Touch Viewer umożliwia wszechstronne porządkowanie danych i organizację współpracy.

Producent: Sharp

## Kingston DataTraveler 2000 – szyfrowany pendrive z klawiaturą alfanumeryczną

DataTraveler 2000 oprócz podstawowych funkcji oferuje szyfrowanie sprzętowe danych oraz zapewnia ochronę kodem PIN – użytkownik wpisuje kod za pomocą zaimplementowanej klawiatury alfanumerycznej. Urządzenie ma dodatkowo funkcję auto-lock, która blokuje i formatuje pendrive po 10 nieudanych próbach uzyskania dostępu do danych. Jest łatwy w obsłudze oraz gwarantuje bezpieczeństwo klasy korporacyjnej z 256-bitowym szyfrowaniem sprzętowym AES. Samo szyfrowanie nie potrzebuje żadnych dodatkowych sterowników, oprogramowania czy sprzętu. Pendrive odporny jest na wodę, kurz i inne zanieczyszczenia (IP57). Dostępny jest w trzech wersjach pojemnościowych: 16 GB, 32 GB oraz 64 GB. DataTraveler 2000 kompatybilny jest z systemami Windows 10, 8.1, 8, 7, Mac OS X, Linux 2.6.x, Android. Urządzenie jest objęte trzyletnią gwarancją oraz dożywotnim wsparciem technicznym producenta.

Producent: Kingston Technology



## Drukarki Epson SureColor T3100/T5100

SureColor T3100 (24") – biurkowa i T5100 (36") – wolnostojąca to bezprzewodowe, wielkoformatowe drukarki dużej szybkości. Polecane są architektom, inżynierom, projektantom CAD i systemów GIS. Wyjątkowy tryb automatycznego przełączania umożliwia zmianę formatu drukowania między rolkami papieru wielkoformatowego a rozmiarami A4/A3 bez interwencji użytkownika. Urządzenia wykorzystują technologię głowic drukujących PrecisionCore MicroTFP pozwalającą na uzyskanie dokładnego i szczegółowego wydruku w formacie A0/E w czasie 31 sekund z rozdzielczością nawet 2400 dpi. Dzięki zintegrowanej łączności bezprzewodowej i funkcji Wi-Fi Direct architekci i projektanci mogą wykonywać wydruki z poziomu tabletów i smartfonów lub korzystać z kolorowego ekranu dotykowego LCD (4,3"). Drukarki mają wkłady o pojemności do 50 ml (kolor) i 80 ml (czarny). Urządzenia trafią na polski rynek we wrześniu 2018 r. Dodatkowe informacje i możliwość zakupu dostępne u autoryzowanych dystrybutorów Epson.

Producent: Epson



## Microsoft Precision Mouse

Precision Mouse to mysz o wysokiej precyzji kursora (3200 DPI). Polecana jest przede wszystkim projektantom, architektom oraz pracownikom biurowym i przedstawicielom zawodów kreatywnych. Mysz można sparować z trzema niezależnymi komputerami przy pomocy Bluetooth® – wystarczy kliknąć specjalny przycisk, by przełączyć się na inne urządzenie, a dioda na spodzie myszy pokaże, na którym komputerze użytkownik aktualnie pracuje. Precision Mouse została wyposażona w wydajny akumulator, który pozwala na pracę nawet przez 3 miesiące bez konieczności ładowania oraz dodatkowo w przewód zasilający. Mysz ma 6 przycisków, w tym 3 konfigurowalne, dostępne pod kciukiem, którym użytkownicy mogą przypisać konkretne funkcje. Całość uzupełnia metaliczna rolka (scroll), pozwalająca na zdefiniowanie prędkości przewijania – do wyboru są dwa tempa: płynne i szybkie oraz wolniejsze i bardziej precyzyjne. Sugerowana cena detaliczna produktu to 429 zł.

Producent: Microsoft



## Fujitsu CELSIUS W580power+

Celsius W580power+ to profesjonalna stacja robocza, dedykowana architektom, inżynierom oraz projektantom szukającym idealnego narzędzia do edycji wideo, programów CAD czy BIM. Jest to najmniejsza na świecie stacja robocza zdolna z pełną wydajnością obsługiwać wymagające środowiska np. Virtual Reality (VR). Przy objętości obudowy micro tower wynoszącej zaledwie 21 litrów, oferuje pełną paletę wyposażenia w postaci 6-rdzeniowych procesorów Intel® Xeon® E, do 64 GB pamięci RAM DDR4 2666 MHz z ECC, profesjonalnych kart graficznych z Nvidia® Quadro® P4000 8 GB włącznie. Dodatkowo wewnątrz stacji można zainstalować łącznie do 28 TB pamięci masowej oraz superszybkie dyski SSD PCIe NVMe z obsługą RAID. Stacja robocza ma najnowsze interfejsy USB 3.1 Gen 2 typu C, oferujące przepustowość do 10 GB/s. Mimo potężnej wydajności stacja Celsius W580power+ jest energooszczędna i cicha, zapewniając ergonomiczne warunki pracy.

Producent: Fujitsu

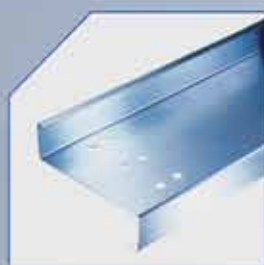
## Pilot do prezentacji SPOTLIGHT™

Prezenter SPOTLIGHT™ to urządzenie umożliwiające kontrolowanie przebiegu prezentacji. Steruje slajdami z odległości do 30 metrów. Zaawansowany wskaźnik ma funkcje podkreślania, powiększania i dokładnego wskazywania szczegółów. Podkreślanie tworzy efekt reflektora na ekranie, powiększanie przybliży szczegóły, a laser cyfrowy pozwala dokładnie wskazywać informacje. Kursor ekranowy umożliwia odtwarzanie i wstrzymywanie filmów, otwieranie łączy oraz korzystanie z różnorodnych interakcji z zawartością. Dodatkowo jest możliwość ustawienia punktów czasowych i odbierania wibracyjnych powiadomień w dłoni. SPOTLIGHT™ ma czujnik ruchu, dzięki czemu nie trzeba przerywać prezentacji i mieć bezpośredniego dostępu do myszy lub laptopa. Prezenter nawiązuje połączenie za pośrednictwem odbiornika USB lub Bluetooth®. Działa na zasadzie P&P na większości platform i jest zgodny ze wszystkimi popularnymi aplikacjami do prezentacji (PowerPoint, Keynote, PDF, Prezentacje Google i Prezi). Po pełnym naładowaniu może działać do 3 miesięcy.

Producent: Logitech

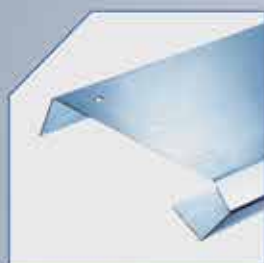


# KSZTAŁTOWNIKI GIĘTE NA ZIMNO



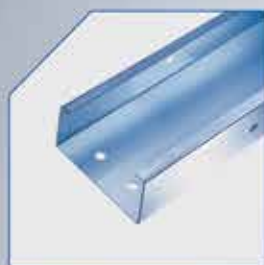
## OFERUJEMY:

- └ Płatwie dachowe, rygle ściennie, profile Z, C, C+, Σ, Σ+, Ω
- └ Wymiany 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



KSZTAŁTOWNIKI



# Belki metalowo-szklane jako elementy konstrukcyjne

Metalowo-szklane elementy konstrukcyjne oprócz żebrowych szklanych i płyt wyodrębniły się jako samodzielne belki konstrukcyjne w budynkach użyteczności publicznej, handlowych oraz obiektach biurowych. Ze względów architektonicznych, wizualnych oraz innowacyjności swych rozwiązań stanowią ciekawe uzupełnienie konstrukcji, dające nowe możliwości w kształtowaniu powstających obiektów.

mgr inż. **Katarzyna Matras**  
dr inż. **Maciej Cwyl**  
Politechnika Warszawska

## Wstęp

Mimo że na temat belek metalowo-szklanych pojawia się coraz więcej opracowań, badań i analiz, to wciąż nie ma żadnych formalnych wytycznych do obliczeń i stosowania takich elementów w konstrukcji. W zakresie projektowym kierować się można jedynie zaleceniami pochodzącymi z pokrewnych norm międzynarodowych, np. niemieckich, wybranych artykułów naukowych, stosując metody numeryczne, uogólnione w zakresie stosowanych materiałów, tworzących projektowane belki. Pod uwagę musi zostać wziętych wiele czynników, takich jak różnorodność kształtowania przekroju, rodzaj użytych materiałów czy w końcu sposób oraz warunki użytkowania (nasłonecznienie, wilgotność, warunki przeciwpożarowe).

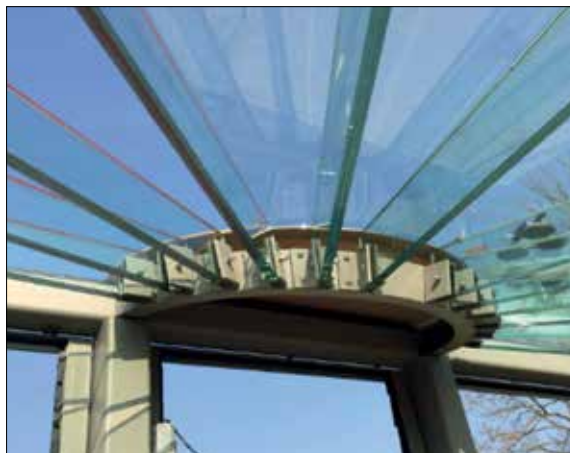
## Materiały i geometria

W zakresie badań nad belkami metalowo-szklanymi (zwanyymi również hybrydowymi, łączącymi w sobie kilka materiałów) inżynierowie poddawali analizie wiele rozwiązań mających na celu stworzenie belki stalowo-szklanej o dobrych właściwościach mechanicznych, parametrach wytrzymałościowych i będącej jednocześnie przystępnym

rozwiązaniem ze względów ekonomicznych oraz technologicznych. Przyjęte rozwiązania oceniane są każdorazowo ze względu na transparentność belek, proces wykonania i prefabrykacji, bezpieczeństwo użytkowania oraz cały

okres eksploatacji stosowanych elementów. W miarę rozwoju badań oraz stosowanych rozwiązań projektowych, belki zmieniały się od zastosowania wzmocnionych przekrojów szklanych poprzez klejenie dodatkowych kształtowników

metalowych w strefie rozciąganej po wprowadzanie stalowych prętów sprężonych do przekroju, ostatecznie wykorzystując geometrię dwuteownika jako rozwiązania właściwego dla elementów poddanych zginaniu.



Fot. 1. Różne rozwiązania hybrydowych belek stalowo-szklanych [1, 8, 9]

Różnorodność stosowanych rozwiązań wynikała z chęci optymalnego wykorzystania przekroju oraz właściwości mechanicznych materiałów tworzących projektowany element konstrukcyjny. W tym artykule skupiono się na dwuteowych elementach stalowo-szklanych.

Połączenie materiałów o tak odmiennych właściwościach jak stal, szkło oraz polimerowe skleiny, wymaga dobrej znajomości ich cech wytrzymałościowych.

Odnosząc się do stali stopowych, jak powszechnie wiadomo, jest to materiał trwały, w zależności od składu ciągliwy bądź kruchy, wykazujący dobre właściwości mechaniczne. Stal używana do produkcji belek hybrydowych to materiał wykorzystywany w powszechnie projektowanych konstrukcjach stalowych. W zależności od potrzeb danego rozwiązania może to być stal np. S235J2, S275JR czy S355J2. W belkach opisywanych w tym artykule stal wykorzystywana jest jako materiał użyty do stworzenia pótek hybrydowego dwuteownika. Środek belki stanowi natomiast szkło, którego połączenie cech pożądanych przez architektów z małą wytrzymałością na rozciąganie przy zginaniu stanowi wyzwanie dla konstruktorów (tabela 1).

Główną wadą szkła jest jego praca jedynie w fazie sprężystej oraz podatność na kruche pękanie bez wcześniejszych oznak utraty warunków nośności. Szkło pod wpływem granicznego obciążenia niszczy się, powodując brak możliwości powrotu do wcześniejszej formy – nie można mówić o redystrybucji sił, ponieważ szkło jest

Własności fizyczne		Własności mechaniczne	
Gęstość	$2500 \frac{kg}{m^3}$	Współczynnik sprężystości podłużnej E	61–91 GPa
Twardość	6000–8000 MPa (6–7 w skali Mohsa)	Współczynnik sprężystości poprzecznej G	26–29 GPa
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda$	$0,84 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$	Współczynnik Poissona $\nu$	0,16–0,22
Współczynnik rozszerzalności termicznej $\alpha$	$(8,0-9,0) \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$	Wytrzymałość – na rozciąganie – na ściskanie	30–45 MPa 800 MPa

Tabela 1. Własności szkła

materiałem o cechach czysto sprężystych. W porównaniu do stali, która wykazuje zdolność do osiągania przegubów plastycznych, szkło jest materiałem, dla którego obciążenia niszczące – zwłaszcza niebezpieczne obciążenia punktowe – powodują nieodwracalną propagację rys w całym materiale i jego zniszczenie. Ze względów wytrzymałościowych, w celu poprawy właściwości mechanicznych belki hybrydowej najczęściej rezygnuje się z zastosowania jako materiał środniczki litej tafli szklanej (typu „float”) na rzecz szkła hartowanego bądź laminowanego. W odróżnieniu od zwykłego szkła, bez specjalnej obróbki termicznej czy chemicznej, szkło hartowane jest o około 25% bardziej wytrzymałe, ze względu na zmianę struktury wewnętrznej

w procesie obróbki. Oprócz pozytywnych cech wytrzymałościowych jest ono również bardziej bezpieczne w użytkowaniu, jako że sposób jego zniszczenia to rozpad w postaci drobnych kawałków szkła o nieostrych brzegach. Szkło laminowane, czyli połączone ze sobą za pomocą folii taflę szkła hartowanego, to materiał, który oprócz swoich zwiększonych właściwości wytrzymałościowych w sytuacji pęknięcia nie rozpada się fizycznie, kawałki szkła zostają na folii, która je skleja. Jest to więc materiał najbardziej korzystny ze względów bezpieczeństwa do zastosowań w belkach hybrydowych.

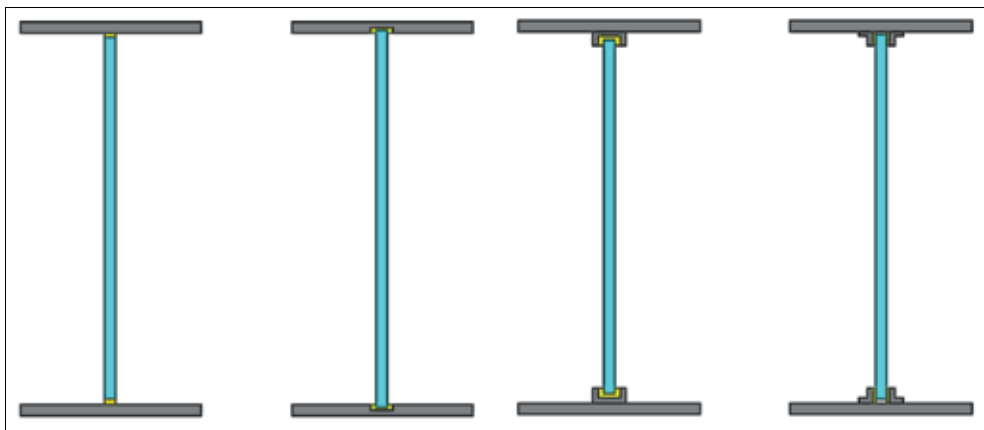
Dwa przedstawione powyżej materiały są łączone poprzez skleiny. Ma ona za zadanie niedoprowadzenie do zniszczenia się środniczki szklanej

go pod wpływem spiętrzenia naprężeń na styku ze stalową półką. W zależności od materiału zastosowanego do jej otrzymania uzyskać można różne wyniki w próbach wytrzymałościowych. Kompozyty stosowane na skleiny to najczęściej żywica epoksydowa, polimer, silikon, poliuretan bądź akryl, które to różnią się między sobą między innymi wytrzymałością na rozciąganie, modułami sprężystości podłużnej czy odpornością w sytuacji pożaru. Nie bez znaczenia przy właściwej współpracy stal-szkło, pozostaje grubość skleiny – ma ona za zadanie przenieść naprężenia ze stalowych pótek na szklany środek. Znaczenie w pracy nośnego elementu konstrukcyjnego ma również geometria połączenia środniczki szklanej ze stalową półką.



Fot. 2. Sposób pęknięcia szkła hartowanego (po lewej) i tafli szklanej („float”) (po prawej) [7]





Rys. 1. Geometria połączeń stalowych półek i szklanego środka w belce hybrydowej

Przedstawione typy geometryczne połączeń różnią się nie tylko pod względem wyglądu, ale przede wszystkim sposobem pracy, użytkowaniem, możliwością naprawy oraz kontroli złączy.

Z przeprowadzonych badań wynika, że najlepiej zachowującym się podczas obciążania połączeniem jest połączenie z profilem w kształcie litery „U”. Ma ono najwięcej płaszczyzn łączących szkło ze stalą. Jednak ze względu na fakt, że połączenie takie jest pracochłonne w produkcji, to wymaga ono dodatkowego

elementu łączącego. W połączeniu takim należy w poprawny sposób ułożyć skleinę oraz właściwie zaprojektować geometrię złącza. Takie zespolenie bezpośrednio, doczołowo dochodzące do stalowej półki, najlepiej spełnia swoją funkcję przy współpracy stal-szkła. Poza względami warsztatowymi i wytrzymałościowymi połączenia z dodatkowymi kształtownikami łączącymi są mniej atrakcyjne w wyglądzie, co jest istotne w tego typu elementach konstrukcyjnych. Ze względów estetycznych połączenia tego rodzaju są obecnie stosowane sporadycznie.

## Analiza

W tej części artykułu omówiono podejście obliczeniowe dla różnych form sprawdzenia nośności belki hybrydowej. Dla ścinania i zginania zastosowano założenie o sprowadzeniu przekroju hybrydowego do przekroju stalowego, dla sił podłużnych przedstawiono podejście obliczeniowe z rozdziałem obciążenia na 2 materiały o różnych właściwościach fizycznych, wykorzystując stosunek ich pól przekroju. Obliczenia przeprowadzono dla belki o geometrii przekroju zbliżonej do przekroju belki IPE300. Pomi-

nięto zaokrąglenia. Geometrię podano w tabeli 3.

### 1. Rozciąganie

Wytrzymałość na rozciąganie osiowe pręta stalowego określona jest na podstawie zależności:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_{y,d}}{\gamma_{M0}}$$

gdzie:

A – pole przekroju.

Dla referencyjnej belki nośność na rozciąganie wynosi 1910 kN. Zachowanie się belki stalowo-szklanej pod rozciągającym obciążeniem osiowym można podzielić na 2 etapy:

- do zniszczenia środka szklanego
- do zniszczenia całej belki.

Siłę niszczącą środek (etap 1) można wyznaczyć ze stosunku pola przekroju środka do pola przekroju całej belki, co daje 0,38 w przypadku belki o geometrii zgodnej z tabelą 1. Obrazując sytuację, przy sile rozciągającej belkę o wartości 100 kN, 38 kN przypada na środek szklany. Można więc obliczyć, że środek niszczący się przy naprężeniu 45 MPa (w przeliczeniu na siłę w środku 89 kN) osiąga je w momencie obciążenia belki siłą o wartości 233,5 kN. Przy sztywnej skleinie łączącej środek z półkami, po zniszczeniu środka półki stalowe przejmują obciążenie, a ich nośność – która teraz równoznaczna jest już ze zniszczeniem całej belki – jest na poziomie 1140 kN. Łatwo więc zauważyć, że w stosunku do belki stalowej spadek nośności kształtuje się na poziomie 40%.

### 2. Ściskanie

Ściskanie z uwzględnieniem utraty stateczności dla profili czysto stalowych wyznacza się,

Tabela 2. Cechy różnych typów połączeń klejonych w belce hybrydowej [1]

Geometria połączenia				
Powierzchnia sklejenia	+	++	+++	+++
Łatwość produkcji	+++	++	+	+
Wygląd	++	+++	+	+
Łatwość kontroli	+++	++	+	+
Plastyczność	+	++	+++	+++
Odporność	+	++	+++	+++

Tabela 3. Geometria przekroju poprzecznego belek. Wymiary w mm

Przekrój poprzeczny	
Belka stalowa IPE300	Belka szklano-stalowa

biorąc pod uwagę smukłość przekroju, krzywą wyboczenia i zależny od niej parametr imperfekcji. W ściskaniu belek stalowo-szklanych należy zwrócić uwagę również na samo zjawisko wyboczenia środka szklanego [4]. Siła krytyczna przy ściskaniu żebra ze szkła litego wynosi:

$$N_{cr,Rd} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2}$$

gdzie:

$I$  – moment bezwładności w płaszczyźnie zginania

$L_{cr}$  – długość wyboczeniowa (równa teoretycznej długości żebra).

Z obliczeń przeprowadzonych dla środka szklanego o wymiarach z tabeli 2 wynika, że siła krytyczna, przy której nastąpi wyboczenie giętne wynosi 5 kN, przy założeniu długości belki wynoszącej 1 m. Nie można jednak uznać, jak w przypadku rozciągania, że półki stalowe przenoszą pozostałą część obciążenia, ponieważ wyboczenie żebra szklanego powoduje zniszczenie całej belki – dochodzi do wyboczenia całego elementu. Jak widać siła ta jest bardzo mała w porównaniu z siłą dla belki stalowej, wynoszącej dla belki referencyjnej 416 kN. Poprawę nośności na ściskanie z uwzględnieniem wyboczenia można uzyskać, stosując szkło laminowane. W przypadku zastosowania szkła klejonego wg [4] siłę wyznacza się z zależności:

$$N_{cr,Rd} = \frac{\pi^2 \cdot (1 + \alpha + \pi^2 \cdot \alpha \cdot \beta) \cdot E \cdot I_s}{1 + \pi^2 \cdot \beta} \cdot \frac{E \cdot I_s}{L_{cr}^2}$$

gdzie:

$$\alpha = \frac{I_1 + I_2}{I_s}, \quad \beta = \frac{t_{int}}{G_{int} \cdot b \cdot (z_1 + z_2)} \cdot \frac{E \cdot I_s}{L_{cr}^2},$$

$$I_s = b \cdot (t_1 \cdot z_1^2 + t_2 \cdot z_2^2)$$

– moment bezwładności przy skręcaniu

$I_1, I_2$  – momenty bezwładności poszczególnych tafli

$t_{int}$  – grubość laminatu

$z_1, z_2$  – odległości środków ciężkości tafli szklanych do środka ciężkości całego pakietu szklanego (środnika)

$b$  – wysokość środka szklanego.

Tak obliczona nośność wynosi ok. 92 kN przy założeniu szkła złożonego z 6 mm tafli. W stosunku do belki czysto stalowej jest to 22% nośności.

### 3. Zginanie

W części obliczeniowej dotyczącej zginania przeprowadzono analizę dwóch podejść obliczeniowych do belek szklano-stalowych, a mianowicie obliczeń ręcznych oraz obliczeń MES.

Założeniem, wg którego przeprowadzono obliczenia ręczne (model 1a) było sprowadzenie przekroju stalowo-szklanego do przekroju stalowego, wykorzystując równanie nierozdzielności odkształceń na styku materiałów, przyjmując sztywną spoinę ( $K \rightarrow$  nieskończoność), która w pełni przenosi naprężenia ze stalowej półki na szklany środek. Tak otrzymany przekrój sprowadzony zaimplementowano do programu MES (model 1b) i sprawdzono poprawność ręcznych obliczeń.

Obliczenia prowadzono dla zginania belki pod wpływem obciążenia równomiernie rozłożonego na jej długości wynoszącej 3 m.

#### Model 1a

Obliczenia ręczne zostały przeprowadzone poprzez sprowadzenie przekroju złożonego ze stali i szkła do przekroju czysto stalowego, uwzględniając różnice w modułach sprężystości materiałów. Współczynnik ten oznaczono jako  $\alpha$  i wyliczono:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_{sz}} = \frac{210000 \text{ MPa}}{70000 \text{ MPa}} = 3$$

gdzie:

$E_s, E_{sz}$  – moduły sprężystości podłużnej stali i szkła.

Przyjęto geometrię połączenia jako doczołowe na żywicę epoksydową. Zgodnie z geometrią wprowadzono poniższe oznaczenia:

$$h=300 \text{ mm}, \quad b_f=150 \text{ mm}, \quad t_f=10,7 \text{ mm}, \quad h_w=278,6 \text{ mm}, \quad t_w=7,1 \text{ mm}$$

Ze względu na symetrię belki jej środek ciężkości położony jest w środku symetrii przekroju. Osie symetrii są osiami głównymi centralnymi. Moment bezwładności belki hybrydowej  $I_h$  oraz jej wskaźniki wytrzymałości  $W_s$  – zewnętrzne włókna stalowe,  $W_{sz}$  – w miejscu łączenia ze szkłem obliczono wykorzystując twierdzenie Steinera:

$$\begin{aligned} I_f &= 2 \cdot \left( \frac{1}{12} \cdot b_f \cdot t_f^3 + b_f \cdot t_f \cdot \left( \frac{h-t_f}{2} \right)^2 \right) = \\ &= 2 \cdot \left( \frac{1}{12} \cdot 150 \cdot 10,7^3 + 150 \cdot 10,7 \cdot \left( \frac{300-10,7}{2} \right)^2 \right) = \\ &= 67195454,3 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$I_w = \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot h_w^3 = \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot h_w^3 = \frac{1}{12} \cdot 7,1 \cdot 278,6^3 = 12794415 \text{ mm}^4$$

$$I_h = I_f + \frac{I_w}{\alpha} = 67195454,3 + \frac{12794415}{3} = 71460259 \text{ mm}^4$$



$$W_s = \frac{I_h}{\frac{1}{2} \cdot h} = \frac{71460259}{\frac{1}{2} \cdot 300} = 476402mm^3$$

Na styku szkła i stali nastąpi skok naprężeń normalnych przy zginaniu. Największe wykorzystanie przekroju będzie w zewnętrznych włóknach strefy rozciąganej (stal) oraz na styku szkło-stal, jako że tam naprężenia są duże, a szkło jest mniej odporne na rozciąganie niż stal. W związku z tym miejsce styku przyjęto jako decydujące o nośności i wyznaczono obciążenie niszczące w schemacie belki swobodnie podpartej. Do tego celu wyznaczono wskaźnik wytrzymałości dla szkła na jego końcu oraz przyjęto jego wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu  $\sigma_{sz} = 30 \text{ MPa}$ .

$$W_{sz} = \frac{I_h}{\frac{1}{2} \cdot (h - t_f)} \cdot \alpha = \frac{71460259}{\frac{1}{2} \cdot (300 - 10,7)} \cdot 3 = 1538986mm^3$$

$$q = \frac{8 \cdot M_{y,max}}{l^2} = \frac{8 \cdot (\sigma_{sz} \cdot W_{sz})}{l^2} = \frac{8 \cdot (30 \cdot 1538986)}{3^2} = 41,04 \frac{kN}{m}$$

Sprawdzeniem poprawności obliczeń jest obliczenie ugięcia w środku rozpiętości belki, które zgodnie z teorią wytrzymałości materiałów wynosi:

$$u = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{E_s \cdot I_s} = \frac{5}{384} \frac{41,04 \cdot 4^4}{210000 \cdot 71460259} = 2,88mm$$

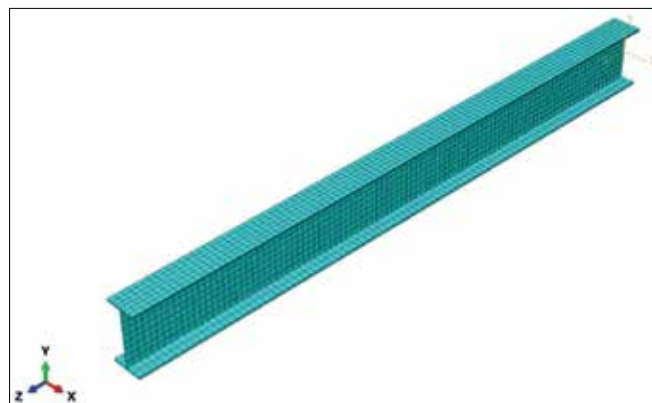
#### Model 1b

Przeprowadzono analizę MES z wykorzystaniem danych otrzymanych z obliczeń ręcznych. Zmianą we wprowadzonej do programu geometrii wynikającą z przyjętego sposobu obliczeń ręcznych wykorzystujących przekrój sprowadzony jest pocienienie środka 3-krotnie, tak aby wprowadzając do programu tylko materiał jako stal, otrzymać ten sam moment bezwładności.

Obliczenia przeprowadzono wykorzystując bryłowe homogeniczne elementy przestrzenne. Wymiary siatki elementu skończonego zadano jako 1/10 wymiaru półki stalowej, czyli 30 mm. Materiałowi przypisano gęstość stali 7850 kg/m<sup>3</sup> oraz cechy sprężyste i plastyczne.

Wprowadzono warunki brzegowe właściwe dla belki swobodnie podpartej. Belkę obciążono obciążeniem powierzchniowym na górnej półce, którego wartość jest ekwiwalentna z obciążeniem liniowym wyliczonym w modelu 1a. Wymiary siatki wynoszą 30x30 mm.

Sprawdzono ugięcie otrzymane z analizy.



Rys. 3. Model analityczny belki modelu 1a

Można zauważyć poprawność przeprowadzonych obliczeń ręcznych. Przemieszczenie pionowe dla belki wynosi 2,337 mm co w 82% jest zgodne z obliczeniami ręcznymi. Należy pamiętać, że analiza MES jest formą obliczeń przybliżonych, która zależy od dobranych elementów skończonych, funkcji kształtu, siatki MES, zadanych warunków brzegowych. Wynik zbliżony w takim procencie do obliczeń ręcznych można traktować jako jak najbardziej poprawny.

Wprowadzenie przekroju sprowadzonego do obliczeń ręcznych jest poprawne – jest to dość szybki, łatwy i prawidłowy sposób obliczania nośności belki przy zginaniu z uwzględnieniem wytrzymałości szkła na rozciąganie przy zginaniu.

#### 4. Ścinanie

Dla belek czysto stalowych, zgodnie z Eurokodem, wytrzymałość na ścinanie sprawdza się zgodnie z poniższymi wzorami:

■ dla projektowania plastycznego

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{y,d}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

gdzie:

$A_v$  – przekrój czynny przy ścinaniu

$f_y$  – granica plastyczności

$\gamma_{M0}$  – współczynnik częściowy

■ dla projektowania sprężystego

$$V_{e,Rd} = \frac{I \cdot t \cdot f_{y,d}}{\sqrt{3} \cdot S \cdot \gamma_{M0}}$$

gdzie:

$I$  – moment bezwładności

Data		Data		Data	
	Young's Modulus		Poisson's Ratio		Yield Stress
1	210000		0.3	1	355
					Plastic Strain
				1	0
					Mass Density
				1	7.85e-9

Rys. 2. Przekrój belki oraz wprowadzone właściwości materiałowe

# asta

SCHODY MODUŁOWE  
DO SAMODZIELNEGO MONTAŻU

TLC



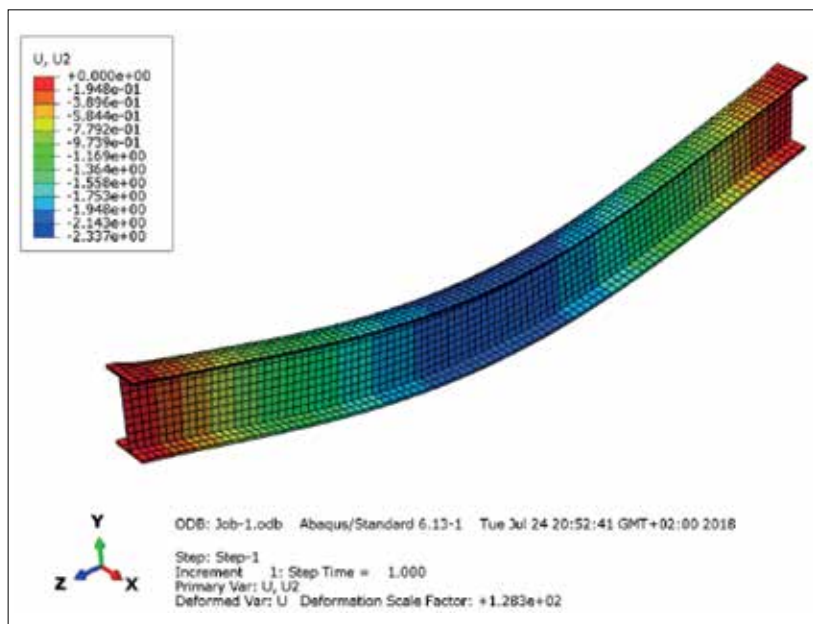
BIBLIOTEKA CAD

REGULOWANA WYSOKOŚĆ  
STOPNI

DOSTĘPNE W 14 DNI

tlc.eu

t: +48 604 506 706



Rys. 4. Deformacja belki

t – grubość elementu

S – moment statyczny.

Odnosząc powyższe podejścia projektowe belek stalowych do pracy belki ze szklanym środkiem oraz wychodząc z założenia przenoszenia siły ścinającej tylko przez środek szklany oraz to, że szkło pracuje tylko w fazie sprężystej, nośność szklanego środka należy wyznaczać wg wzoru, pamiętając oczywiście o skorzystaniu z założenia o sprowadzeniu przekroju do przekroju stalowego.

## Wnioski

Belki stalowo-szklane to elementy konstrukcyjne, które mimo swojej skomplikowanej geometrii, połączeń materiałów da się ująć w analityczne wzory do liczenia nośności. Oczywiście takie podejście ma swoje obostrzenia i nie może być zastosowane do wszystkich stosowanych obecnie skleini. Podejście obliczeniowe zaprezentowane w niniejszym artykule ma być przedstawieniem alternatywnego sposobu kalkulacji, mając na uwadze pewne uproszczenia (np. przenoszenie siły ścinającej tylko przez środek szklany). Należy pamiętać również o roli skleiny w belce hybrydowej. Spiętrzenie naprężeń, które wywołane zostaje na styku materiałów, w zależności od zastosowanego na skleinę materiału może zostać w mniejszym bądź większym stopniu przeniesione na szklany środek. Znaczenie ma również jej sztywność, która powoduje przekazanie naprężeń oraz przenoszenie sił ścinających między półką stalową a środkiem szklanym.

## Literatura

1. Abeln B., Preckwinkel E., *Entwicklung hybrider Stahl-Glass Traeger*, Stahlbau 80, 2018, Heft 4.
2. Bos F.P., Veer F.A., Hobbelman G.J. et al., *Stainless steel reinforced and post-tensioned glass beams*, ICEM12 – 12th International Conference on Experimental Mechanics, Politecnico di Bari, 2004.
3. Jaśkowska D., *Budowa wewnętrzna i właściwości szkła konstrukcyjnego*, Świat Szkła, 2009.
4. Kozłowski M., *Hybrid glass beams. Review of research projects and applications*, Acee, 3/2012.
5. Matras K., Dłuteowe elementy stalowo-szklane, V Jubileuszowa Konferencja Studentów i Doktorantów Wydziałów Budownictwa Konstruktor 2018, Lewin Kłodzki.
6. Piekarczyk A., *Elementy konstrukcyjne ze szkła budowlanego*, Warszawa, ITB, 2013.
7. <https://beptietkiem.vn/wp-content/uploads/2014/09/temperd-vs-annealed.png>
8. <https://i.pinimg.com/474x/67/bd/e9/67bde9e032c6193de20313f1ea835760--mayfair-welcome-to.jpg>
9. <https://www.ionglass.co.uk/wp-content/uploads/2018/01/close-up-of-be-spoke-steel-frame-showing-the-angles-of-the-structural-glass-beams.jpg>
10. Veer F.A., Gross S., Hobbelman G.J. et al., *Spanning Structures in Glass*, Glass Processing Days, 2003, s. 78–81. ◀



PONAD 30 LAT DOŚWIADCZENIA I ROZWOJU

## Oferta:

### ► Ścienne i dachowe płyty warstwowe:

- PIRTECH - z rdzeniem ze sztywnej pianki poliuretanowej typu PIR;
- AGROPIR - płyta dachowa do zastosowań w obiektach rolniczych, w których występuje środowisko o wysokiej agresywności korozyjnej;
- IZOPIR - płyta izolacyjna
- z rdzeniem z wełny mineralnej PWS-W, PWD-W, PWS-WA, PWS-W „EKO”
- z rdzeniem styropianowym - PWS-S, PWD-S

### ► Blachy trapezowe

### ► Kasety ścienne

### ► Zimnogięte profile stalowe Z, C, Σ i D

### ► Blachodachówki na wymiar

### ► Blachodachówki panelowe

### ► Akcesoria dachowe

### ► Stalowy system rynnowy Niagara



WSPARCIE TECHNICZNE ☎ (+48) 22 738 60 00 ✉ pruszynski@pruszynski.com.pl

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

# Ocieplenie domu wełną mineralną – komfort i bezpieczeństwo mieszkania

Przy projektowaniu ciepłego i bezpiecznego domu szczególnie ważny jest materiał izolacyjny, który nie tylko zapewni ciepło zimą, ale także komfort akustyczny oraz ognioodporność. Materiałem, który ma takie właściwości jest wełna mineralna. Ze względu na swoją strukturę wykorzystuje się ją do ocieplania nawet bardzo złożonych detali architektonicznych.

**ISOROC Polska S.A.**

ul. Leśna 30

13-100 Nidzica

tel. 89 625 03 00, faks 89 625 03 02

nidzica@isoroc.pl

www.isoroc.pl

**ISOROC®**  
Ognioochronne izolacje

## Efektywne ogrzewanie domu – ocieplanie wełną mineralną

Wełna mineralna cechuje się przede wszystkim wysokimi właściwościami termoz izolacyjnymi. Współczynnik przewodzenia ciepła materiału określanego lambdą ( $\lambda$ ), w przypadku wełny mineralnej jest niezwykle korzystny i może wynosić pomiędzy 0,035 a 0,041 W/mK. Niska przenikalność cieplna włókien skalnych minimalizuje prze-

ptyw ciepła pomiędzy ciepłą a chłodną stroną konstrukcji budowlanej. Ocieplanie wełną mineralną obniża możliwe straty ciepła. Dzięki temu zapewnione jest efektywne ogrzanie domu i zmniejszenie rachunków za ogrzewanie.

## Izolacja akustyczna w domu – wyciszenie wełną mineralną

Dzięki zapewnieniu odpowiedniej izolacji akustycznej hałasy z zewnątrz danego budynku

będą eliminowane.

Izolacyjność akustyczna to ogólna zdolność konstrukcyjnych części budynku do zapobiegania przenoszeniu się dźwięków z zewnątrz do wnętrza budynku oraz pomiędzy sąsiednimi pomieszczeniami. Jeżeli przegroda wykazuje niską izolacyjność akustyczną, wymaga dodatkowej izolacji – najlepiej wyciszenia wełną mineralną. Dzięki włóknistej strukturze, która pochłania fale dźwiękowe, wełna po-

zwala stworzyć komfortowe środowisko dźwiękochłonne. Jej struktura pochłania każdą falę dźwiękową. Wyciszenie wełną mineralną sprawdza się nawet w pobliżu intensywnych źródeł hałasu, np. jezdnii. Podczas modernizowania istniejących budynków czy wznoszeniu nowych, zaizolowanie skalną wełną mineralną zagwarantuje niski poziom hałasu wewnątrz pomieszczeń, zapewniając korzystne warunki mieszkalne.



Rys. Możliwe zastosowania produktów

## Termoizolacja wełną a odporność na ogień

Wełna mineralna produkowana jest z naturalnych, niepalnych komponentów. Dzięki temu utrzymuje swoje właściwości fizyczno-mechaniczne nawet w temperaturze +700°C, gwarantując tym samym spełnienie najwyższych wymagań bezpieczeństwa pożarowego. Wełna mineralna ma najwyższą klasę niepalności A1 – nie rozprzestrzenia płomienia i może działać jako zaporę ogniową przez około dwie godziny. W przypadku wybuchu pożaru w budynku ocieplonym wełną mineralną użytkownicy mają czas na bezpieczną ewakuację.



Tabela 1. Opis właściwości produktów firmy ISOROC

Niska przewodność cieplna		Dzięki niskiej przewodności cieplnej wełna mineralna ISOROC cechuje się wysokimi właściwościami termoizolacyjnymi. Obniża straty ciepła, minimalizując jego przepływ między ciepłą a chłodną stroną konstrukcji budowlanej.
Wysoka izolacyjność ogniowa		Naturalne, niepalne komponenty wełny mineralnej ISOROC, utrzymujące swoje właściwości fizyczno-mechaniczne nawet w temperaturze +700°C, gwarantują spełnienie najwyższych wymagań bezpieczeństwa pożarowego.
Wysoka izolacyjność akustyczna		Powszechną sytuację w naszych czasach stanowi budowa w strefie podwyższonego poziomu hałasu (autostrady, kolej itd.). Zastosowanie wełny mineralnej ISOROC z wysokimi dźwiękoizolacyjnymi właściwościami, która dzięki włóknistej strukturze z pęcherzami powietrza, pozwala stworzyć komfortowe dźwiękochłonne środowisko.
Produkt na bazie naturalnych surowców		Montaż i eksploatacja ekologicznie czystych termoizolacyjnych materiałów ISOROC, wyprodukowanych na bazie naturalnych komponentów, sprzyja powstawaniu korzystnych, ekologicznych warunków wewnątrz pomieszczenia oraz obniża niekorzystny wpływ na otaczające nas środowisko. Wełna mineralna nie ulega degradacji i jest odporna na korozję chemiczną.
Niski opór dyfuzyjny		Konstrukcja ocieplona wełną mineralną ISOROC posiada najwyższą paroprzepuszczalność w porównaniu z tradycyjnymi materiałami budowlanymi (dachówka, beton, styropian i inne). Ta zaleta pozwala zapewnić korzystne, pod względem wilgoci, warunki eksploatacyjne konstrukcji budowlanych.
Wysokie parametry hydrofobowe		Wilgoć – to jeden z najbardziej nieprzyjanych czynników wpływających na konstrukcje budowlane. Produkcja wełny mineralnej ISOROC na bazie mineralnego, niechłonnego wilgoci włókna w połączeniu ze specjalnymi dodatkami pozwala stawić czoła temu problemowi.

budynku. W przypadku gdy garaż jest ogrzewany i stanowi integralną część domu, temperatura w jego wnętrzu nie może być niższa niż +5°C. W takiej sytuacji niezbędne jest odizolowanie garażu od mieszkalnej części budynku, w której panuje wyższa temperatura. Płyty lamelowe ISOLAM-G przeznaczone są do izolacji termicznej, akustycznej i ogniowej stropów nad pomieszczeniami nieogrzewanymi m.in. stropów garaży czy piwnic, ocieplanych w systemie garażowym, tj. metodą natryskową. Płyty z wełny mineralnej zapewniają wysoki komfort cieplny izolowanych pomieszczeń i zwiększają odporność ogniową budynku. Wyciszenie wełną mineralną ISOLAM-G uchroni domowników przed dźwiękami instalacji bądź narzędzi używanych w trakcie pracy w garażu. Wysokie parametry mechaniczne pozwalają ponadto na łatwy montaż tego systemu.

## Ocieplanie domu wełną mineralną ISOROC

Wełna mineralna ISOROC to produkt nieorganiczny powstający na bazie naturalnych komponentów, w wyniku stopienia skał, bazaltu i gabra. Jest także materiałem odpornym biologicznie – na jej powierzchni i wewnątrz nie tworzą się siedliska pleśni, grzybów i bakterii. Zachowuje zdrowe warunki wewnątrz budynku, obniżając jednocześnie niekorzystny wpływ na otaczające nas środowisko. Tę właściwość materiału szczególnie powinni wziąć pod uwagę inwestorzy, którym zależy na zapewnieniu odpowiedniego mikroklimatu we wnętrzach dla wyjątkowych mieszkańców np. alergików. Płyty z wełny mineralnej ISOROC można stosować w całym budynku – od dachu aż po piwnicę i garaż. ◀

	PRODUKTY													
	ISOLIGHT	ISOCOLUSTIC	ISOVENT	ISOPANEL-W	ISOVENT-M	ISOVENT-MW	ISOFAS	ISOFAS-P	ISOFAS-LM	ISOFAS-LM fazowany	ISOFAS-LMG	ISOLAM-G	ISOLAM	ISOROC-H NOWOŚĆ
REKOMENDOWANE ZASTOSOWANIE														
X MOŻLIWE ZASTOSOWANIE														
Poddasza użytkowe														
Stropy na legarach														
Stropodachy wentylowane														
Sufity podwieszane														
Konstrukcje szkieletowe														
Ścianki działowe														
Ściany osłonowe														
Ściany trójwarstwowe														
Fasady wentylowane														
Ściany zewnętrzne - metoda lekką suchą														
Ściany zewnętrzne - metoda ciężką suchą														
Ściany zewnętrzne - SYSTEM ETICS														
Stropy nad nieogrzewanymi pomieszczeniami														
Podłogi pływające na gruncie i stropie														
Dachy płaskie														

Tabela 2. Zastosowanie poszczególnych produktów firmy ISOROC

Wełna jest materiałem o wysokiej odporności na ogień. Bazaltowe włókna, z których jest wyprodukowana, topią się w temperaturze około +1400°C.

## Ciepły i bezpieczny garaż

Duży problem może sprawić izolacja dodatkowych pomieszczeń w domu takich jak

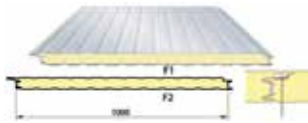

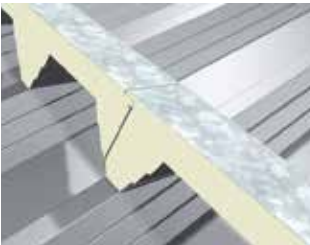
garaż lub piwnica. Jeśli garaż jest nieogrzewany, ścianę znajdującą się między nim a domem należy zaizolować tak, jak wszystkie zewnętrzne ściany

## Produkty budowlane

## Producenci

## Usługodawcy

www.izbudujemy.pl » Produkty budowlane » Materiały budowlane » Materiały konstrukcyjne i komponenty » Płyty warstwowe

Płyty warstwowe			
	Usuń ✖	Usuń ✖	Usuń ✖
Nazwa:	<b>Płyta warstwowa Promisol 2003 BI, gr. 120 mm</b>	<b>Płyta warstwowa ścienna PolTherma TS, gr. 120 mm, PIR</b>	<b>Płyta warstwowa KS1000 X-DEK, gr. 140 mm</b>
Producent:	ArcelorMittal Construction Polska Sp. z o.o.	EuroPanels Sp. z o.o.	Kingspan Sp. z o.o.
Rodzaj:	ścienne ✖	ścienne	dachowe
Materiał rdzenia:	pianka PIR ✖	sztywna pianka PIR	pianka PIR (sztywna pianka poliizocyanurowa IPN (FIREsafe))
Grubość płyty [mm]:	120 ✖	120	140
Szerokość płyty [mm]:	1000 ✖	1100	1000
Długość płyty [m]:	2,0–16,0 ✖	2,8–18,0	3,0–15,0
Masa 1 m <sup>2</sup> [kg]:	14,60 ✖	13,50	17,17 (XG); 17,27 (XB); 18,29 (XM); 22,92 (XD)
Materiał okładzin:	stal S250GD, S280GD, 320GD; ocynk: Z200, Z275, AZ150, AZ185; stal nierdzewna 1.4301; powłoka: Hairplus 25, Hairultra 35, Hairflon 25, Hairflon 35, Keyron 100, Keyron 200, Hairexel 60, Sinea 85, PVD(F) 110 ✖	blacha stalowa, powłoka: poliester gr. 25 µm	blacha stalowa ocynkowana, membrana (TR20, TR27 lub PVC); powłoka zew.: ZNC lub wybrana membrana (TR20, TR27 lub PVC); powłoka wew.: PES (poliester)
Wykończenie powierzchni:	profilowanie liniowe (L), rowkowe (R), mikroprofilowanie (M), kasetonowe (K), kasetonowo-liniowane (KL), kasetonowo-mikroprofilowane (KM) ✖	–	–
Grubość blachy (zew./wew.) [mm]:	(0,5–0,7)/(0,4–0,7) ✖	0,5/0,5; 0,5/0,4	0,7 lub membrana/(0,9 lub 1,1)
Łączenie płyt:	ukryte ✖	standardowe łączenie przelotowe	–
Min. nachylenie połaci dachowej:	– ✖	–	1% (0,5°)
Współ. przewodzenia ciepła λ [W/mK]:	0,023 ✖	0,021	–
Współ. przenikania ciepła U [W/m <sup>2</sup> K]:	0,19 ✖	0,19	0,14 (XM/XG/XB), 0,13 (XD)
Izolacyjność akustyczna Rw [dB]:	25 ✖	–	26 (XD/XB), 23 (XM), 24 (XG)
Reakcja na ogień:	klasa B-s2,d0 ✖	klasa B-s1,d0	klasa B-s2,d0
Oddziaływanie ognia zewnętrznego:	– ✖	–	klasa B <sub>Roof</sub> (t1)
Klasa odporności ogniowej:	EI 30 ✖	EI 30	REI 30 (XB/XG/XD/XM)
Wytrzymałość na rozciąganie [N/mm <sup>2</sup> ]:	–	–	–

# warstwowe

Artykuły

Oferta

Kontakt



Usuń ✖

**Płyta warstwowa  
ALAMENTTI D, gr. 150 mm**

MP-ALAMENTTI Sp. z o.o.

dachowe

wełna mineralna

150

1000

1,0–14,0

28,5

blachy stalowe (Z 275), nierdzewne obustronnie ocynkowane, powlekane powłokami poliestrowymi, powłoką z PVC lub PVDF; blachy perforowane lub płyty kartonowo-gipsowe (na indywidualne zamówienie)

MA, LA, MF, SN, LN, RO, GL, TR

(0,5–0,6)/0,5

za pomocą wolnego trapezu

10%

0,038

0,25

&gt; 32

–

klasa B<sub>Roof</sub> (t1)

REI 90



Usuń ✖

**Płyta warstwowa  
PW PIR-S, gr. 100 mm**

PANELTECH sp. z o.o.

ścienne

pianka PIR

100

1130 (standard, inne na zamówienie)

2,00–15,35 (wymary standardowe;  
inne na zamówienie)

12,3

blacha stalowa powlekana lakierem poliestrowym o gr. 25 µm lub inne powłoki dobierane zgodnie z normą PN-EN 10169, ich trwałością oraz warunkami stosowania

profilowana wzdłużnie

0,5/0,5 lub 0,5/0,4

pióro-wpust

–

0,023

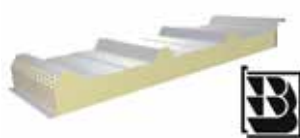
0,22

26

klasa B-s1,d0

NRO

EI 30



Usuń ✖

**Płyta warstwowa  
AGROPIR dach**

PRUSZYŃSKI sp. z o.o.

dachowe

pianka PIR

80 (100, 120)

1070 (całkowita), 1050 (efektywna)

2,0 (maks. 16,0 dla grupy I kolorów  
wg RAL; maks. 12,0 dla grupy II  
kolorów wg RAL; maks. 9,0 dla grupy  
III kolorów wg RAL)

–

blacha stalowa/fibre-glass (laminat)  
(zewnątrzna/wewnętrzna),  
poliester połysk/mat,  
poliuretan, HPS200, alucynk

brak profilowania wewnętrznego,  
trapez T (profilowanie zewnętrzne)

–

–

–

0,023

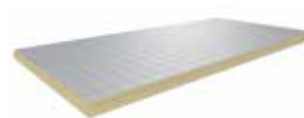
–

–

–

klasa B<sub>Roof</sub> (t1)

0,10



Usuń ✖

**Płyta warstwowa  
izolacyjna IZOPIR**

PRUSZYŃSKI sp. z o.o.

dachowe, ścienne, podłogowe

pianka PIR

80 (100, 120, 140, 160)

1200 (± 7,5 mm)

2,40 (± 10 mm)

3,47

kompozyt sześciowarstwowy

–

–

–

–

0,023

–

–

klasa E

–

0,05

↓  
więcej na [www.izbudujemy.pl](http://www.izbudujemy.pl)

↓  
więcej na [www.izbudujemy.pl](http://www.izbudujemy.pl)





## **OCYNK**

### **- WYBÓR EKSPERTÓW**

Cynkowanie ogniowe to najbardziej trwała, bezpieczna i ekonomiczna metoda zabezpieczenia stali. Jej zastosowanie pozwala uzyskać powłokę antykorozyjną o wysokich walorach technicznych i estetycznych. Ocynkowana stal przez dziesiątki lat staje się odporna na działania zewnętrzne takie jak kwaśne deszcze, wysoka wilgotność czy sól drogowa. Technika ta przez długi czas pozwala zachować praktycznie niezmieniony wygląd zewnętrzny, bez konieczności napraw. Dlatego cynkowanie ogniowe to technologia najczęściej wybierana przez ekspertów.

[www.portal-cynkowniczy.pl](http://www.portal-cynkowniczy.pl)



# Rozliczenie ryczałtowe na projektowanie i roboty budowlane

Przepisy kodeksu cywilnego regulujące umowę o dzieło pozostawiają każdorazowo stronom swobodę kontraktowania co do wyboru formy jej zawarcia, w tym ustalenia sposobu wynagradzania. Dlatego też dopuszczalne są dwie formy rozliczenia tj. w postaci wynagrodzenia ryczałtowego lub wynagrodzenia kosztorysowego.

dr nauk prawnych **Mariusz Filipek**  
radca prawny z Kancelarii Prawnej  
Filipek & Kamiński sp.k.

**Ryczałt polega na umówieniu z góry wysokości wynagrodzenia w kwocie absolutnej, przy wyraźnej lub dorozumianej zgodzie stron na to, że wykonawca nie będzie się domagać zapłaty wynagrodzenia wyższego<sup>1)</sup>.** Taka sama zasada obowiązuje odnośnie zamawiającego przy ustalaniu, czy nie doszło do nadpłaty z jego strony wynagrodzenia za pracę, których wykonawca nie wykonał. Natomiast **wynagrodzenie kosztorysowe jest to wynagrodzenie określone na podstawie zestawienia planowanych prac i przewidywanych kosztów**, co oznacza, że kosztorys powinien być sporządzony przed lub przy zawarciu umowy, a nie po jej wykonaniu i na żadnej ze stron umowy nie spoczywa obowiązek sporządzenia kosztorysu powykonawczego (kosztorysów częściowych i kosztorysu ostatecznego). Zgodnie z art. 632 Kodeksu cywilnego, jeżeli strony umówiły się o wynagrodzenie ryczałto-

we, przyjmujący zamówienie nie może żądać podwyższenia wynagrodzenia, chociażby w czasie zawarcia umowy nie można było przewidzieć rozmiaru lub kosztów prac (§ 1). Jeżeli jednak wskutek zmiany stosunków, której nie można było przewidzieć, wykonanie dzieła groziłoby przyjmującemu zamówienie rażącą stratą, sąd może podwyższyć ryczałt lub rozwiązać umowę (§ 2). Wynagrodzenie ryczałtowe polega więc na umówieniu się na stałą wysokość wynagrodzenia, przy zgodzie stron na to, że wykonawca nie będzie się domagać wynagrodzenia wyższego. Co istotne, wysokość wynagrodzenia za wykonanie dzieła można określić przez wskazanie podstaw do jego ustalenia. **Jeżeli strony nie określiły wysokości wynagrodzenia ani nie wskazały podstaw do jego ustalenia, przyjmuje się w razie wątpliwości, że strony miały na myśli zwykle wynagrodzenie za dzieło tego rodzaju.** Jeżeli także w ten sposób nie da się

ustalić wysokości wynagrodzenia, należy się wynagrodzenie odpowiadające uzasadnionemu nakładowi pracy oraz innym nakładom przyjmującego zamówienie<sup>2)</sup>. Istotą wynagrodzenia ryczałtowego jest więc to, że przyjmujący zamówienie zobowiązuje się wykonać przedmiot umowy za umówioną cenę i nie przysługuje mu prawo podwyższenia

wynagrodzenia niezależnie od tego, czy w czasie zawierania umowy miał możliwość przewidzenia rozmiaru prac i wielkości ich kosztów. **Przy ustaleniu wynagrodzenia ryczałtowego ryzyko powstania dodatkowych kosztów związanych z nieprzewidzianym wzrostem ilości prac czy też wzrostem kosztów prac obciąża przyjmującego**



© Vladimir Mucibabic - Fotolia.com

<sup>1)</sup> Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 25 marca 2011 r. IV CSK 397/10 cyt. „Wynagrodzenie ryczałtowe jest jedną z dopuszczalnych przez prawo form umownego określenia wynagrodzenia za wykonanie dzieła. Strony decydując się na przyjęcie tej formy, muszą liczyć się z jej bezwzględnym i sztywnym charakterem. Jedyne tylko wyjątkowo sąd może podwyższyć ryczałt lub rozwiązać umowę”.

<sup>2)</sup> Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 10 maja 2016 r. II UK 218/15 cyt. „W odniesieniu do umowy o dzieło istnieje związek wynagrodzenia z samym dziełem i jego wartością, natomiast w świadczeniu usługi rozłożonej w czasie istnieje związek wynagrodzenia z ilością, jakością i rodzajem wykonywanej czynności starannego działania. Generalnie bowiem wynagrodzenie z umowy o dzieło określa się w sposób ryczałtowy lub kosztorysowy (art. 629–632 Kodeksu cywilnego)”.

**zamówienie<sup>3)</sup>**. Strony decydując się na wynagrodzenie ryczałtowe muszą liczyć się z jego bezwzględnością i sztywnym charakterem. Nie oznacza to oczywiście przeszkód do umownego obniżenia czy podwyższenia tego wynagrodzenia<sup>4)</sup>. **Wynagrodzenie ryczałtowe to tym samym określone z góry wynagrodzenie za całość dzieła w jednej sumie pieniężnej.** W praktyce wynagrodzenie ryczałtowe jest dość często stosowane, ponieważ pozwala zamawiającemu, już przy zawieraniu umowy, uzyskać niemal pewność co do wysokości wynagrodzenia, które będzie musiał zapłacić. W tym miejscu należy również zaznaczyć, iż strony mogą się umówić, że na chwilę zawarcia umowy, w stanie znanym obu stronom, określone wynagrodzenie jest wynagrodzeniem maksymalnym. Natomiast w razie zaistnienia zmiany stosunków, wykonawca może wystąpić o podwyższenie wynagrodzenia, co stanowi jego wystarczającą asekurację.

Dla określenia charakteru wynagrodzenia za wykonane roboty budowlane natomiast nie ma znaczenia to, czy strony użyły w treści umowy ustawowych zwrotów zawartych w art. 629 Kodeksu cywilnego i 632 Kodeksu cywilnego, które to przepisy – mają odpowied-



© Rafa Irusta - Fotolia.com

nie zastosowanie do umowy o roboty budowlane – art. 656 Kodeksu cywilnego, lecz istota zawartych w tym zakresie postanowień umownych<sup>5)</sup>. Istotą wynagrodzenia ryczałtowego jest uzgodnienie przez strony oznaczonej kwoty pieniężnej należnej wykonawcy jako wynagrodzenie za wykonane prace. W tym modelu wartość należnego wynagrodzenia nie jest uzależniona od czynników określających przewidywany i zrealizowany zakres prac, ilość zużytego materiału ani od przyjętych cen jednostkowych lub stawek robocizny. Dalszym elementem charakterystycznym dla tego rodzaju wynagrodzenia jest brak powiązania pomiędzy uzgodnioną kwotą wynagrodzenia a możliwością przewidywania przez strony w chwili zawarcia umowy rozmiaru prac lub

wartości kosztów koniecznych do wykonania dzieła. Umowa o roboty budowlane unormowana w Kodeksie cywilnym nie reguluje bowiem kwestii wynagrodzenia ryczałtowego, co oznacza, że strony umowy powinny w niej szczegółowo dostosować to uposażenie<sup>6)</sup>. W umowie o roboty budowlane strony mogą zatem określić wynagrodzenie za wykonane roboty budowlane w postaci honorarium ryczałtowego, ale przy możliwej modyfikacji tego wynagrodzenia w zależności od konieczności wystąpienia robót dodatkowych, a więc takich, których nie można było przewidzieć przy zawieraniu umowy. Niestety – w mojej ocenie – wynagrodzenie ryczałtowe niesie ze sobą ryzyko nadmiernego pokrzywdzenia jednej ze stron – wykonawcy robót – w przypadku, gdy

ostateczny koszt wykonania robót budowlanych okaże się zasadniczo odmienny od tego przewidzianego podczas sporządzania ryczałtu. W takiej sytuacji odpowiednie zastosowanie znajduje art. 632 § 2, który stanowi, że jeżeli wskutek zmiany stosunków, której nie można było przewidzieć, wykonanie dzieła groziłoby przyjmującemu zamówienie rażąco strata, sąd może podwyższyć ryczałt lub rozwiązać umowę. Wynagrodzenie ryczałtowe – uregulowane w art. 632 Kodeksu cywilnego, stosowanym w drodze analogii do umowy o roboty budowlane – zostało ukształtowane bowiem jako świadczenie niepodlegające zmianie, co oznacza, że przyjmujący zamówienie w zasadzie nie może domagać się jego podwyższenia. **Ustalenie ryczałtowego**

<sup>3)</sup> Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 8 lutego 1985 r. III CRN 365/84 cyt. „W sytuacji, gdy wynagrodzenie za wykonanie dzieła jest ustalone na podstawie obowiązujących cen lub stawek, to strony są związane stawkami i cenami obowiązującymi w chwili oddania dzieła, a nie wprowadzonymi później. Okoliczność, że od chwili, w której pozwana obowiązana była wobec powoda do spełnienia świadczenia do chwili jego spełnienia nastąpiła zmiana relacji pieniężnych oraz wzrost poziom cen, nie uzasadnia żądania spełnienia świadczenia w większej sumie jednostek pieniężnych niż ta, do której zapłaty dłużnik był zobowiązany. Stanowisko takie znajduje oparcie w regulacji zawartej w art. 358 § 2 Kodeksu cywilnego. Przepis ten dopuszcza wprowadzić wyjątki od zasady nominalizmu, gdy wyjątek taki dopuszcza przepis szczególny, lecz w odniesieniu do umowy o dzieło brak takiego szczególnego unormowania”.

<sup>4)</sup> Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 29 września 1977 r. IV CRN 349/77 cyt. „W sytuacji, gdy autor projektu otrzymał należne pełne wynagrodzenie i nie może już uzyskać dalszego wynagrodzenia, wartość takiego projektu należy ocenić według rzeczywistej jego wartości rynkowej jako dzieła plastycznego czy materiału wydawniczego, kolekcjonerskiego itp. Wartość taka może być ustalona na podstawie opinii biegłego, który będzie kierował się powyższymi kryteriami”.

<sup>5)</sup> Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 20 listopada 2008 r. III CSK 184/08 cyt. „Jeżeli strony w umowie o roboty budowlane zastosowały jeden z systemów wynagrodzenia uregulowanych w przepisach Kodeksu cywilnego dotyczących umowy o dzieło (ryczałtowy lub kosztorysowy), to w drodze analogii należy stosować właściwe przepisy dotyczące tej umowy. Nie sprzeciwia się temu art. 656 § 1 Kodeksu cywilnego. W przepisie tym nie przewidziano odpowiedniego stosowania do umowy o roboty budowlane przepisów o umowie o dzieło normujących wynagrodzenie przyjmującego zamówienie tylko dlatego, że założeniem przy uchwalaniu przepisów Kodeksu cywilnego o umowie o roboty budowlane było regulowanie wynagrodzenia wykonawcy robót budowlanych przez przepisy szczególne (m.in. nieobowiązujące już przepisy art. 648 § 3 i art. 650 Kodeksu cywilnego)”.

<sup>6)</sup> Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 25 marca 2015 r. II CSK 389/14 cyt. „W umowie o roboty budowlane, uregulowanej w art. 647 i następne Kodeksu cywilnego, strony mogą określić wynagrodzenie za wykonane roboty jako wynagrodzenie ryczałtowe, przewidziane w art. 632 § 1 Kodeksu cywilnego, jak też zastrzec możliwość jego modyfikacji, w zależności od zaistnienia konieczności wykonania robót dodatkowych lub zmniejszenia zakresu robót podstawowych. Prawnymi konsekwencjami ukształtowania wynagrodzenia ryczałtowego bez takiej klauzuli jest zarówno niedopuszczalność podwyższenia go, jak też obniżenia, nawet gdyby dochód osiągnięty przez wykonawcę był wyższy od założonego w kalkulacji będącej podstawą określenia wysokości ryczałtu”.





© Piotr Adamowicz - Fotolia.com

**wynagrodzenia za wykonanie robót budowlanych powoduje, że to nie kosztorys powinien być podstawą ich rozliczenia, choćby stanowił podstawę do ustalenia umownego wynagrodzenia.** Ustalenie takiego wynagrodzenia wyklucza jednocześnie możliwość domagania się zapłaty za prace dodatkowe, ale jedynie wtedy, gdy te prace są naturalną konsekwencją procesu budowlanego i w naturalny sposób z niego wynikają. **Wykonawca jednak w takim przypadku może ubiegać się o rekompensatę poniesionych przez siebie kosztów związanych z pracami realizowanymi na rzecz zamawiającego, w oparciu o przepisy o bezpodstawnym wzbogaceniu.** Jednak dotyczy to tylko sytuacji, w której prace te nie były objęte podstawo-

wym przedmiotem świadczenia na jego rzecz, określonym w umowie zawartej przez strony, ale są to roboty inne, nieoparte na odrębnym konsensusie stron, dotyczącym ich wykonania i ewentualnego wpływu ich wartości na wielkość ryczałtu, chociaż też zrealizowane przez wykonawcę i takie, z których zamawiający rzeczywiście skorzystał<sup>7)</sup>. Warto również dodatkowo wskazać ujęcie Prawa zamówień publicznych (tak często stosowanego w przypadku realizacji robót budowlanych), iż **umowa o udzielenie zamówienia publicznego nie jest odrębnym typem umowy nazwanej.** Zawieranie i wykonywanie umów w trybie ustawy z 2004 r. – Prawo zamówień publicznych jest poddane szczególnej regulacji związanej z celem tej ustawy mającej zapewnić uczciwą

konkurencję, równe traktowanie wykonawców, celowe i oszczędne wydatkowanie środków publicznych. Oznacza to konieczność respektowania przepisów tej ustawy, która nie rzutuje jednak na kwalifikację materialnoprawną umów z punktu widzenia prawa cywilnego. Tak więc w odniesieniu do umów o roboty budowlane należy stosować Kodeks cywilny<sup>8)</sup>. W wypadku odmowy dokonania zmiany umowy przez zamawiającego, art. 144 ust. 1 Prawa zamówień publicznych nie może stanowić podstawy żądania zmiany umowy zawartej w sprawie zamówienia publicznego. Zmiana wysokości istotnego elementu umowy, jakim jest wysokość wynagrodzenia, może nastąpić w oparciu o art. 357(1) Kodeksu cywilnego, który z mocy art.

139 ust. 1 Prawa zamówień publicznych ma zastosowanie w zakresie nieuregulowanym przez ustawę o zamówieniach publicznych. W tym jednak celu musi zostać zgłoszone żądanie zmiany treści stosunku łączącego strony, bowiem orzeczenie sądu, w zależności od treści żądania, może odmiennie niż w umowie oznaczyć sposób wykonania zobowiązania, odmiennie oznaczyć wysokość świadczenia lub orzec o rozwiązaniu umowy. Ponieważ art. 632 § 2 Kodeksu cywilnego ma zastosowanie w drodze analogii do umowy o roboty budowlane i może stanowić podstawę do modyfikacji wynagrodzenia wykonawcy, to także w przypadku umów o roboty budowlane zawierane w trybie zamówień publicznych przepis ten ma zastosowanie. ◀

<sup>7)</sup> Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 9 października 2014 r. I CSK 568/13 cyt. „Wynagrodzenie ryczałtowe – uregulowane w art. 632 Kodeksu cywilnego, stosowanym w drodze analogii do umowy o roboty budowlane zostało ukształtowane jako świadczenie niepodlegające zmianie, co oznacza, że przyjmujący zamówienie (wykonawca) w zasadzie nie może domagać się jego podwyższenia. Konstrukcja wynagrodzenia ryczałtowego nie wyklucza zatem żądania przez przyjmującego zamówienie wynagrodzenia za prace nieobjęte umową. Zdarza się też niekiedy, że dochodzi do wykonania stanowiących korzyść majątkową dla zamawiającego prac dodatkowych, bez dokonania przez strony stosownej zmiany umowy. W takich wypadkach przyjmuje się, że dopuszczalne jest żądanie przez przyjmującego zamówienie zapłaty za wykonane roboty na podstawie przepisów o bezpodstawnym wzbogaceniu”.

<sup>8)</sup> Wyrok Sądu Apelacyjnego w Białymstoku z dnia 20 stycznia 2017 r. I ACa 695/16 cyt. „Przepisy prawa o zamówieniach publicznych nie uchybiają przepisom o bezpodstawnym wzbogaceniu, a roszczenie o zwrot wartości materiałów budowlanych wbudowanych w budynek zamawiającego w wykonaniu umowy nieważnej z uwagi na naruszenie przepisów prawa o zamówieniach publicznych jest roszczeniem o zwrot wartości nienależnego znajdującego swe podstawy w przepisach art. 410 § 1 Kodeksu cywilnego w zw. z art. 405 Kodeksu cywilnego”.

# INIEKCJA KRYSTALICZNA®

## – przeciwwilgociowa izolacja pionowa i pozioma

Iniekcja Krystaliczna® jest technologią iniekcyjną przeznaczoną do wytwarzania poziomej i pionowej izolacji przeciwwilgociowej w murach zawilgoconych na skutek kapilarnego podciągania wody z gruntu. Przy czym izolację można wykonać od wewnątrz budynku bez potrzeby odkopywania murów zewnętrznych.

**Autorski Park Technologiczny**

**mgr inż. Maciej NAWROT**

ul. Warszawska 26/28

05-082 Blizne Łaszczyńskiego

tel. 601 32 82 33, 601 33 57 56

info@i-k.pl

www.i-k.pl

INIEKCJA KRYSTALICZNA®

Wtórna hydroizolacja pionowa ściany piwnicznej wykonana w technologii Iniekcji Krystalicznej® stanowi rozwiązanie kurtynowe, zrealizowane w postaci siatki otworów iniekcyjnych wypełnionych zaprawą iniekcyjną w sposób analogiczny jak dla izolacji przeciwwilgociowej poziomej. Znajduje zastosowanie w zawilgoconych ścianach piwnicznych, gdzie nie jest możliwe ich odkopanie i wykonanie powłokowej izolacji przeciwwilgociowej od zewnątrz. Jest to uzasadnione przede wszystkim w odniesieniu do ścian piwnicznych znajdujących się

pod obrysem budynku lub w przypadku budynków usytuowanych w ciasnej zabudowie miejskiej. Wtedy uwarunkowania techniczne i ekonomiczne sprawiają, że izolacja pionowa może być zrealizowana wyłącznie od wewnątrz.

Trzeba przy tym zaznaczyć, że izolacja pionowa wykonana w technologii Iniekcji Krystalicznej® spełnia wymagania stawiane izolacji przeciwwilgociowej. Nie spełnia natomiast warunków specyfikacji przeciwwodnej, dla której trzeba stosować dodatkowo rozwiązania wannowe z użyciem cienkowarstwowych zapraw uszczelniających.

Specyfikacja otworów iniekcyjnych oraz ich geometria dla przepony pionowej określone są w następujący sposób:

- średnica otworów wynosi 20 mm
- wiercić należy w rzędach pod kątem 20° do 30° w rozstawie osiowym co 15 cm
- odległości pomiędzy kolejnymi rzędami, przesuniętymi względem siebie o 7,5 cm wynoszą 15 cm
- długość rzutu poziomego otworów iniekcyjnych jest o 5 cm mniejsza niż grubość muru.

Większy, niż w przypadku izolacji poziomej, kąt pochylenia

otworów iniekcyjnych pozwala na wytworzenie szczelnej kurtyny przeciwwilgociowej chroniącej mur w płaszczyźnie pionowej.

Wtórna przeciwwilgociowa izolacja pionowa nie funkcjonuje samodzielnie, lecz w połączeniu z poziomą izolacją przeciwwilgociową, gdzie specyfikacja otworów iniekcyjnych oraz ich geometria określona jest w następujący sposób:

- średnica otworów wynosi 20 mm
- wiercić należy w jednym rzędzie pod kątem 10° do 30° w rozstawie osiowym co 12,5 cm
- długość rzutu poziomego otworów iniekcyjnych jest o 5 cm mniejsza niż grubość muru.

Połączenie izolacji pionowej z poziomą jest realizowane w ten sposób, że poczynając od dołu wykonany jest rząd otworów iniekcyjnych dla izolacji poziomej, następnie wykonywana jest siatka otworów iniekcyjnych dla izolacji pionowej, która jest kontynuowana do poziomu gruntu. Na tym poziomie jest zakańczana rzędem otworów iniekcyjnych dla izolacji poziomej. Schemat przykładowego

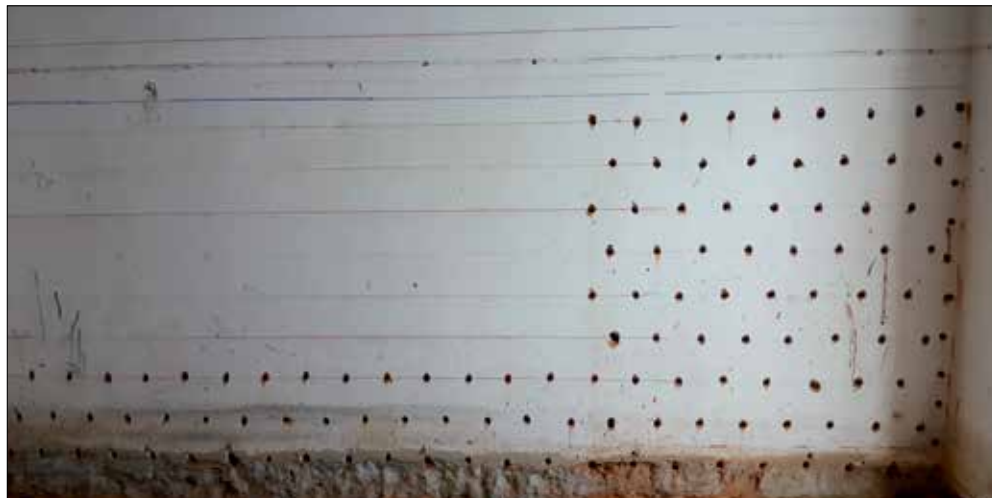


Fot. 1. Przykładowa realizacja geometrii otworów iniekcyjnych dla izolacji pionowej przeciwwilgociowej

rozwiązania zaproponowano na rys. 1. Można zatem stwierdzić, że pionowa izolacja przeciwwilgociowa jest ograniczana od dołu i od góry poziomą izolacją przeciwwilgociową.

Wymieniony wyżej sposób powiązania izolacji pionowej z poziomą uwzględnia kierunki obciążenia wilgocią ściany piwnicznej, przez co zapewnia właściwą ochronę muru.

Fot. 1 i 2 przedstawia przykładową realizację geometrii otworów iniekcyjnych dla izolacji pionowej przeciwwilgociowej w technologii Iniekcji Krystalicznej®. Znamienne jest to, że we wskazanym przypadku, izolacja pionowa ścian została wykonana w sposób kombinowany. Tam, gdzie można było, ściany piwniczne odkopano i wykonano izolację pionową jako powłokową, natomiast w przegrodach zewnętrznych piwnicy znajdujących się pod obrysem budynku zastosowano pionową izolację przeciwwilgociową w technologii Iniekcji Krystalicznej®. Wydaje się, że stosowanie tego typu rozwiązań jest uzasadnione technicznie i zapewnia oczekiwany efekt w postaci suchych



Fot. 2. Przykładowa realizacja geometrii otworów iniekcyjnych dla izolacji pionowej przeciwwilgociowej

ścian. Dzięki temu jest coraz częściej stosowane w istniejących budynkach.

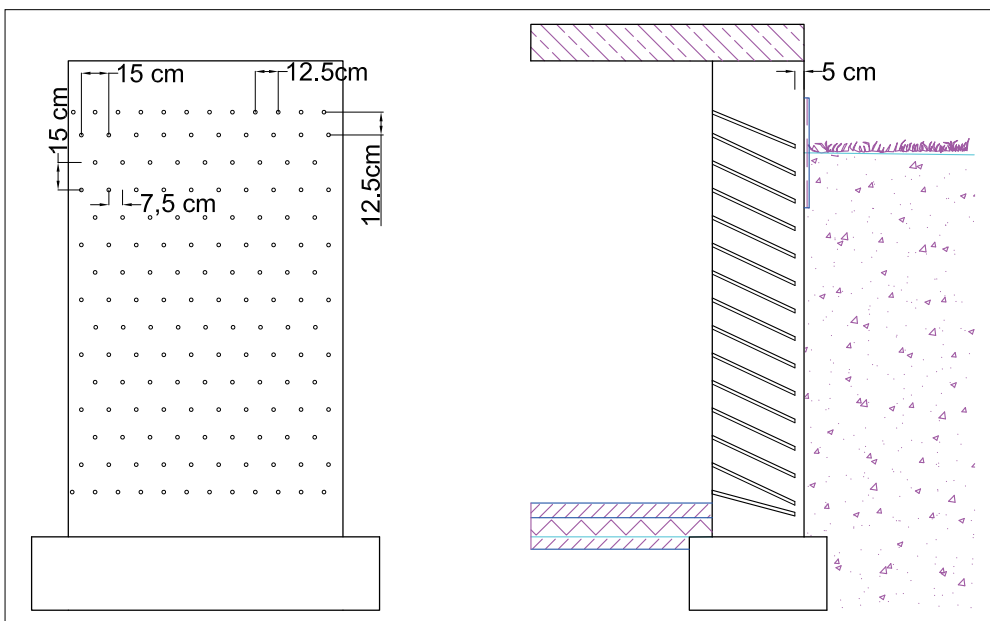
Z obserwacji licencjohioborców Iniekcji Krystalicznej® wynika, że zdecydowanie najlepsze efekty w postaci szczelnej przepony i osuszenia zaizolowanych ścian można zaobserwować w odniesieniu do tych przegród budowlanych, gdzie przed rozpoczęciem prac zmierzono bardzo wysokie zawilgocenie, sięgające 13%–15% wilgotności masowej. Jest to związane z tym, że szczelność blokady uzależniona jest w dużym stopniu od dostatecznej ilości

wody w strefie iniekcji, która jest potrzebna do budowy wiązań krystalicznych. Jest to związane z cechą wyróżniającą technologię Iniekcji Krystalicznej®, która daje tym lepsze efekty osuszania, im bardziej zawilgocone są mury. Tylko bowiem w mokrych murach występują korzystne warunki do dyfuzji składników jonowych mieszaniny iniekcyjnej tworzących izolację. Technologia nie wymaga więc wstępnego osuszania muru w strefie planowanej iniekcji. Utworzona blokada przeciwwilgociowa jest absolutnie ekologiczna, ma wielopokoleniową

trwałość w czasie i nie powoduje osłabienia muru w strefie iniekcji w czasie wieloletniego funkcjonowania.

Wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowych należy zastosować działania osłonowe w postaci neutralizacji szkodliwych soli budowlanych oraz położenia na izolowane ściany tynków renowacyjnych wymalowanych farbą paroprzepuszczalną. Należy także zapewnić właściwą wentylację remontowanych pomieszczeń, tak by proces wysychania zaizolowanych przegród budowlanych odbywał się w optymalnych, z uwagi na komfort ciepłno-wilgotnościowy, warunkach.

Obecnie technologia Iniekcji Krystalicznej® jest wdrażana i rozwijana przez spadkobierców dr. inż. Wojciecha NAWROTA oraz współautorów rozwiązań patentowych mgr. inż. Macieja NAWROTA i Jarosława NAWROTA w ramach Autorskiego Parku Technologicznego. Wyłącznie mgr. inż. Maciej NAWROT i Jarosław NAWROT posiadają uprawnienia do udzielania praw licencyjnych i używania chronionego znaku towarowego Iniekcja Krystaliczna® oraz dystrybucji materiałów iniekcyjnych związanych z technologią Iniekcji Krystalicznej®. ◀



Rys. 1. Wtórna izolacja przeciwwilgociowa – rozwiązanie połączenia izolacji pionowej z poziomą



# Najwyższe standardy i innowacyjność w branży elektroenergetycznej

Elektromontaż Rzeszów S.A. działający na rynku od 50 lat jest jedną z największych firm branży elektroenergetycznej w Polsce. Firma zajmuje się zarówno produkcją urządzeń elektrycznych, jak i świadczeniem profesjonalnych usług w ramach realizacji kontraktów na budowach w kraju i za granicą.

**Elektromontaż Rzeszów S.A.**  
Zakład Produkcji Urządzeń  
ul. Przemysłowa 8, 35-105 Rzeszów  
tel. 17 864 18 00, faks 17 862 16 47  
produkcja@elektromontaz.com.pl  
www.bezpieczneslupy.eu, www.elmont.eu



**Elektromontaż**  
Rzeszów SA

**50 lat**  
1968-2018

## Rozwój i doświadczenie na przestrzeni dekad

Elektromontaż Rzeszów S.A. działając od 50 lat na rynku stał się jedną z największych i najbardziej cenionych marek w branży elektroenergetycznej w Polsce. Od momentu powstania nieustannie rozwija się stawiając na nowoczesność i oferowanie usług oraz wyrobów najwyższej jakości.

W 1968 roku powstało Rzeszowskie Przedsiębiorstwo Instalacji Budownictwa, po trzech latach działalności przekształcono je w Rzeszowskie Przedsiębiorstwo Robót Elektrycznych obejmujące obszarem działania cały południowo-wschodni region Polski, które koncentrowało się na wykonywaniu instalacji elektrycznych dla budownictwa i produkcji urządzeń elektrycznych.

W latach 70. i 80. przedsiębiorstwo wykonywało prace elektroinstalacyjne i było dostawcą urządzeń elektrycznych na zagraniczne budowle m.in. w Austrii, Bułgarii, Czechosłowacji, Libii, Iraku, Niemczech oraz ZSRR.

W 1982 r. RPRES uzyskało status Elektromontażu, a w sierpniu 1991 r. zostało przekształcone w spółkę akcyjną

Elektromontaż Rzeszów S.A. o kapitale prywatnym, funkcjonującym na zasadach akcjonariatu pracowniczego.

## Kompleksowość świadczonych usług

Obecnie firma realizuje projekty dla wszelkiego typu obiektów w przemyśle: energetycznym, telekomunikacyjnym, lotniczym, motoryzacyjnym, rafineryjnym i petrochemicznym, ochrony środowiska, farmaceutycznym oraz papierniczym. Prowadzi wykonawstwo instalacji elektroenergetycznych, teletechnicznych i automatyki BMS w obiektach biurowych, użyteczności publicznej i administracji, hotelowych i mieszkalnych.

Można wyszczególnić cztery główne obszary świadczenia usług:

- instalacje elektroenergetyczne – obejmuje dostawę i montaż: linii kablowych i napowietrznych do 30 kV, stacji transformatorowych wewnętrznych i napowietrznych, rozdzielnic SN i nN, zewnętrznych i wewnętrznych instalacji zasilających, instalacji oświetlenia ogólnego, awaryjnego oraz



ewakuacyjnego, instalacji uziemiających i odgromowych, prowadzenie testów i pomiarów, a także opracowanie dokumentacji projektowej wykonawczej i powykonawczej

- instalacje teletechniczne – obejmuje dostawę i montaż: okablowania strukturalnego, systemów alarmu pożarowego oraz sterowania oddymianiem, dźwiękowych systemów ostrzegawczych, systemów antywłamaniowych, systemów CCTV, systemów kontroli dostępu, opracowanie dokumentacji projektowej wykonawczej i powykonawczej
- automatyka i BMS – oferta w zakresie realizacji systemów automatyki, SCADA/BMS obejmuje: projektowanie systemów sterowania przy wykorzystaniu sterowników swobodnie programowalnych PLC, wykonawstwo oprogramowania sterowników swobodnie programowalnych PLC oraz paneli HMI, wykonawstwo oprogramowania w zakresie nadzoru budynku i wizualizacji przy wykorzystaniu dedykowanych systemów SCADA/BMS, dobór środków automatyzacji do planowanego zadania i kompletację dostaw, montaż urządzeń oraz uruchomienie i wdrożenie systemów na obiektach
- serwis – oferta w tym zakresie obejmuje: próby, badania i pomiary pomontażowe, okresowe próby i pomiary eksploatacyjne, pomiary i lokalizację uszkodzeń kabli SN i nN, testy i prace rozruchowe, modernizację instalacji elektrycznych i słaboprądowych, serwis i konserwację instalacji elektrycznych w istniejących obiektach, a także serwis oprogramowania.

## Produkcja – jakość bez kompromisów

Najwyższa jakość to pierwsza zasada, która towarzyszy pracownikom firmy Elektromontaż Rzeszów. W Zakładzie Produkcji Urządzeń w Rzeszowie powstają nowoczesne rozdzielnice elektryczne oraz słupy oświetleniowe. Na terenie 4 hal i przy współudziale 150 pracowników powstają produkty zgodnie z rygorystycznymi normami, które mogą być stosowane nawet na największych inwestycjach w kraju.

Powstają tu rozdzielnice elektryczne o prądach znamionowych o natężeniu do 6300 A. W nowych, dużych inwestycjach stosuje się skomplikowane systemy do zarządzania obiektami, które projektanci „zamykają” w szafach sterowniczych. Takie rozdzielnice mogą w sobie zawierać dziesiątki kilometrów przewodów, z których każdy z nich musi być dokładnie opisany oraz bezbłędnie połączony. Wspecjalizowani pracownicy ze swoim doświadczeniem potrafią połączyć wszystko w taki sposób, by instalacja pracowała bezawaryjnie przez wiele lat.

Nietypowe rozwiązania oraz potrzeba pilnego zaprojektowania układu rozdziału energii nie jest obca inżynierom przygotowania produkcji elektrycznej firmy. Potencjał pracowników pozwala wydajnie realizować największe inwestycje w kraju oraz zapewnia dogodny termin realizacji, natomiast kontrola jakości czuwa nad dostarczeniem wyrobu bez wad montażowych.

Firma wykonuje rozdzielnice, stosując podzespoły renomowanych producentów Schneider, Legrand, Eaton, ABB, Hager takie jak: rozdzielnice do 6300 A, sterownice BMS, mieszkaniowe, tablice licznikowe, złącza kablowe, ZELP-y,

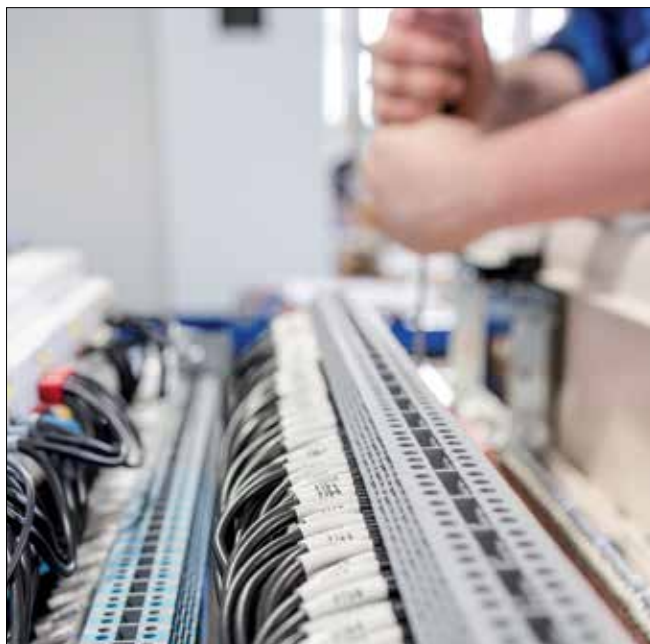


Elektromontaż Rzeszów S.A. bierze także udział w modernizacji polskich dróg, autostrad, mostów i lotnisk, dostarczając oprócz wykonawstwa elektroenergetycznego, montażu rozdzielnic również wysokiej jakości systemy oświetleniowe. Już na początku lat 90. jako pierwsza w kraju firma uruchomiła produkcję stalowych i aluminiowych słupów i masztów oświetleniowych.

Są one wytwarzane na innowacyjnej linii produkcyjnej stalowych słupów oświetleniowych, w której do rozkroju i spawania wykorzystano technologie laserową. Dopełnieniem tego procesu produkcyjnego jest nowoczesna malarnia proszkowa dla słupów oświetleniowych, w której zastosowano

system DUPLEX zapewniający podwójne zabezpieczenia antykorozyjne ocynkowanych słupów oświetleniowych.

Firma posiada również w swojej ofercie, tzw. „bezpieczne słupy”. Są to słupy spełniające wymagania bezpieczeństwa biernego dla konstrukcji wykorzystywanych w infrastrukturze drogowej, które zapewniają odpowiednią wytrzymałość statyczną z jednoczesnym pochłanianiem energii uderzenia. Elektromontaż Rzeszów S.A. jako pierwszy w kraju producent słupów oświetleniowych przeprowadził certyfikację słupów oświetleniowych na zgodność z normą PN-EN 12767 „Bierne bezpieczeństwo konstrukcji wsporczych dla urządzeń drogowych”. ◀





# System izolacji HW na zawilgocone mury

Firma HW IZOLAN istnieje na polskim rynku od 1997 roku i zajmuje się wykonywaniem izolacji poziomych w systemie HW. Firma ma licencję wydaną przez HABÖCK & WEINZIERL GesmbH i jako jedna z pierwszych w Polsce zaczęła realizować prace z zastosowaniem tej technologii. Dzięki wcześniejszej praktyce przy wykonywaniu izolacji przeciwwilgociowych za granicą pracownicy HW IZOLAN mają duże doświadczenie.

## HW IZOLAN

Dobra 97, 34-642 Dobra  
tel. 604 591 865, 532 362 898  
hwizolan@poczta.onet.pl  
www.hwizolan.pl



Większość porowatych materiałów budowlanych składa się z sieci drobniutkich kapilarnych rureczek. Gdy taki materiał wejdzie w styczność z wodą, to chłonie ją niczym gąbka. Cegły zwykłe, wapienno-piaskowe i zaprawy są szczególnie chłonne wskutek ich dużej porowatości. Prawie w każdej miejscowości możemy zauważyć budynki, na których widać postępującą wilgoć. Są to różnego rodzaju obiekty: domy, kamienice, magazyny, budowle zabytkowe, kościoły itp.

W istniejących budynkach najczęstszą przyczyną wilgoci może być:

- brak izolacji
- izolacja o krótkiej żywotności
- izolacja wykonana niewłaściwie
- zniszczona izolacja.

Skutkiem występowania wilgoci jest nieestetyczny wygląd (odpadające tynki), wytrącanie soli z muru, kruszenie materiału budowlanego spowodowane przemarzaniem oraz duża strata ciepła. Mieszkanie w takich budynkach jest niezdrowe, a nawet może być przyczyną różnych schorzeń. Wilgoć powoduje tworzenie się pleśni, uszkodzenia mebli, podłóg, daje sposobność rozmnażania się szkodników.

## Stosowanie systemu HW

Technologię ochrony obiektu przed wilgocią opracowali w 1975 roku w Austrii dwaj inżynierowie Bruno Weinzierl i Herwig Haböck. System HW polega na wbijaniu w poziome spoiny muru płyt falistych z nierdzewnej stali szlachetnej



za pomocą specjalnej maszyny. Płyty są ostrzone, co daje możliwość łatwiejszego wprowadzenia w twarde spoiny. Płyty wprowadzane są do muru na głębokość do 1 m z jednej strony, przy grubszych murach należy wprowadzać z dwóch stron w jedną spoinę.

operacyjnym, bez potrzeby rozbierania muru.

System HW można wykonywać na każdej wysokości, zarówno w murach na parterze czy też piwnicznych, od zewnątrz jak również wewnątrz budynku.

Nowa bariera izolująca powinna być zlokalizowana w miejscu starej izolacji lub, po przeprowadzeniu odpowiedniej analizy, tam gdzie powinna występować, by chronić mur przed zawilgoceniem. Izolacje przeciwwilgociowe wykonywane w systemie HW można stosować w każdym murze ceglanym, jak również kamiennym lub mieszanym, w którym występuje ciągła, pozioma spoina. ◀

Płyty te wciskane są na całą grubość muru. Zachodzą na siebie 1–2 fale dzięki temu zachowują ciągłość izolacji, co skutecznie zapobiega kapilarnemu podciąganiu wilgoci. Bezpośrednie wciskanie płyt w spoinę bez wcześniejszego podcinania czy kucia, eliminuje osiadanie lub pęknięcia muru. Zaletą systemu HW jest oddzielenie i uszczelnienie następujące w jednym ciągu





# PROORGANIKA

## JACOB

### SYSTEM RUROWY JACOB NR 1 W EUROPIE

SZCZELNOŚĆ - TRWAŁOŚĆ - NIEZAWODNOŚĆ

- Pełny, kompletny system rurowy z tysiącami sprawdzonych elementów
- Rury, łuki, redukcje, przepustnice, zasuwy, itp.
- Zakres średnic od DN 60 DN DN 1600
- Grubość ścianki 1, 2 lub 3 mm
- Pełna biblioteka rysunków 2D (.dwg, .dxf), 3D (.igs, .stp)
- Zastosowanie instalacje odpylania, odkurzania, odciągów oparów, itp.



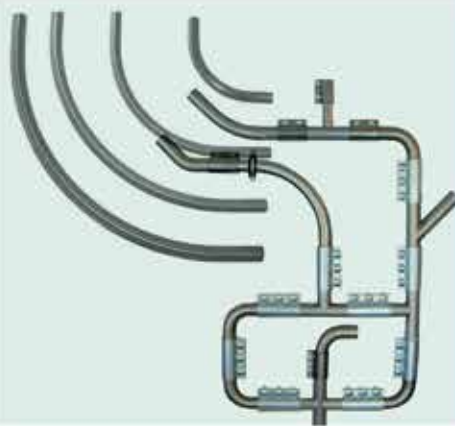
### ZŁĄCZKI EURAC

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

- Złączki do łączenia rurociągów instalacji transportu pneumatycznego, odpylania i centralnego odkurzania
- Wykonanie stal węglowa ocynkowana lub stal nierdzewna
- Zakres średnic od D=38,1 do D=219,1 (w zależności od typu złączki)
- Długość 100, 150, 200, 250, 300 mm (w zależności od typu złączki)

### ŁUKI O DUŻYM PROMIENIU

- Łuki o dużym promieniu R=500, R=800, R=1000 mm
- Zakres średnic od D=38,0 do D=206,0 mm
- Grubość ścianki 1,5 - 4 mm (w zależności od średnicy)
- Wykonanie: stal nierdzewna, aluminium (w zależności od średnicy)
- Zastosowanie: instalacje transportu pneumatycznego, odpylania, poczty pneumatycznej



PRO-ORGANIKA Sp. z o.o.

ul. Łopuszańska 95, 02-457 Warszawa

tel.: +48 22 12 34 435

[proorganika@proorganika.com.pl](mailto:proorganika@proorganika.com.pl)

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

# LEKKI

BauderPIR FA przekonuje swoim niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła  $\lambda$  0,022 i niewielką grubością.

# JAK PIÓRKO

BauderPIR FA jest bardzo lekki i dzięki wysokiej jakości wykonania łatwy w montażu.



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

**BAUDER**  
tworzymy bezpieczne dachy

# Strop VECTOR

## – dźwiękoizolacyjność i szybki montaż

Zespolony strop gęstożebrowy VECTOR to innowacyjne rozwiązanie, które łączy zalety belkowo-pustakowych systemów stropowych (np. Teriva, FERT, Porotherm) i stropów zespolonych typu Filigran, eliminując przy tym część ich wad. Cechuje go relatywnie niski koszt wykonania, krótki czas montażu oraz stosunkowo wysokie parametry nośności i dźwiękoizolacyjności.

**KONBET POZNAŃ Sp. z o.o., Sp.k.**  
ul. Św. Wincentego 11, 61-003 Poznań  
tel. 61 877 25 81  
faks 61 855 24 91  
poznan@konbet.pl  
www.konbet.pl



Zespolony strop gęstożebrowy VECTOR to panel o wysokości 4 cm i szerokości 60 cm, mający odpowiednie zbrojenie w postaci zatopionej centralnie (osiowo na całej długości panelu) kratownicy stalowej KK oraz siatki stalowej odpowiadającej powierzchni płyty, również w niej zatopionej. Dodatkowo na swej górnej powierzchni panel ma zaprojektowaną tzw. warstwę szepną, wzmacniającą połączenie pomiędzy warstwami. Zbrojenie górne stanowią pręty stalowe składające się z żeber rozdzielczego, które analogicznie jak w stropach gęstożebrowych

belkowo-pustakowych, ma zapewnić usztywnienie konstrukcji oraz prawidłową współpracę pomiędzy żebrami nośnymi.

Strop VECTOR oferowany jest w dwóch wariantach:

- jako płyta prefabrykowana, stanowiąca szalunek tracony, na powierzchni której układany jest beton w miejscu budowy
- z prostopadłościennymi elementami styropianowymi, których zadaniem jest zmniejszenie masy własnej systemu stropowego i dzięki temu zwiększenie jego nośności.

Strop tego typu nie wymaga indywidualnego projektowania do każdego pomieszczenia, w którym ma być zastosowany. Niska masa własna paneli VECTOR pozwala na przewiezienie jednym transportem samochodowym do 200 m<sup>2</sup> stropu. Nie wymaga również zastosowania ciężkiego sprzętu przy montażu – wystarczy samochód z dźwigiem HDS. Ilość elementów zastosowanych przy budowie tego typu stropu została istotnie ograniczona (m.in. brak pustaków stropowych występujących w stropach gęstożebrowych oraz dodatkowe zbrojenie górne tak jak w przypadku stropów typu Filigran), co znacznie skraca czas montażu.

### Najważniejsze zalety stropu VECTOR

- Wysoka dźwiękoizalacyjność.
- Szybki montaż za pomocą lekkiego dźwigu HDS, z auta, które dostarczyło strop na budowę.
- Niższe koszty wykonania – brak pracochłonnego i czasochłonnego układania belek i pustaków stropowych, co odbywa się w przypadku stropów gęstożebrowych oraz eliminacja kosztów

wynajmu dźwigów i dodatkowego transportu, które mają miejsce w przypadku stropów typu Filigran.

- Standaryzacja i uniwersalność – eliminacja konieczności wykonywania licznych obliczeń konstrukcyjnych i czasu oczekiwania na projekt, a następnie na sam produkt.
- Estetyczna, równa i gładka powierzchnia dolna stropu.
- Eliminacja efektu klawiszowania.
- Możliwość podwieszania ciężkich elementów w dowolnym miejscu sufitu.
- Możliwość ukrycia w stropie instalacji elektrycznej, grzewczej, kanałów wentylacji mechanicznej itp.
- Monolityczność – pełne zespolenie zarówno w strefach przypodporowych, jak i na całej powierzchni stropu.
- Modułowość – szerokość paneli 60 cm umożliwia szybką adaptację i zastąpienie starszych rozwiązań stropowych.
- Swobodne wykonywanie wycięć i otworów.
- Efektywność i brak zwrotów nadmiarowych pustaków stropowych oraz palet pozostałych na budowie, jeżeli stosowany tam był strop gęstożebrowy. ◀





# Wymagania z zakresu rozwiązań konstrukcyjnych stropów budynków mieszkalnych ze względu na bezpieczeństwo pożarowe

dr inż. **Paweł Sulik**

Zakład Badań Ogniwowych  
Instytut Techniki Budowlanej  
Zdjęcia: archiwum ITB

Stropom stawiane są wysokie wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, szczególnie gdy są elementami dróg ewakuacyjnych.

## Wymagania ze względu na bezpieczeństwo pożarowe

Podstawowym dokumentem określającym wymagania z zakresu bezpieczeństwa pożarowego dla stropów budynków mieszkalnych jest rozporządzenie [N1], w którym w dziale VI określono ogólne wymagania z zakresu bezpieczeństwa pożarowego dla budynków.

Kluczowe informacje zamieszczono już w **pierwszym paragrafie tego działu (§ 207 [N1])**, w którym wymaga się, aby budynek, a więc i stropy, był zaprojektowany i wykonany w sposób ograniczający możliwość powstania pożaru, a w razie jego wystąpienia zapewniający: nośność konstrukcji przez czas wynikający z rozporządzenia, ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dymu w budynku (...), możliwość ewakuacji ludzi, a także żeby uwzględniono bezpieczeństwo ekip ratowniczych.

Biorąc pod uwagę, że stropy, w szczególności na drogach komunikacyjnych, są elementem dróg ewakuacyjnych, wymagania im stawiane w zakresie bezpieczeństwa pożarowego są wysokie. Podobnie jak

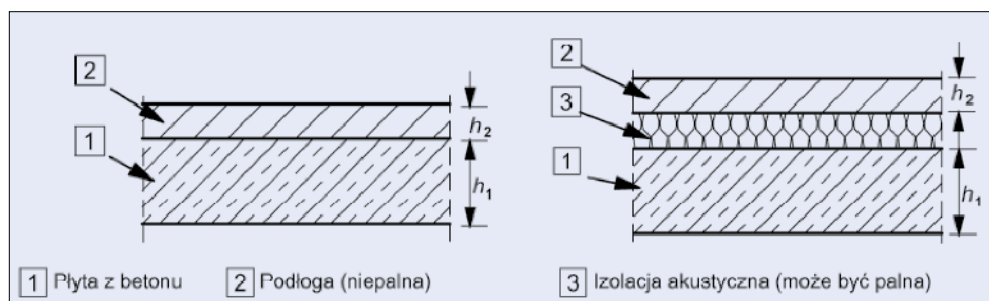
inne wymagania ogniowe zależą one od klasyfikacji budynku. W świetle § 209 [N1] budynki mieszkalne należą do kategorii zagrożenia ludzi ZL IV i możemy je podzielić na: niskie (N) – o wysokości do 4 kondygnacji nadziemnych włącznie; średniowysokie (SW) – o wysokości od 4 do 9 kondygnacji nadziemnych włącznie; wysokie (W) – o wysokości od 9 do 18 kondygnacji nadziemnych włącznie; wysokościowe (WW) – powyżej 55 m nad poziomem terenu.

W zależności od grupy wysokości budynki mieszkalne zgodnie z § 212 [N1] muszą spełniać wymagania odpowiedniej klasy odporności pożarowej: (N) – klasa D, (SW) – klasa C, (W) – klasa B, (WW) – klasa B, przy czym wyłączone są z tego (§ 213 [N1]) jednorodzinne

budynki mieszkalne, do trzech kondygnacji nadziemnych włącznie, dla których nie są stawiane wymagania w zakresie klasy odporności pożarowej.

Klasie odporności pożarowej budynku przypisana jest **klasa odporności ogniowej elementów budynków**, co w przypadku stropów oznacza spełnienie następujących wymagań: klasa D – REI 30, klasa C – REI 60, klasa B – REI 60, gdzie: R – oznacza nośność ogniową, E – szczelność ogniową, I – izolacyjność ogniową. Należy zastrzec, że **w przypadku kiedy stropy budynków mieszkalnych pełnią jednocześnie funkcję głównej konstrukcji nośnej, należy spełnić wymagania dodatkowe:** klasa D – R 30, klasa C – R 60, klasa B – R 120. W przypadku klasy

C i D wydaje się, że wymagania są tożsame i spełnienie kryterium np. REI 30 oznacza jednocześnie spełnienie kryterium R 30. Nie jest to prawdą, ponieważ kryterium REI oznacza oddziaływanie pożaru standardowego z jednej strony, w przypadku stropów od dołu, przy odpowiednim wyteżeniu stropu (poziomie obciążenia), natomiast kryterium R oznacza oddziaływanie standardowego pożaru z dwóch stron jednocześnie przy założonym obciążeniu stropu, w przypadku stropów – od góry i dołu, co jest wymaganiem znacznie ostrzejszym i trudniejszym do uzyskania. **W opinii autora artykułu nakładanie na stropy kryterium R przy jednoczesnym spełnieniu kryterium REI z merytorycznego**



Fot. 1. Układy warstw płyt żelbetonowych rozpatrywanych w metodzie tabelarycznej

**punktu widzenia nie ma racjonalnego uzasadnienia.**

Kolejne uszczegółowienie przepisów (§ 217 [N1]) dotyczy stropów w budynkach zawierających dwa mieszkania, którym stawia się wymagania REI 30.

**Bardzo istotne ograniczenie stawiane stropom związane jest z przypadkiem, kiedy pełnią one dodatkowo funkcję oddzielenia przeciwpożarowego.** Paragraf 232 [N1] nakazuje, by takie stropy były wykonane z materiałów niepalnych, co zgodnie z załącznikiem nr 3 pkt 1 [N1] oznacza możliwość stosowania jedynie materiałów klasy reakcji na ogień: A1; A2-s1, d0; A2-s2, d0; A2-s3, d0.

Analiza przedstawionych przepisów wskazuje na konieczność spełnienia przez stropy budynków mieszkalnych w zakresie bezpieczeństwa pożarowego wymagań przede wszystkim z zakresu odporności ogniowej, a jedynie w przypadku stropów stanowiących oddzielenie przeciwpożarowe stawiane jest dodatkowe wymaganie dotyczące wykonania stropów z materiałów niepalnych. Teoretycznie oznaczałoby to, że istnieje możliwość wykonywania poza oddzieleniami przeciwpożarowymi stropów z materiałów palnych, które mają wymaganą odporność ogniową, np. drewnianych. W rzeczywistości stosowanie drewna do konstruowania stropów w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych natrafia na bardzo trudną do przekroczenia barierę wynikającą po części z doświadczeń historycznych (wojna, zniszczenia i wypalenia stropów palnych), konstrukcyjnych, trwałościowych oraz formalnych. Paragraf 216 pkt 2 [N1] stanowi m.in., że stropy w budynkach powinny być nierozprzestrzeniające ognia, a w określonych

**Tabela 1.** Płyty monolityczne swobodnie podparte

Standardowa odporność ogniowa	Minimalne wymiary [mm]			
	Grubość płyty $h_s$ [mm]	Odległość osiowa $a$		
		jednokierunkowe	dwukierunkowe	
			$L_y/L_x \leq 1,5$	$1,5 \leq L_y/L_x \leq 2$
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

$L_x$  i  $L_y$  są przesłami dwukierunkowo zbrojonej płyty (kąt prosty między kierunkami zbrojenia), przy czym  $L_y$  jest dłuższym przesłem.

Dla płyt sprężonych należy powiększyć odległość osiową zgodnie z pkt 5.2 (5) [N2].

Odległość osiowa  $a$  w kolumnie 4 i 5 od lewej strony dla płyt dwukierunkowo zbrojonych odnosi się do płyt podpartych na wszystkich czterech krawędziach. W przeciwnym razie należy je traktować jako płyty rozpięte w jednym kierunku.

\* Zwykle decydująca jest otulina wymagana przez [N3].

warunkach dopuszcza się stosowanie rozwiązań słabo rozprzestrzeniających ogień, np. w przypadku budynków mieszkalnych o jednej kondygnacji nadziemnej. W tym momencie natrafiamy na podstawowy problem interpretacyjny. Rozprzestrzenianie ognia dotyczy elementów budynku i bada się je przede wszystkim dla dachów i ścian zewnętrznych. W pozostałych przypadkach, dla których brak jest odpowiedniej normy badawczej, zgodnie z załącznikiem nr 3 pkt 2 [N1] cechą rozprzestrzeniania ognia dla elementów przypisuje się na podstawie klasy reakcji na ogień elementów składowych. I tak za nierozprzestrzeniające ognia elementy budynku uważa się elementy wykonane z wyrobów klasy reakcji na

ogień: A1; A2-s1, d0; A2-s2, d0; A2-s3, d0; B-s1, d0; B-s2, d0 oraz B-s3, d0 lub stanowiące wyrób o klasie reakcji na ogień: A1; A2-s1, d0; A2-s2, d0; A2-s3, d0; B-s1, d0; B-s2, d0 oraz B-s3, d0, przy czym warstwa izolacyjna elementów warstwowych powinna mieć klasę reakcji na ogień co najmniej E. Za elementy słabo rozprzestrzeniające ogień uważa się elementy: wykonane z wyrobów klasy reakcji na ogień: C-s1, d0; C-s2, d0; C-s3, d0 oraz D-s1, d0, lub stanowiące wyrób o klasie reakcji na ogień: C-s1, d0; C-s2, d0; C-s3, d0 oraz D-s1, d0, przy czym warstwa izolacyjna elementów warstwowych powinna mieć klasę reakcji na ogień co najmniej E.

Biorąc pod uwagę, że niezabezpieczone drewno zazwyczaj

posiada klasę reakcji na ogień D, oznacza to formalny zakaz stosowania drewna do konstruowania stropów budynków mieszkalnych, z wyłączeniem budynków jednorodzinnych, o których wspomniano wyżej, którym nie są stawiane wymagania pożarowe. Nie jest jednocześnie uwzględniany fakt, że sam strop jako element oddzielający, składający się z wielu warstw, w tym konstrukcyjnej z drewna, może być nierozprzestrzeniający ognia przy weryfikacji badawczej według dostępnych metod. Takie podejście oznacza, że z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych stosuje się stropy niepalne, przede wszystkim żelbetowe (monolityczne, prefabrykowane, mieszane, np. typu

**Tabela 2.** Płyty płaskie (układy płytowo-słupowe)

Standardowa odporność ogniowa	Minimalne wymiary [mm]	
	Grubość płyty $h_s$	Odległość osiowa $a$
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

\* Zwykle decydująca jest otulina wymagana przez [N3].

**filigran, sprężone) oraz stropy gęstożebrowe [2].** Teoretycznie istnieje możliwość stosowania również stropów stalowych (stal ma klasę reakcji na ogień A1) [3], jednakże ze względu na niewystarczającą odporność ogniową konstrukcji stalowych i konieczność ich dodatkowego zabezpieczania z przyczyn praktycznych oraz ekonomicznych tego typu rozwiązania nie są tak rozpowszechnione jak rozwiązania betonowe.



**Fot. 1a.** Strop gęstożebrowy na belkach sprężonych, rozpiętość w świetle podpór 424 cm, grubość 36,5 cm, pustaki betonowe o wysokości 20 cm i szerokości 53 cm. Strona nienagrzewana, widok przed badaniem



**Fot. 1b.** Strop jak na fot. 1a po 120 min oddziaływania standardowego



**Fot. 1c.** Strop jak na fot. 1a po 120 min oddziaływania standardowego. Widok od strony nagrzewanej (od strony pieca). Widoczne odpadnięcie dolnych ścianek pustaków

## Metody oceny stropów budynków mieszkalnych ze względu na bezpieczeństwo pożarowe

### Metody obliczeniowe

Przystępując do weryfikacji parametrów ogniowych stropów budynków mieszkalnych, możemy wykorzystać jedną z kilku metod. Najdokładniejszą z nich jest metoda oparta na fizycznym badaniu ogniowym elementu wielkowymiarowego, ze wszystkimi realnie występującymi warstwami oraz obciążeniami [1]. Uzyskany wynik odpowiada rzeczywistej odporności ogniowej elementu i zazwyczaj jest korzystniejszy od wyników otrzymanych na drodze obliczeniowej.

Pozostałe metody oceny opierają się na metodach obliczeniowych przedstawionych w Eurokodach przypisanych poszczególnym rodzajom konstrukcji. W przypadku elementów żelbetowych jest to norma PN-EN 1992-1-2 [N2], która przewiduje do oceny odporności ogniowej elementów trzy metody: tabelaryczna, uproszczona oraz ogólna. Najprostsza w zastosowaniu jest metoda tabelaryczna, która uwzględnia najczęściej występujące w praktyce rozwiązania stropów (rys. 1). Bazą dla tej metody są doświadczenia badawcze zebrane z wielu ośrodków i pewnego rodzaju uśrednienie uzyskanych w nich wyników.

Oszacowanie odporności ogniowej stropów żelbetowych przy użyciu tablic jest stosunkowo niekłopotliwe, należy jedynie pamiętać o spełnieniu warunków przypisanych dla danego rodzaju stropu.

Przedstawione w tabeli 1 wartości dla płyty monolitycznej swobodnie podpartej obowiązują pod następującymi warunkami:

- minimalna grubość płyty  $h_s$  spełnia kryteria szczelności i izolacyjności (EI)

- warstwy wykończeniowe podłogi mają wpływ na funkcję oddzielającą proporcjonalnie do ich grubości

- jeśli wymagane jest spełnienie tylko kryterium nośności  $R$ , to grubość płyty można przyjmować zgodnie z wymaganiami PN-EN 1992-1-1 [N3] przy projektowaniu w warunkach normalnych.

W przypadku monolitycznych płyt ciągłych minimalne odległości osiowe i grubości, podane w tabeli 1 dla przypadku  $L_y/L_x \leq 1,5$ , mają również zastosowanie do jedno- lub dwukierunkowo zbrojonych płyt ciągłych. Należy jednak pamiętać o spełnieniu następujących warunków:

- redystrybucja momentów nie przekracza 15%

- zapewniono minimalne zbrojenie górne  $A_s \geq 0,005 A_c$  nad podporą pośrednią, w każdym przypadku gdy:

- stosuje się zbrojenie obrabiane na zimno
- w płytach ciągłych dwuprzęsłowych, gdzie postanowienia projektowe zgodne z Eurokodem [N3] i/lub odpowiednia konstrukcja nie zapewniają ograniczenia zginania na końcowych podporach
- nie ma możliwości redystrybucji efektów obciążenia w kierunku poprzecznym do kierunku przęsła.

W układach płytowo-słupowych, dla płyt płaskich, zależność między odpornością ogniową a wymiarami płyty, pod warunkiem spełnienia poniższych warunków, przedstawiono w tabeli 2:

- redystrybucja momentów nie przekracza 15% w temperaturze otoczenia

- dla klas odporności ogniowej REI 90 i wyższych





Fot. 2a. Strona nienagrzewana żelbetowej płyty o grubości 15 cm. Oddziaływanie standardowe od dołu.  $T = 0$  min



Fot. 2c. Strona nienagrzewana żelbetowej płyty o grubości 15 cm. Oddziaływanie standardowe od dołu.  $T = 60$  min



Fot. 2b. Strona nienagrzewana żelbetowej płyty o grubości 15 cm. Oddziaływanie standardowe od dołu.  $T = 30$  min



Fot. 2d. Strona nienagrzewana żelbetowej płyty o grubości 15 cm. Oddziaływanie standardowe od dołu.  $T = 120$  min

przynajmniej 20% całkowitego zbrojenia górnego, w każdym kierunku ponad podporami pośrednimi, wymaganego przez normę [N3], powinno być ciągle na całej długości przęsła (zbrojenie to należy lokować w pasie nad słupami)

- minimalnych grubości płyty nie można zmniejszać (np. przez uwzględnienie warstw wykończeniowych stropów)
- odległość osiowa a oznacza odległość osiową zbrojenia bliższego powierzchni.

W przypadku płyt żebrowych Eurokod [N2] również przewiduje stosowanie metod tabelarycznych, przy czym dla danej klasy odporności ogniowej uwzględnia się szerokość żeber oraz odległość osiową zbrojenia żebra, a także podobnie jak poprzednio gru-

bość płyty i odległość osiową zbrojenia w płycie.

Do uproszczonych metod oceny należą metoda izoterm  $500^{\circ}\text{C}$  oraz metoda strefowa. W metodzie izoterm  $500^{\circ}\text{C}$  przyjmuje się uproszczoną hipotezę, mówiącą, że beton w całości traci swe właściwości wytrzymałościowe po przekroczeniu temperatury  $500^{\circ}\text{C}$ , poniżej zaś tej temperatury zachowuje pełną wytrzymałość. Zbrojenie rozpatruje się normalnie, uwzględniając redukcję wynikającą z jego temperatury.

Położenie izoterm  $500^{\circ}\text{C}$  zaleca się określać na podstawie analizy termicznej lub za pomocą typowych map izoterm (profilu temperatury), zamieszczonych w normie [N2].

**Ostatnim typem metod obliczeniowych są zaawansowa-**

**ne metody obliczeń, wymagające zarówno odpowiedniego przygotowania merytorycznego, jak i niezbędnego wyposażenia.** Eurokod [N2] podaje jedynie ogólne jej zasady:

- Analiza powinna realistycznie odzwierciedlać zachowanie stropów w pożarze, uwzględniając zjawiska wynikające ze zmiany właściwości termicznych i wytrzymałościowych materiałów wraz z temperaturą.
- Zaleca się opracowanie i korzystanie z dwóch modeli konstrukcji:
  - modelu odpowiedzi termicznej
  - modelu odpowiedzi mechanicznej.
- Model mechaniczny powinien, poza wpływem temperatury na właściwości betonu i stali, uwzględniać także efekty od-

działowań pośrednich pożaru, tzn. wzrost sił wewnętrznych i naprężeń w warunkach ograniczenia możliwości deformacji, a także ewentualne duże przemieszczenia elementów, plastyczną redystrybucję sił wewnętrznych i efekty pełzania.

- Wykorzystywana metodyka analizy i obliczeń powinna znaleźć uzasadnienie i potwierdzenie w rezultatach badań.
- W ujęciu praktycznym opracowanie i aplikacja zaawansowanych modeli obliczeniowych konstrukcji w warunkach pożarowych oznacza komputerowe symulacje wykonywane na numerycznych modelach konstrukcji przy wykorzystaniu systemów nieliniowej analizy konstrukcji, wcześniej

poddanych walidacji ze względu na zgodność rozwiązań numerycznych z wynikami badań ogniowych.

Podsumowując tę część artykułu, należy zaznaczyć, że z obliczeniowych metod określania odporności ogniowej żelbetonowych stropów budynków mieszkalnych **najprościej jest skorzystać z metody tabelarycznej, która w znakomitej większości przypadków (poza stropami kanałowymi) pozwala na bezpieczne oszacowanie odporności ogniowej stropu.** W szczególnych przypadkach można skorzystać z bardziej zaawansowanych metod obliczeniowych.

#### Metody badawcze

Najlepszą i najdokładniejszą metodą wyznaczenia odporności ogniowej stropów budynków mieszkalnych jest badanie laboratoryjne. Metodę określenia odporności ogniowej stropów opisano w normach PN-EN 1365-2:2014 Badania odporności ogniowej elementów nośnych – Część 2: Stropy i dachy [N4] oraz PN-EN 1363-1:2012 Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne [N5], gdzie podano m.in. warunki nagrzewania panujące w piecu badawczym. Minimalny wymiar bada-

nego stropu wynosi 3 m x 4 m. W przypadku badania nie ma znaczenia konstrukcja stropu i bardzo często badane są takie rozwiązania, których nie można oszacować metodą tabelaryczną, np. płyty kanałowe, stropy sprężone, stropy gęstożebrowe (fot. 1a–1c), a także żelbetowe pełne, jeśli chcemy uzyskać rzeczywistą, a nie szacunkową odporność ogniową. W przypadku tych ostatnich istotna jest zawartość wody w betonie, która wpływa na wiele zjawisk w betonie podczas oddziaływania temperatury, co ilustrują fot. 2a–2d przedstawiające rzeczywiste zachowanie płyty żelbetowej pełnej o wymiarach 3,2 m (szerokość) x 4,9 m (długość) x 15 cm (grubość), wykonanej z betonu C20/25 o zawartości wilgoci ok. 2,5% podczas badania odporności ogniowej wg scenariusza pożaru standardowego. Kolejne fotografie pokazują stronę nie nagrzaną płyty, na której przez większość czasu trwania badania utrzymuje się woda, uwolniona z betonowego stropu.

Wśród kryteriów oceny stropów w zakresie odporności ogniowej, **w przypadku stropów omawianych w artykule, szczególne znaczenie ma nośność ogniowa R, która**

**determinuje spełnienie pozostałych wymagań. Z pozostałymi kryteriami – to jest szczelnością E i izolacyjnością I ogniową – zazwyczaj podczas badania nie ma problemów.** W przypadku stropów utrata nośności ogniowej następuje, gdy:

- przekroczone jest ugięcie:  
 $D = L^2/(400 \cdot d)$  [mm],
- przekroczona jest szybkość narastania ugięcia:  $dD/dt = L^2/(9000 \cdot d)$  [mm/min]

gdzie:

L – rozpiętość w osiach podpór [mm]

d – odległość od skrajnego włókna projektowej strefy ścisłskanej przekroju konstrukcyjnego w temperaturze normalnej do skrajnego włókna projektowej strefy rozciąganej w temperaturze normalnej [mm].

## Podsumowanie

**Przepisy z zakresu bezpieczeństwa pożarowego determinują rodzaj materiału, a tym samym i konstrukcję stropów stosowanych w budownictwie mieszkaniowym, innym niż jednorodzinne, gdzie wymagania pożarowe nie są określone i można wykorzystywać wszelkie rozwiązania konstrukcyjne, w tym i drewniane.** W stropach budynków wielorodzinnych można stosować materiały, które nie rozprzestrzeniają ognia, co znacznie zawęża wybór materiałów konstrukcyjnych. Największy udział mają stropy betonowe, w dowolnej konfiguracji zarówno prefabrykowane, jak i monolityczne, żelbetowe i sprężone, przy czym należy pamiętać, że stropy kanałowe czy z wypełnieniami, np. typu cobiax (fot. 3), ze względu na otwory mają zaburzony przepływ ciepła w elemencie i ich odporności ogniowej nie da się w prosty sposób oszacować – zaleca się zawsze badanie ogniowe.

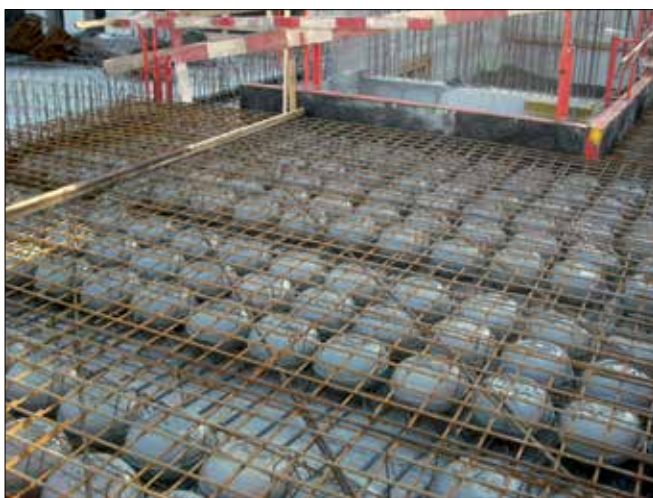
Drugą grupą stropów, dosyć często wykorzystywaną, są rozwiązania gęstożebrowe, z pustakami betonowymi lub ceramicznymi, dla których też każdorazowo należy wyznaczać odporność ogniową na drodze badawczej. Stropy stalowe w budownictwie mieszkaniowym występują na tyle rzadko – głównie w adaptowanych na cele mieszkaniowe starych fabrykach i magazynach (mieszkaniach typu loft), które dodatkowo należy zabezpieczać ogniochronnie, co jest operacją podwyższającą koszty – że pominięto ich omówienie w tym artykule.

## Normy i rozporządzenia

- N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami).
- N2. PN-EN 1992-1-2 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe.
- N3. PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- N4. PN-EN 1365-2:2014 Badania odporności ogniowej elementów nośnych – Część 2: Stropy i dachy.
- N5. PN-EN 1363-1:2012 Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne.
- N6. PN-EN 13501-2+A1:2016 Klasyfikacja ognia wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnych.

## Literatura

1. P. Sulik, P. Wróbel, *Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru wg PN-EN 1991-1-2*, Materiały Budowlane, nr 10/2011.
2. G. Woźniak, P. Turkowski, *Projektowanie konstrukcji z betonu z uwagi na warunki pożarowe według Eurokodu 2*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2013.
3. P. Turkowski, P. Sulik, *Projektowanie konstrukcji stalowych z uwagi na warunki pożarowe według Eurokodu 3*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2015. ◀



Fot. 3. Strop żelbetowy z wypełnieniami typu cobiax



# CHRYSO

INNOVATION IS OUR CHEMISTRY

S50

**CHRYSO<sup>®</sup> FIBRE**

## MAKROWŁÓKNA ZASTOSOWANIE

- Konstrukcyjne stosowanie w betonie, konstrukcje podłóg przemysłowych i nawierzchni betonowych, elementy prefabrykowane.
- Konstrukcje z betonu narażone na szczególne formy oddziaływania: zmiany temperatury, agresję chemiczną oraz ścieranie.

Długość:	50 mm (również 40 mm)
Średnica:	0,66 mm
Gęstość:	0,92 kg/dm <sup>3</sup>
Wytrzymałość na rozciąganie:	650 N/mm <sup>2</sup>
Moduł sprężystości:	9,5 kN/mm <sup>2</sup>





## Rozdzielnice niskiego napięcia o prądach do 6300 A

Elektromontaż Rzeszów S.A. jest również producentem prefabrykowanych rozdzielnic elektrycznych średniego i niskiego napięcia. Jako jedyna firma na Podkarpaciu i jedna z niewielu w kraju, wykonuje rozdzielnice niskiego napięcia o prądach znamionowych do 6300 A. Przy prefabrykacji rozdzielnic korzysta z materiałów renomowanych producentów takich jak Schneider, Legrand, Eaton, ABB, Hager. Firma ma duże zaplecze warsztatowe, we własnym zakresie wykonuje m.in. szynowanie szaf rozdzielczych.

Firma zajmuje się również modernizacją lub rozbudową rozdzielnic już funkcjonujących w danym obiekcie, wymagających w mniejszym lub większym stopniu optymalizacji. Prace mogą być przeprowadzone na miejscu znajdowania się konkretnej rozdzielni, która ma podlegać modyfikacji lub w firmowym Zakładzie Produkcji Urządzeń, po czym następuje powrotne dostarczenie i rozruch. Firma zajmuje się także serwisem działających rozdzielni.

Bogate zaplecze pozwala firmie realizować największe inwestycje w kraju i zapewniać dogodne terminy realizacji. Dział przygotowania produkcji elektrycznej dostarcza prawidłową dokumentację elektryczną oraz projekty prefabrykatów w przystępnej cyfrowej formie, a kontrola jakości gwarantuje, że wyrób nie posiada żadnych wad technicznych. Każda wykonana rozdzielnica otrzymuje deklarację zgodności CE oraz instrukcję obsługi, które potwierdzają poprawność wykonania produktu wg Polskiej Normy, a warunki gwarancyjne zapewniają serwis w przypadku uszkodzenia aparatury modułowej.

**Elektromontaż Rzeszów S.A.**



## Pale FRANKI NG

Pale FRANKI NG to żelbetowe pale przeznaczające formowane w gruncie. Mogą być stosowane w bardzo zróżnicowanych warunkach gruntowych, jako element posadowienia dużych, masywnych i zaawansowanych technologicznie konstrukcji (często wymagających niemalże zerowego, równomiernego osiadania) takich jak: budynki biurowe i przemysłowe, drogi i mosty, doki stoczniowe, trasy dźwigowe i siłownie wiatrowe. Szczególnie dobrze spełniają swoje zadanie tam, gdzie zachodzi potrzeba przejścia dużych obciążeń lub tam, gdzie nośny grunt znajduje się na dużej głębokości. Istnieje możliwość formowania ich w pionie, jak również pochyłonych w stosunku 4:1. Dzięki poszerzonej podstawie (stopie) mają również dobre właściwości jako pale kotwiące. Pale FRANKI NG są wykonywane według norm Eurokod 7 i PN-EN 12699.

Główne zalety pali FRANKI NG:

- możliwość kontroli nośności w trakcie ich wykonywania, w tym korekta warunków gruntowych, która polega na zwiększeniu objętości stopy pala lub wykonaniu poduszki żwirowej
- krótszy czas wykonywania w stosunku do pali wielkośrednicowych
- szybkie przejście nośności bez konieczności zrealizowania osiadań (mobilizacja pełnej nośności przy niewielkich osiadaniach)
- równomierne osiadania dla wszystkich pali w obrębie jednej podpory – eliminacja nierównomierności osiadań podpory
- równomierny rozkład naprężeń w stopie fundamentowej (ze względu na porównywalne nośności wszystkich pali)
- brak gruntu do utylizacji
- możliwość przenoszenia dużych sił poziomych poprzez wykonanie pali koźlowych.

**FRANKI POLSKA Sp. z o.o.**



## Ocieplanie stropodachów ISOROOF-H

Poprawnie wykonane ocieplenie dachu efektywnie obniża straty ciepła likwidując mostki termiczne i nieszczelności. Ogranicza również strefy temperatur ujemnych wewnątrz konstrukcji całego stropodachu i nawet kilkugodzinne przerwy w ogrzewaniu nie mają wpływu na temperaturę w ogrzewanych pomieszczeniach. Latem natomiast dodatkowo zmniejsza oddziaływanie wysokich temperatur, korzystnie wpływając na mikroklimat.

W odpowiedzi na zapotrzebowanie rynku w ofercie asortymentowej firmy ISOROC Polska S.A. pojawiła się płyta z wełny mineralnej ISOROOF-H, powiększająca wybór produktów dedykowanych do izolacji termicznej, akustycznej i przeciwogniowej stropodachów niewentylowanych o konstrukcji stalowej lub betonowej w systemie jednowarstwowym ISODACH MONO.

Cechy charakterystyczne dla ISOROOF-H:

- twarda płyta z wełny mineralnej; gęstość pozorna produktu 140 kg/m<sup>3</sup>
- niski współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda_D \leq 0,038$  W/mK, gwarantuje wysoką wartość oporu cieplnego; dla grubości 100 mm  $R_D = 2,6$  (m<sup>2</sup>K)/W
- podwyższone parametry mechaniczne niezbędne dla produktów dachowych; poziom obciążenia punktowego dla odkształcenia 5 mm  $\geq 500$  N
- hydrofobizacja produktu zabezpiecza go przed chłonięciem wody, niszczeniem materiału i wydłuża jego okres eksploatacji
- płyty dostępne są w grubościach od 50 mm do 160 mm
- wymiar płyty można dostosować do indywidualnych potrzeb montażowych: 2000x1200 mm, 2000x600 mm lub 1000x600 mm.

**ISOROC Polska S.A.**



## Termomodernizacja i wtórna izolacja przeciwwilgociowa

Wysokie zapotrzebowanie na energię do ogrzewania budynków w Polsce dotyczy głównie starych, wysokoemisyjnych obiektów, które są niedostatecznie zabezpieczone (zaizolowane) przed ułatwianiem ciepła z pomieszczeń.

W zakres termomodernizacji wchodzi przede wszystkim docieplenie zewnętrznych przegród budowlanych i stropów. Jednak, we wspomnianych budynkach, często występują również problemy związane z nadmiernym zawilgoceniem przegród budowlanych, które wynikają z braku działającej poziomej oraz pionowej izolacji przeciwwilgociowej. Pojawiają się one w strefie przyziemia oraz podpiwniczenia. Nadmierne zawilgocenie wpływa bezpośrednio na obniżenie izolacyjności cieplnej murów, skutkując także rozwojem pleśni i grzybów. Wspomniana korozja biologiczna jest czynnikiem kancerogennym i alergizującym.

Trzeba zatem z ogromnym naciskiem podkreślić, że samo docieplenie murów zewnętrznych budynku bez usunięcia przyczyn zawilgocenia i jego osuszenia przynosi fatalne skutki. Korozja biologiczna w takich warunkach rozwija się znacznie szybciej. Skutkiem ocieplenia budynku bez rozwiązania kwestii hydroizolacji jest zwiększenie zasięgu wzniosu kapilarnego, co prowadzi do zwiększenia zawilgocenia.

Reasumując termomodernizacja budynku jest ściśle i nieodrodnie powiązana z odpowiednią poziomą oraz pionową izolacją przeciwwilgociową.



## Doradcy Leca do dyspozycji projektantów

Produkcją keramzytu w Polsce zajmujemy się ponad 40 lat, dostarczając go odbiorcom na terenie całego kraju. Zebrane w tym czasie doświadczenia z realizacji oraz wyjątkowe właściwości Leca® KERAMZYTU dały solidną podstawę dla naszych rozwiązań.

Od września br. wprowadzamy nową bezpłatną formę wsparcia projektantów w ich codziennej pracy. W przypadku zainteresowania konsultacją projektu, doradca techniczny Leca skontaktuje się w ciągu 24 godzin lub w razie potrzeby dojedzie do projektanta. Wystarczy do nas napisać lub zatelefonować (szczegóły na [www.leca.pl](http://www.leca.pl)).

Ten nowy serwis jest kontynuacją i rozszerzeniem naszych dotychczasowych działań mających na celu ułatwienie pracy projektantom.

Na stronie internetowej [www.leca.pl](http://www.leca.pl) w specjalnej zakładce Dla Projektanta przygotowaliśmy już ponad 300 gotowych rozwiązań zawierających szczegółowe opisy wraz z bogatą dokumentacją techniczną (m.in. rysunki CAD). Dotyczą one podłóg na gruncie, budowy ścian i stropów, zielonych dachów, izolacji stropów i stropodachów, instalacji podziemnych, drenaży oraz wielu innych.

Oprócz tego przygotowaliśmy liczne narzędzia kalkulacyjne wspomagające projektowanie w zakresie obliczeń cieplno-wilgotnościowych, zielonych dachów, izolacji rur w gruncie i geotechniki.

Do dyspozycji projektanta oddajemy również program kosztorysowy, program Konstruktor oraz bibliotekę BIM.

**mgr inż. Maciej Nawrot,**  
**Autorski Park Technologiczny**

**Arkadiusz Jóźwik,**  
**Doradca techniczny,**  
**Leca Polska sp. z o.o.**

# Gazowe absorpcyjne pompy ciepła Robur

**Gazuno – Gazowe Pompy Ciepła**  
al. Zwycięstwa 96/98, 81-451 Gdynia  
tel. 58 698 21 48, 58 698 21 69  
faks 58 698 21 74  
info@gazuno.pl, www.gazuno.pl



W Polsce bardzo szybko rośnie zainteresowanie technologią absorpcyjną. Dzięki wykorzystaniu gazu, OZE oraz spełnianiu WT, gazowe absorpcyjne pompy ciepła stają się ciekawą alternatywą dla klasycznych źródeł ciepła.

## Zasada działania pomp ciepła Robur

Urządzenia Robur działają na analogicznej zasadzie co tradycyjne pompy sprężarkowe, z wyjątkiem kilku istotnych szczegółów czyniących je innowacyjnymi. W swoim działaniu opierają się na patentcie Alberta Einsteina i Leo Szilarda z 1930 r. dotyczącym urządzenia chłodniczego, które ma możliwość przenoszenia energii cieplnej z miejsca o niższej temperaturze do miejsca

o temperaturze wyższej dzięki m.in. różnicy ciśnień, różnicy gęstości, zastosowaniu absorbentu oraz dostarczenia ciepła. Układ absorpcyjny w porównaniu do sprężarkowego składa się również z typowych elementów obiegu chłodniczego (parownik, skraplacz, zawór dławiący), nie ma jednak sprężarki elektrycznej.

W miejscu klasycznej sprężarki występuje „silnik termiczny”, składający się z absorbera, warkana, pompy roztworu, ele-

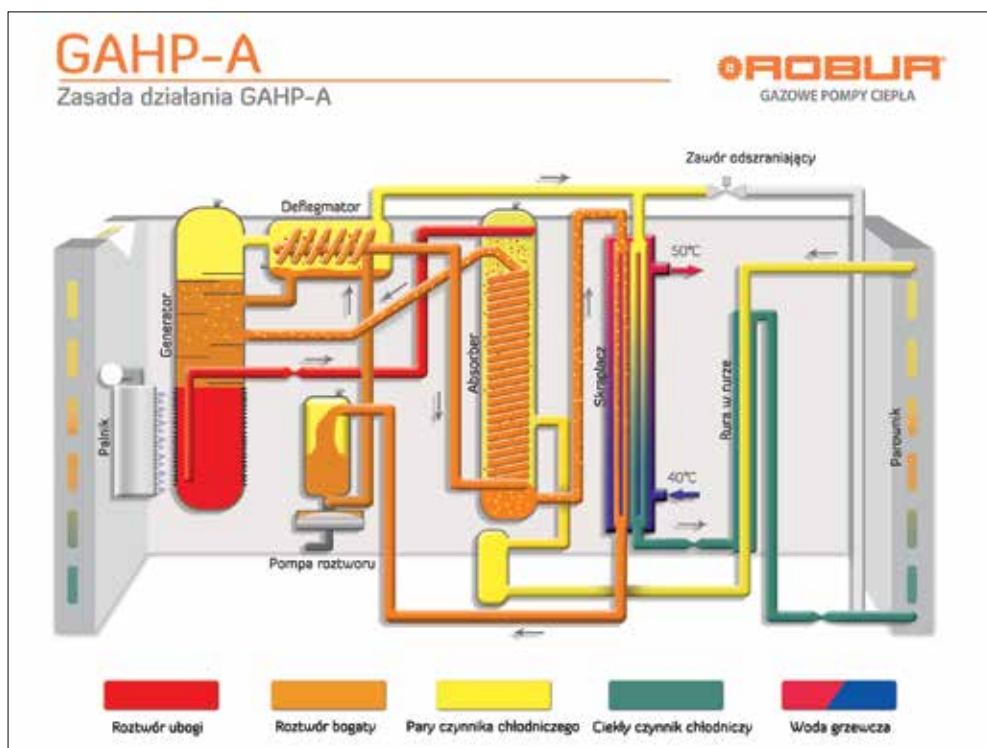
Dystrybutorem urządzeń Robur w Polsce jest firma Gazuno, z siedzibą w Pomorskim Parku Naukowo-Technologicznym w Gdyni. Powstała ona w 2013 r. wydzielając się z Działu Gazowych Pomp Ciepła firmy Flowair po pięciu latach doświadczeń.

mentu rozprężnego. **Urządzenia Robur zasilane są gazem ziemnym lub LPG.** Z wysoką efektywnością wykorzystują energię odnawialną, która może być czerpana z różnego rodzaju źródeł niskotemperaturowych: powietrza, wody i gruntu. Dzięki temu **spełnia-**

**ją one warunki określone przez programy krajowe oraz regionalne, umożliwiające otrzymanie dofinansowania na instalacje z ekologicznymi źródłami ciepła.**

Energia ze spalania gazu dostarczana jest do wymiennika, w którym znajduje się roztwór amoniak-woda. Odparowany amoniak oddaje na początku cyklu energię pozyskaną w wyniku spalania gazu, a następnie realizuje obieg chłodniczy pobierając energię z dolnego źródła. **Dzięki zastosowaniu absorpcji, pobór energii elektrycznej jest minimalny**, ponieważ zasilą ona jedynie pompę roztworu oraz wentylator. Pozostałe mechanizmy urządzenia napędzane są w wyniku spalania gazu ziemnego lub LPG. W gazowych absorpcyjnych pompach ciepła Robur ograniczono ilość elementów mechanicznych, co zapewnia długoletnią, bezawaryjną oraz cichą pracę.

**Ze względu na obudowę odporną na warunki atmosferyczne, urządzenia Robur świetnie spisują się**



Rys. 1. Schemat działania gazowej absorpcyjnej pompy ciepła GAHP-A



w przypadku montażu zewnętrznego. Pozwala to zaoszczędzić miejsce w pomieszczeniu technicznym, zredukować koszty inwestycji oraz zapewnić bezpieczeństwo. Układ chłodniczy jest całkowicie zamknięty i szczelny, dzięki czemu nie występuje konieczność uzupełniania czynnika chłodniczego. Warto również wspomnieć, że w układzie wykorzystany jest naturalny czynnik chłodniczy zamiast czynników syntetycznych (HFC). Amoniak charakteryzuje niska temperatura wrzenia i brak negatywnego wpływu na środowisko naturalne (zerowy wskaźnik ODP i GWP). Urządzenia absorpcyjne Robur są urządzeniami o wysokiej efektywności. Aby poprawnie zinterpretować efektywność gazowych absorpcyjnych pomp ciepła, należy przyrównać ją do sprawności kotłów gazowych jako G.U.E. (ang. Gas Utilization Efficiency). G.U.E. stanowi stosunek energii cieplnej, jaką przekazaliśmy do podgrzanego medium, do energii jaka została włożona na palniku urządzenia. G.U.E. uzyskuje różną wartość w zależności od warunków pracy, rodzaju pompy ciepła, temperatury dolnego i górnego źródła. W przypadku urządzeń grzewczych G.U.E. uzyskuje wartość do 1,7, a dla układów skoja-

rzonych grzewczo-chłodzących osiągana efektywność może wynosić nawet 2,44.

## Oferta produktów Robur

Firma Robur proponuje trzy podstawowe rodzaje urządzeń z zakresu absorpcji, które mogą pracować niezależnie, bądź być ze sobą kojarzone w zestawy. Są to:

- absorpcyjne pompy ciepła GAHP
- absorpcyjne wytwornice wody lodowej ACF
- zewnętrzne gazowe kotły kondensacyjne AY.

Obecnie oferowanych jest 5 typów pomp ciepła oraz 5 rodzajów wytwornic wody lodowej. Wśród nich znajdują się pompy ciepła typu powietrze/woda GAHP-A, ich rewersyjna wersja GAHP-AR umożliwia produkcję chłodu oraz pompa K18 przeznaczona do domów jednorodzinnych.

W typoszeregu znajdują się także jednostki typu grunt/woda GAHP-GS i woda/woda GAHP-WS. Dodatkowo w ofercie znajduje się wysokiej jakości kondensacyjny kocioł gazowy AY. Urządzenia proponowane są jako kompaktowe jednostki o standardowych rozmiarach, przystosowane do montażu zewnętrznego. Zwiększanie mocy źródła odbywa się przez dodawanie kolejnych jednostek. Zestawy (grupa od 2 do 5 jednostek,



Fot. 1. Budynek Biurowo-Ustugowy Avenida, Bytom

zainstalowanych na wspólnej szynie, połączonych elektrycznie i hydraulicznie) mogą być konfigurowane z różnego rodzaju modułów, co pozwala precyzyjnie dobierać urządzenia do wyliczonego zapotrzebowania na ciepło i chłód.

## Przykładowe zestawienie kosztów eksploatacyjnych

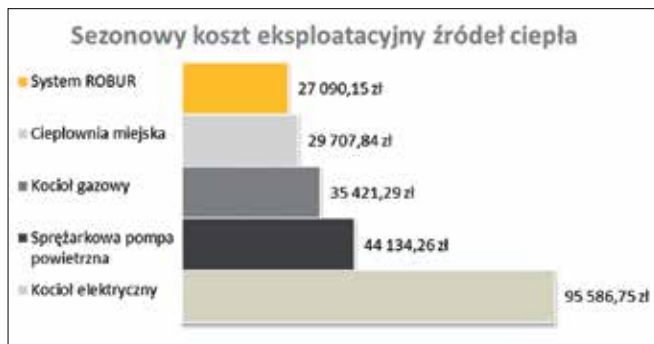
Zgodnie z przykładem na rysunku 2, układ z gazowymi absorpcyjnymi pompami ciepła pozwala na oszczędności rzędu 20–70%. Dodatkowo są to urządzenia, które emitują nieznaczne ilości pyłów PM2,5 oraz PM10, a emisja CO<sub>2</sub> w porównaniu do kotła węglowego jest około 60% niższa. Ze względu na zasilanie pomp ciepła gazem, współczynnik nakładu energii nieodnawialnej ( $w_i$ ) wynosi 1,1. Jest to wartość prawie trzykrotnie mniejsza niż dla urządzeń zasilanych energią elektryczną ( $w_i = 3$ ), dzięki czemu spełnienie określonej w warunkach technicznych wartości wskaźnika EP jest prostsze do osiągnięcia. Dodatkowym atutem urządzeń jest możliwość produkcji medium grzewczego o wysokiej temperaturze (nawet +65°C), co często skutkuje zastosowa-

niem ich w termomodernizacji budynków.

## Wsparcie na każdym etapie inwestycji

Firma stara się przybliżyć klientom zalety innowacyjnej technologii gazowych absorpcyjnych pomp ciepła. Zapewniamy doradztwo techniczne na każdym etapie inwestycji – od koncepcji po realizację. Wspieramy pracę projektantów branżowych oraz wykonawców systemów grzewczych przy pierwszych instalacjach w nowej technologii. Dużą satysfakcję daje nam wypracowanie z klientem takiego rozwiązania, które przy rozsądnych kosztach inwestycyjnych da jak najkrótszy okres zwrotu, dzięki niskim kosztom eksploatacji. Idziemy z duchem czasu, dlatego **wykorzystujemy nowoczesne narzędzia do projektowania, takie jak BIM**. W tym celu stworzyliśmy kompletną bibliotekę oferowanych urządzeń.

**Zamontowaliśmy w Polsce już ok. 550 gazowych, absorpcyjnych pomp ciepła**, które wykazały wyraźne efekty ekonomiczne oraz ekologiczne, a zadowolenie ich użytkowników mierzymy rosnącą liczbą referencji. ◀



Rys. 2. Szacunkowy sezonowy koszt eksploatacyjny (zapotrzebowanie 140 kW, cena gazu 2,1 zł, cena prądu 0,63 zł)

# RURY CONTI

Z BARIERĄ ANTYDYFUZYJNĄ

is  plus®



Nie dokumentujemy różnic  
– podajemy FAKTY

- NISKA PRZEWODNOŚĆ CIEPLNA:  $\lambda_{50}=0,024 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  przy  $60\text{kg}/\text{m}^3$
- BARIERA ANTYDYFUZYJNA – WŁAŚCIWOŚCI IZOLACYJNE SYSTEMU RUR POZOSTAJĄ NIEZMIENNE W CZASIE CAŁEGO OKRESU EKSPLOATACJI
- RURY POJEDYNCZE – DN 25 ÷ DN 200
- RURY PODWÓJNE – DN 25 ÷ DN 100

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



[facebook.com/isopluspolska](https://facebook.com/isopluspolska)





# Zasady wymiarowania pompowni i sieci kanalizacji ciśnieniowej

Pisząc o pompowniach kanalizacyjnych należy w pierwszej kolejności zdefiniować ich rodzaj. Zupełnie inne problemy występują w przypadku transportu stosunkowo dużych ilości ścieków z najniższej położonego punktu zlewni kanalizacyjnej do oczyszczalni ścieków [2], a zupełnie inne w przypadku kanalizacji ciśnieniowej w terenie płaskim o zabudowie rozproszonej [4].

prof. dr hab. inż. **Wojciech Dąbrowski**  
Politechnika Krakowska

## Streszczenie

Niniejszy artykuł przedstawia niektóre aspekty projektowania pompowni ścieków i ciśnieniowej sieci kanalizacyjnej. Wzięto w nim pod uwagę: efektywność wykorzystania energii, problem korozji siarczanowej, uderzenie hydrauliczne w dużych

pompowniach oraz niezawodność eksploatacji. Rozważono zostały dwa różne przypadki, a mianowicie przerzut z najniższej położonego punktu w zlewni do oczyszczalni oraz wymiarowanie sieci ciśnieniowej kanalizacji, zbierającej ścieki z płaskiego i słabo zabudowanego obszaru.

## Pompownie a zanieczyszczenia stałe

Pompowanie ścieków stwarza więcej problemów niż pompowanie wody głównie z trzech powodów. Mianowicie z uwagi na:

- zanieczyszczenia stałe [3]
- tworzenie się siarkowodoru w przewodach tłocznych [6]

- możliwość rozerwania strugi w czasie ujemnego uderzenia hydraulicznego [2].

Aby zabezpieczyć się przed zatrzymaniem wirnika w wyniku okręcenia jego osi nićmi lub skrawkami materiałów tekstylnych można zastosować tłocznice zamiast pompowni, kraty gęste, pompy wyposażone







© Jürgen Fälchle - Fotolia.com

w rozdrabniarki, dobierać odpowiednio prześwit wirnika do dopływających ścieków, monitorować moc pobieraną przez pompy.

Tłocznia jest rozwiązaniem droższym, w którym pompy pracują w komfortowych warunkach, gdyż dopływające do jej zbiornika ścieki przepływają z góry na dół przez sita, na których pozostają części stałe. Pompy uruchamiane są przy pomocy włącznika pływakowego. Pompowane ścieki przepływają przez sita, tym razem z dołu do góry i porywają zatrzymane tam wcześniej zanieczyszczenia stałe. Zawory zwrotne nie pozwalają tym ściekom popłynąć w kierunku, z którego dopłynęły i przepływają one przewodem tłocznym do miejsca przeznaczenia.

Podnoszenie ścieków przed oczyszczalniami odbywa się zazwyczaj przez podnośniki ślimakowe poprzedzone kratami gęstymi, czyszczonymi mechanicznie albo ręcznie, w zależności od wielkości przepływu.

Pompy wyposażone w rozdrabniarki pozwalają na zmniejszenie występujących w ściekach części stałych, dzięki czemu nie mogą one zatrzymać wirnika. Jeżeli nie ma rozdrabniarek to należy dobrać prześwit wirnika do jakości dopływających ścieków, a dla typowych ścieków sanitarnych do miejsca instalacji pomp [2]. Prześwit wirnika jest to średnica kuli, która może przedostać się przez wirnik. Im większy jest ten prześwit i moc pompy, tym trudniej jest zatrzymać wirnik wskutek oplecenia osi przez materiały tekstylne lub

inne wiotkie zanieczyszczenia. Jeżeli pompa jest zainstalowana do odprowadzenia ścieków z jednego budynku to prześwit ten może być w granicach 35–55 mm. W przypadku przepompowywania ścieków z niedużej ulicy powinien wynosić on co najmniej 65 mm. Pomp ściekowych o prześwicie wirników powyżej 80 mm w zasadzie się nie stosuje. Monitorując moc pobieraną przez pompy w kanalizacji ciśnieniowej o wielu pompach zainstalowanych pośród zabudowy rozproszonej można określić, które z nich są bliskie zatrzymania i oczyścić je przed dościsaniem do awarii.

### Przerzut ścieków

Gdy pompownia ma za zadanie przetransportować ścieki zebrane z najniższego punktu zlewni do oczyszczal-

ni ścieków to ilość ścieków jest znacząco większa niż ta, która przepływa w ciśnieniowych przewodach sieci kanalizacji ciśnieniowej przy zabudowie rozproszonej. Szczególnym niebezpieczeństwem jest wówczas rozerwanie strumienia ścieków w czasie ujemnego uderzenia hydraulicznego. Występuje ono podczas zaniku prądu lub gwałtownego wyłączenia pompy. Przebieg uderzenia hydraulicznego opisany jest przez równania różniczkowe ruchu nieustalonego szybkozmiennego, ale niedokładne oszacowanie wahań ciśnienia w czasie uderzenia można w tym przypadku otrzymać z datującej się na sam początek XX wieku teorii Allievi-Żukowskiego [2]. Przyjmując, że po wyłączeniu zasilania prądowego wirnik pompy

niemal natychmiast się zatrzyma, obniżenie ciśnienia można oszacować jako równe:

$$a v / g$$

gdzie:

a – prędkość rozchodzenia się fali podłużnej ciśnienia w przewodzie tłocznym

v – prędkość przepływu ścieków w chwili wyłączenia zasilania w prąd

g – przyspieszenie ziemskie.

Dla przewodów żeliwnych wartość ta (zależna od modułu Younga i grubości ścianki) przekracza 1000 m/s, dla rur GRP zaleca się przyjmować  $a = 300$  m/s do 640 m/s, dla

przewodów polietylenowych od 199 m/s do 319 m/s, a dla PVC od 288 m/s do 444 m/s. W przeciwieństwie do transportu wody przewód prowadzący pod ciśnieniem ścieki do oczyszczalni jest znacznie bardziej narażony na rozerwanie strugi ścieków z dwóch powodów. Po pierwsze – wielkości ciśnienia są zazwyczaj znacznie mniejsze, a po drugie – temperatura ścieków wyższa, a więc ciśnienie wrzenia wyższe. Rozerwanie strugi powoduje, że w czasie powrotu odbitej fali, jako fala podwyższonego ciśnienia, dojdzie do zderzenia się dwóch strug o trudnych do

przewidzenia konsekwencjach dla stanu technicznego przewodu. Jeżeli ostatni odcinek przewodu w kierunku pompowni jest ułożony ze spadkiem, to na jego początku znacznie bezpieczniej jest założyć rozprężną studzienkę kanalizacyjną i ten ostatni odcinek struga pokonuje grawitacyjnie [2]. Należy również rozważyć zamontowanie urządzeń przeciwuderzeniowych. Z uwagi na duże gabaryty bań wodno-powietrznych i konieczność ich wymiany, jak i innych zbiorników ciśnieniowych, wybór coraz częściej pada na zawody przeciwuderzeniowe.

Różnią się one zasadniczo od zaworów bezpieczeństwa tym, że otwierają się w czasie gwałtownego spadku ciśnienia i pozostają otwarte na powrót fali podwyższonego ciśnienia.

## Sprawność energetyczna

Pompy powinny być tak dobrane i eksploatowane, aby punkt pracy przypadł na możliwie jak największą sprawność energetyczną pomp. Krzywa sprawności zależy nie tylko od jakości wykonania, ale również od kinematycznego wyróżnika szybkobieżności. Jak wynika z obliczeń przeprowadzonych



© pupunkkop - Fotolia.com



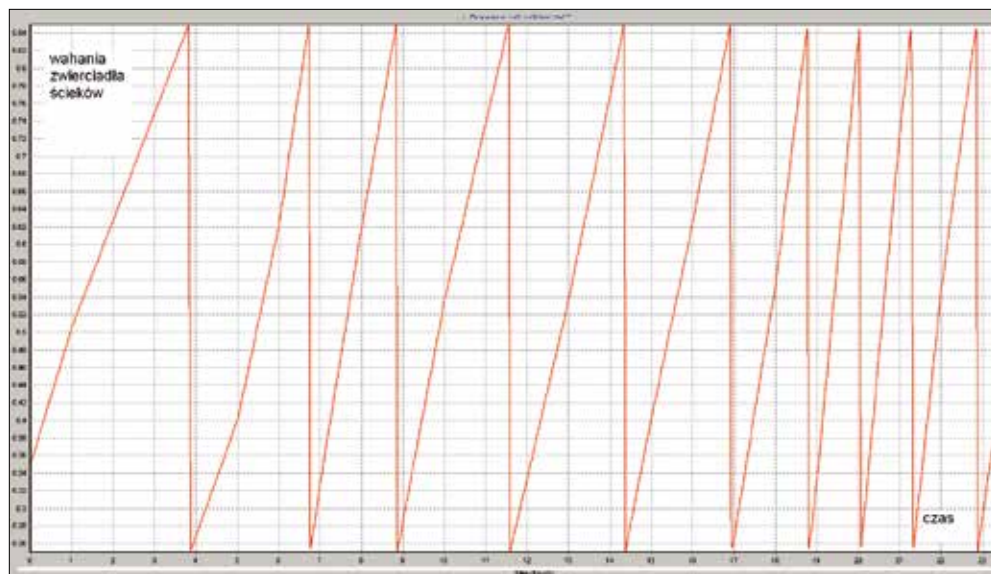
© Rafał Rębacz - Fotolia.com



w artykule [6], zazwyczaj większe pompy pozwalają na uzyskanie wyższej wartości sprawności maksymalnej, ale należy mieć też na uwadze niezawodnościowy aspekt doboru pomp [8].

## Zagrożenie korozją siarczanową

Korozja siarczanowa najczęściej występuje w tych kanałach betonowych, które leżą poniżej przewodów ciśnieniowych o długim czasie przetrzymania ścieków. Aby doszło do korozji siarczanowej, konieczna jest najpierw redukcja siarki w zawartych w ściekach siarczanach od +6 do -2. Redukcja ta odbywa się głównie w biofilmie, gdyż czas przepływu ścieków jest zazwyczaj zbyt krótki, aby namnożyły się w nich bakterie redukujące siarkę. Następnie w przewodzie ciśnieniowym powstaje z rozpuszczonych siarczków siarkowodoru w proporcji do jonów  $\text{HS}^-$  w zależności od pH ścieków [1, 7]. Jest on adsorbowany na betonowych sklepieniach kanałów grawitacyjnych i tam dochodzi do mikrobiologicznego utlenienia siarki, częściowo aż do wartościowości +6. W rezultacie reakcji siarczanów z wodorotlenkiem wapnia, powstaje na sklepieniu kanałów w pierwszej kolejności gips. Następnie dochodzi do wytworzenia ettringitu, co prowadzi do krystalizacji z udziałem wielu cząsteczek wody i rozsadzania betonu sklepienia kanału. Pompowanie ścieków z długim okresem przetrzymania w przewodzie tłocznym powoduje powstanie odorów i może prowadzić do szybkiej destrukcji położonego poniżej grawitacyjnego kanału betonowego. Zmniejszenie średnicy przewodu tłocznego



Rys. 1. Uzyskany w wyniku symulacji numerycznej obraz pracy jednej z wielu pompowni sieciowych w kanalizacji ciśnieniowej

go zmniejsza powierzchnię biofilmu i w rezultacie łagodzi skutki korozji siarczanowej [7]. Dobierając średnicę przewodu tłocznego należy pamiętać, że jej zaniżenie skutkować będzie gwałtownym wzrostem strat energetycznych, a więc z tego względu lepiej jest ją trochę zawyżyć [5, 10]. W samym żeliwnym przewodzie tłocznym, chronionym wewnątrz cienką wyprawą cementową, wpływ korozji siarczanowej na tę wyprawę jest znikomo mały. Destrukcja odbywa się w położonych poniżej betonowych kanałach grawitacyjnych.

## Opory przepływu

W terenie płaskim o zabudowie rozproszonej ułożenie kanalizacji grawitacyjnej może okazać się nieoptyczne, gdyż kanały o małych średnicach muszą być kładzione z dużym spadkiem i w przybliżeniu, najmniejsze spadki dopuszczalne są odwrotnie proporcjonalne do średnicy kanałów kołowych. W takim przypadku możliwe jest wybudowanie samonapływnej kanalizacji mieszanej

(grawitacyjno-ciśnieniowej), kanalizacji wyłącznie ciśnieniowej lub wyłącznie podciśnieniowej. Ten ostatni rodzaj kanalizacji nie powinien być nadużywany, gdyż jest znacznie bardziej energochłonny niż kanalizacja ciśnieniowa. Koszt budowy kanalizacji ciśnieniowej głównie zależy od liczby pompowni. Można go obniżyć, jeżeli sąsiedzi porozumieją się co do lokalizacji jednej większej pompowni dla kilku domów. Jednym z podstawowych problemów w rozległych sieciach kanalizacji ciśnieniowej są opory przepływu. W równaniu Darcy'ego-Weisbacha (na wielkość oporów przepływu) średnica wewnętrzna występuje w mianowniku, a więc czym mniejsze średnice tym więcej energii mechanicznej jest rozpraszanej w czasie pompowania. W takiej sytuacji może się okazać, że niezbędne będą dodatkowe przepompownie. Średnice przewodów powinny być tak dobrane do przepływów, aby co najmniej raz na dobę przekroczyć wymaganą dla samo-

oczyszczania wartość naprężenia ścinającego na granicy wewnętrzna ściana kanału-przepływającego ścieki [9].

## Dwa systemy

Kanalizacja ciśnieniowa w płaskim terenie o zabudowie rozproszonej może być wykonywana w dwóch systemach, a mianowicie:

- z pompami wirowymi
- z pompami śrubowymi (śrubowo-ślimakowymi).

Charakterystyki pomp wirowych są stosunkowo łagodne, a więc włączenie się większej liczby pomp skutkuje wyraźnym zmniejszeniem wydajności każdej z nich. Tak więc ani ciśnienia, ani też przepływy nie wzrosną tak bardzo po włączeniu kolejnej pompy jak w przypadku systemu z pompami śrubowymi. W efekcie przy ich zastosowaniu należy wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia chwilowo dużych ciśnień, a w przypadku zastosowania pomp wirowych (rozwiązanie europejskie) czasami z koniecznością przepłukania przewodów sprężonym powietrzem.



## Wymiarowanie kanalizacji ciśnieniowej

Wymiarowanie kanalizacji ciśnieniowej w terenie o zabudowie rozproszonej można przeprowadzać metodą Szabo (metoda węgierska). Zamiast niej lepiej jest jednak prowadzić obliczenia z zastosowaniem symulacji czasoprzestrzennej, która nie wymaga założenia, że wszystkie podłączone budynki są zasiedlone przez taką samą liczbę mieszkańców i pozwala obliczać nie tylko przypadki ekstremalne, ale prowadzić symulację rzeczywistej pracy w okresie długofalowym (co najmniej jednej doby). Symulację taką można przeprowadzić z zastosowaniem różnych programów obliczeniowych, ale szczególnie intuicyjny w użyciu, a co najważniejsze typu public domain (także dla celów komercyjnych), jest program Epanet. Można go zainstalować na komputerze, wykorzystując wcześniej wyszukiwarkę zamieszczoną na stronie Agencji Ochrony Środowiska ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)).

Symulację najlepiej rozpocząć od dostosowania równań i jednostek miar do systemu europejskiego, a więc w opcjach hydraulicznych wybieramy:

- równanie na opory przepływu Darcy'ego-Weisbacha
- w jednostkach miar – litr na sekundę
- w opcji czasu – 24 h symulacji.

Przy tak ustawionych jednostkach średnice oraz zastępcze wartości współczynnika chropowatości piaskowej podajemy w milimetrach, a długości odcinków i średnice zbiorników w metrach. Następnie rysuje się sieć korzystając z ikon umieszczonych w pro-

gramie. Wykonanie symulacji działania kanalizacji ciśnieniowej w tym programie, napisanym dla wodociągów, jest łatwe dzięki możliwości wprowadzenia ujemnego zapotrzebowania na wodę w węzłach. Tymi węzłami o ujemnych zapotrzebowaniach są miejsca dopływu ścieków. Dla nich definiuje się wielkość średniego dopływu w czasie prowadzenia symulacji. W przypadku gdy dotyczy ona doby o największym zapotrzebowaniu na wodę (a więc i odpływie ścieków), to jest to  $Q_{\max, \text{dob}}$ . Definiuje się również numer rozkładu godzinowego tego dopływu i pod tym numerem – zazwyczaj 24 – mnożniki, przez które należy pomnożyć  $Q_{\max, \text{dob}}$ , aby uzyskać dopływy ścieków w poszczególnych godzinach do każdej z pompowni. Pompownia pracuje w ten sposób, że gdy poziom ścieków osiągnie wartość maksymalną, to pompa się włącza, a po opadnięciu tego poziomu do pozycji minimalnej – wyłącza. Ten sposób sterowania układem łatwo można zamodelować w programie Epanet, korzystając z prostych instrukcji sterowania – jeżeli wysokość ciśnienia w węźle A przekroczy wartość B, to włącz odcinek C, a jeżeli wysokość ciśnienia w węźle A spadnie poniżej wartości D, to wyłącz odcinek C. Jako numer węzła A wstawiamy numer zbiornika pompowni, a odcinek C definiujemy jako pompę. Na początku doby należy przyjąć, że pompy są wyłączone, a w zbiornikach pompowni występują przypadkowe wartości wysokości napełnienia. Oczywiście należy pamiętać, by do programu wprowadzić wszystkie niezbędne do obli-

- średnice i długości przewodów (mogą być też obliczone ze współrzędnych węzłów sieci)
- współczynniki zastępczej chropowatości piaskowej
- współrzędne charakterystyk pomp.

Mogą być one bardzo dokładnie opisane parami wartości  $Q$ ,  $H$ , ale w obliczeniach wstępnych można podać tylko jedną parę tych wartości i program przyjmie charakterystykę, przechodzącą przez tak zdefiniowany punkt i odpowiadającą stałemu poborowi mocy, a więc w konsekwencji

$$HQ = \text{const}$$

Niestety program sprawdzając poprawność wprowadzonych danych nie dopuszcza możliwości charakterystyk niestatecznych, to znaczy takich, przy których na początku przy wzroście przepływu wystąpi nieznaczne zwiększenie wysokości ciśnienia. Na rysunku 1 pokazano przykładowy wynik symulacji pracy jednej z wielu pompowni w systemie kanalizacji ciśnieniowej. Wyraźnie widać rzadsze włączenia pompy w okresie nocy, gdy dopływ jest mniejszy.

## Wnioski

Projektując pompownie kanalizacyjne należy brać pod uwagę aspekty energetyczne, eksploatacyjne, niezawodność pracy oraz powstawanie siarkowodoru i konieczność jego usuwania. Pracę sieci kanalizacji ciśnieniowej można łatwo symulować, stosując darmowy program Epanet autorstwa Agencji Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej.

## Literatura

1. Dąbrowski W., *Wpływ sieci kanalizacyjnych na środowisko*, Politechnika Krakowska, 2004, str. 218.
2. Dąbrowski W., *Projektowanie pompowni ścieków – wybrane zagadnienia*, Rynek Instalacyjny, 11/2013, str. 63–67.
3. Dąbrowski W., *Pompownie ścieków – uciążliwości eksploatacyjne*, Rynek Instalacyjny, 12/2013, str. 69–71.
4. Dąbrowski W., Urbaś W., *Metoda Szabo w porównaniu z czasoprzestrzenną symulacją pracy ciśnieniowej sieci kanalizacyjnej*, Praca zbiorowa pod redakcją Łucji Fukas-Płonki i Karola Kusia „Energetyczne aspekty odprowadzania i oczyszczania ścieków, Instytut Inżynierii Wody i Ścieków”, Politechnika Śląska, grudzień 2008, str. 19–28.
5. Dąbrowski W., Zielina M., Dąbrowska B., *Wpływ średnicy ściekowego rurociągu tłocznego na korozję grawitacyjnych kanałów betonowych*, w: *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód – tom II*, PZITS NOT, Poznań, 2012, str. 45–55.
6. Dąbrowski W., Próchnicki K., *Wpływ liczby pomp w pompowni na jej efektywność energetyczną: teoria i praktyka w instalacjach*, Instal, 7–8/2017 (386), str. 53–56.
7. Dąbrowski W., *Prognozowanie korozji siarczaniowej w kanałach betonowych: teoria i praktyka w instalacjach*, Instal, 11/2017 (389), str. 65–69.
8. Dąbrowski W., Próchnicki K., *Porównawcze studium obliczeń niezawodności pompowni wodociągowej*, Instal, 9/2017 (387), str. 63–67.
9. Nalluri C., Dąbrowski W., *Need for new standards to prevent deposition in wastewater sewers*, Journal of Environmental Engineering, 1994, 129, 5, str. 1932–1942.
10. Urbaś W., Dąbrowski W., *Ekonomiczne konsekwencje doboru średnic w kanalizacji ciśnieniowej na wybranym przykładzie*, Instal, 2012, str. 29–37. ◀



## Stacje uzdatniania wody i oczyszczalnie ścieków

- instalacje wody grzewczej
- instalacje chłodnicze i klimatyzacyjne
- uzdatnianie wody pitnej
- odzysk wody deszczowej i szarej
- pompy i stacje dozowania
- stacje zmiękczenia wody
- stacje demineralizacji wody
- inhibitory korozji i biocydy

PROJEKTY • DOBÓR • MONTAŻ • SERWIS



ul. Trakt Brzeski 127, Zakręt 05-077 Warszawa.  
tel.: 022 773-23-80, 022 795-77-93, 022 425-78-99 fax: 022 773-23-80, 022 357-93-39  
watersystem@watersystem.pl, www.watersystem.com.pl

# Oprogramowanie Synchro

## do modelowania budowy 4D dla projektów infrastrukturalnych

**Bentley Systems Polska**  
ul. Nowogrodzka 68  
02-014 Warszawa  
tel. 22 504 07 50  
[www.bentley.com.pl](http://www.bentley.com.pl)

**Bentley**  
Advancing Infrastructure

Wprowadzenie wymiaru czasowego umożliwi synchronizację procesów BIM z tworzeniem pakietów prac, realistyczną wizualizacją oraz procesami prac projektowych za pośrednictwem wspólnego środowiska danych tzw. technologii Connected Data Environment (CDE).

Bentley Systems Incorporated, dzięki przejściu firmy Synchro (06.2018 r.) poszerzył swoją ofertę o oprogramowanie do modelowania budowy 4D – Synchro, które umożliwia układanie harmonogramu i zarządzanie projektem. W konsekwencji tego Bentley powiększył spektrum rozwiązań ProjectWise dla branży budowlanej, która już teraz obejmuje komponent ConstructSim – wiodącą aplikację do modelowania budowy 4D w zakresie realizacji projektów zakładów przemysłowych. Dzięki zarządzaniu projektem budowlanym w 4D korzyści wynikające z wykorzystania BIM mogą objąć realizację projektu infrastrukturalnego oraz cykl „życia” przedsięwzięcia projektowego, ponieważ tradycyjnie

niepowiązane procesy pracy ulegają cyfryzacji.

W oprogramowaniu Synchro rezultaty 3D BIM są powiązane z wymiarem czasowym 4D, co za pośrednictwem cyfrowych procesów pracy umożliwia wewnętrzną i realistyczną synchronizację strategii budowy, struktury podziału prac, harmonogramu, kosztów, materiałów, logistyki łańcucha dostaw i postępów. Modelowanie budowy 4D w oprogramowaniu Synchro odpowiednio uwzględnia pozostałe zmienne etapu budowy (czynnik ludzki, materiały, wyposażenie, konstrukcje tymczasowe i przestrzeń) w celu zapewnienia bezpiecznej, niezawodnej i przewidywalnej realizacji projektu. Oprogramowanie Synchro daje możliwość we-

wnętrznego układania harmonogramu CPM, choć użytkownicy mogą również korzystać z zewnętrznych harmonogramów projektu.

Przez synchronizację zmian wynikających z BIM, harmonogramu i/lub warunków terenowych oprogramowanie Synchro zapewnia lepszy wgląd zarówno w dane projektowe, jak i w projekt, przyspieszając i ułatwiając komunikację oraz analizowanie wpływu zmian na cały proces realizacji projektu. Dzięki temu użytkownicy oprogramowania Synchro mogą również porównywać alternatywne strategie budowy, nawet na wczesnych etapach procesu projektowania i przetargu, a także oceniać wykonalność i wydajność różnych wariantów, uzyskując wgląd zapewniający najlepsze możliwe wyniki budowy.

Dzięki zintegrowaniu modelowania budowy 4D w oprogramowaniu Synchro ze środowiskiem CDE platformy ProjectWise niespotykane dotąd postępy w cyfrowych procesach pracy mogą przynieść korzyści podczas realizacji projektu infrastrukturalnego. Po raz pierwszy synchroniza-

cja zmian umożliwia zagwarantowanie, że rezultaty BIM będą uwzględniać zmiany powstałe podczas budowy, ujednoliciając cyfrowe modele inżynierskie odzwierciedlające etapy projektowania, budowy i eksploatacji w celu zwiększenia wydajności projektu oraz majątku trwałego.

Oprogramowanie Synchro – „oś czasu przedsięwzięcia projektowego” jest wykorzystywane na całym świecie, szczególnie w projektach budynków oraz infrastruktury lądowej.

Jedną z realizacji jest londyńska linia Crossrail, w której oprogramowanie do budownictwa cyfrowego Synchro uzupełniło portfolio aplikacji BIM i środowisko CDE, dzięki innowacyjnemu zastosowaniu tworzenia pakietów prac w oparciu o technologię pracy w chmurze iModel firmy Bentley Systems. Budowa linii Crossrail, największego europejskiego projektu budowlanego w tym okresie, dobiega właśnie końca i jest realizowana na czas i w ramach budżetu.

Oprogramowanie Synchro stało się standardem dla najlepszych firm budowlanych, wykorzystujących BIM podczas realizacji projektów. ◀



Fot. Modelowanie budowy 4D stacji Crossrail w oprogramowaniu Synchro



# ZWCAD 2019 – niezbędny CAD w każdym biurze projektowym

**SZANSA Sp. z o.o.**  
**Usługi Informatyczne**  
 ul. Chryzantemowa 5  
 43-300 Bielsko-Biała  
 tel. 33 307 01 95, 33 474 04 03  
 faks 33 470 65 18  
 biuro@zwcad.pl  
 www.zwcad.pl



Każda realizacja opiera się na przygotowanej wcześniej dokumentacji, a trudno sobie wyobrazić tworzenie dokumentacji projektowej w biurze konstrukcyjnym bez podstawowego narzędzia, jakim jest, w mojej ocenie, ZWCAD. Ukazała się kolejna odsłona ZWCAD 2019, gdzie znajdziemy wiele nowych narzędzi, które z pewnością ułatwią pracę i przyczynią się do powstania wielu projektów.

ZWCAD jest programem bardzo intuicyjnym, mającym dwa niezależne interfejsy, nowoczesny – wstążkowy, w którym polecenia zgrupowane są w górnej części okna programu oraz drugi – klasyczny, gdzie polecenia umieszczone są na tradycyjnych paskach narzędzi. Ciekawym rozwiązaniem jest możliwość wyświetlania klasycznych pasków narzędzi przy korzystaniu z interfejsu wstążkowego.

ZWCAD obsługuje format zapisu i odczytu DWG oraz DXF włącznie z najnowszym formatem 2018, dzięki czemu praktycznie każdy rysunek będzie można otworzyć. To oznacza, że można wymieniać się rysunkami zapisanymi w różnych wersjach rocznikowych bez

potrzeby poszukiwania konwerterów. Z każdego rysunku można utworzyć dokument w formie PDF, gdzie do przeglądania dokumentu wystarczy zwykła przeglądarka PDF-ów, co jest niezwykle wygodne. Najnowsze wydanie ZWCAD 2019 przynosi wiele istotnych nowości, w tym **możliwość tworzenia i edycji bloków dynamicznych**, co niewątpliwie wpłynie na bardziej efektywny proces projektowania. Dodano **plywające okno zarządzania warstwami**, które może być stale widoczne i nie trzeba go zamykać po każdorazowej edycji warstw. Można dokonywać zmian w rysunku mając okno warstw na wierzchu i w łatwy sposób przechodzić

między warstwami oraz dokonywać modyfikacji. Kolejne dodane narzędzie pozwala **podłączać podkłady PDF** wraz z możliwością sterowania widocznością warstw zawartych w PDF. Wstawiony plik można przyciąć i korzystać także z OSNAP-ów, aby można było podczas rysowania korzystać z istniejących punktów PDF-a wektorowego. Dodano również **skalę opisową obiektów**, dzięki czemu przy wykorzystaniu różnych skali w rzutniach łatwo można zaktualizować obiekty opisowe bez potrzeby stosowania wielu stylów wymiarowania. Kolejną ciekawostką jest możliwość rysowania z wykorzystaniem **śledzenia względem osi Z**. Dzięki temu nie ma potrzeby tworzenia lokalnego układu współrzędnych i w łatwy sposób można rysować w 3D.

**ZWCAD 2019** ma przyciemniony interfejs, który nie powoduje nadmiernego zmęczenia oczu, przy czym dodano także możliwość pracy z interfejsem jaśniejszym dla osób przyzwyczajonych do pracy z takim tłem. ZWCAD 2019 ma funkcję **wprowadzania dynamicznego**, co pozwala płynnie moni-

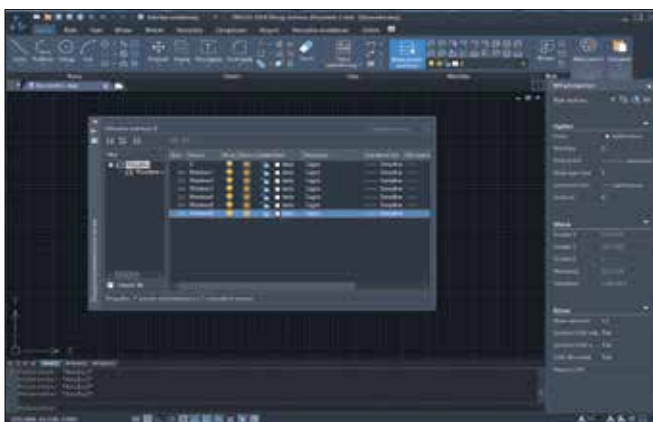
torować wielkość rysowanych obiektów oraz warto wspomnieć o dostępnych **uchwytach kreskowania**, przez co łatwo można modyfikować istniejący obszar.

ZWCAD charakteryzuje się elastycznym licencjonowaniem – oferując możliwość naprzemiennego korzystania z licencji na wielu stanowiskach – zarówno w przypadku licencji jednostanowiskowych (do wyboru na kluczu USB lub w postaci kodu programowego) jak i licencji sieciowej. Licencje są bezterminowe.

Również polityka uaktualnień jest przyjazna dla posiadacza licencji – corocznie ukazujące się aktualizacje dostępne są odpłatnie, a ich zakup jest dobrowolny. Cena upgrade jest stała, niezależnie od wersji, z której aktualizowana jest licencja.

ZWCAD jest dobrym rozwiązaniem dla przetwarzania dokumentacji projektowej na każdym etapie inwestycji – zawiera wszelkie niezbędne narzędzia, a praca na nim jest prosta i intuicyjna.

Paweł Matysiak  
 SZANSA Sp. z o.o.  
 Usługi Informatyczne ◀





B I E L B E T  
B I B L I O T E K I  
B I M





© goir - Fotolia.com

# Prawo a BIM

Technologia BIM znajduje coraz szersze zastosowanie na polskim rynku budowlanym. Sięgają po nią coraz intensywniej zamawiający publiczni. Nie można jednak zapominać, że jej zastosowanie wiąże się z istotnymi kwestiami natury prawnej.

radca prawny **Kamil Stolarski**  
doktorant na Wydziale Prawa i Administracji  
Uniwersytetu Jagiellońskiego

Technologia BIM coraz śmielej wykorzystywana jest w polskim budownictwie, także przez zamawiających w zamówieniach publicznych. W maju 2017 r. Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania w m. st. Warszawie sp. z o.o. opublikowała ogłoszenie o zamówieniu na „Zaprojektowanie i rozbudowę Instalacji Termicznego Przekształcania Odpadów na terenie Zakładu Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych (ZUSOK) w Warszawie”. W ramach jego realizacji metodyka BIM ma znaleźć szerokie zastosowanie. W czerwcu 2018 r. Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. ogłosiły postępowanie

na „Wykonanie modeli BIM projektowanych obiektów infrastruktury elektroenergetycznej”. W lipcu 2018 r. swój pierwszy przetarg na roboty budowlane, które mają przebiegać z wykorzystaniem technologii BIM, ogłosiła Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Mowa tutaj o postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego na zaprojektowanie i budowę obwodnicy Zatora, w ciągu DK28.

## Prawo zamówień publicznych

Jak widać z powyższego, **pisząc o prawnych aspektach BIM nie można pominąć pra-**

## wa zamówień publicznych.

Zostało ono uregulowane na poziomie krajowym w ustawie z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (tj. Dz.U. z 2017 r., poz. 1579; dalej: Ustawa Prawo zamówień publicznych). W przypadku prawa europejskiego kluczowa jest tutaj dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/24/UE w sprawie zamówień publicznych, uchylająca dyrektywę 2004/18/WE (Dz.U.UE.L. z 2014 r., nr 94, s. 65; dalej: Dyrektywa klasyczna).

Należy podkreślić, że **Prawo zamówień publicznych pozwala stosować na inwestycjach publicznych technolo-**

**gię BIM.** Dyrektywa klasyczna i Ustawa Prawo zamówień publicznych nie zawierają żadnych przepisów, które by zastosowanie tej technologii wykluczały bądź ograniczały. Oba te akty wręcz wskazują pośrednio na możliwość zastosowania metodyki BIM. Ma to miejsce w art. 22 ust. 4 Dyrektywy klasycznej i art. 10e Ustawy Prawo zamówień publicznych, gdzie mowa jest o narzędziach elektronicznego modelowania danych budowlanych [1].

Należy jednak pamiętać, że zamawiający w zamówieniach publicznych powinni uwzględnić specyfikę realizacji inwestycji budowlanej w oparciu



o metodykę BIM. Wymaga to odpowiedniego przygotowania i przede wszystkim należytego ujęcia w specyfikacji istotnych warunków zamówienia. Ważne jest tutaj, aby odbyło się to w sposób zapewniający spójność dokumentacji przetargowej – nie należy się ograniczać do zmian w opisie przedmiotu zamówienia (i programie funkcjonalno-użytkowym). Stosowne klauzule powinny pojawić się także w umowie o realizację zamówienia publicznego.

**W przypadku publicznych inwestycji warto w szczególności zastosować technologię BIM w oparciu o tzw. open-BIM. BuildingSMART International definiuje to pojęcie jako „uniwersalne podejście do opartego na współdzieleniu projektowania, budowania i zarządzania obiektami budowlanymi bazujące na otwartych standardach i metodach działania (workflows)”. Podejście to zostało zainicjowane i jest rozwijane przez buildingSMART – międzynarodową organizację, której oddział ma wkrótce szansę powstać w Polsce. Dzięki funkcjonowaniu standardu danych IFC i przyjęciu przez International Organization for Standardization normy ISO 16739 (Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries) do wymiany danych w budownictwie i zarządzania obiektami – możliwe jest stosowanie technologii BIM bez narażenia się przez zamawiającego na zarzut ograniczania konkurencji i bez istotnego ryzyka zamknięcia technologicznego [2]. Należy bowiem pamiętać, że zgodnie z art. 29 ust. 2 Ustawy Prawo zamówień publicznych „przedmiotu zamówienia nie można opisywać w sposób, który mógłby utrud-**

niać uczciwą konkurencję”. Bez zastosowania IFC i ograniczeniu się do stosowania natywnych formatów danych istnieje duże prawdopodobieństwo naruszenia tej normy prawnej.

## Prawo własności intelektualnej

**Kolejną dziedziną prawa, którą należy wziąć pod uwagę w przypadku zastosowania technologii BIM jest prawo własności intelektualnej.** Modelowanie w dużym zakresie stanowi proces twórczy, który prowadzi do powstania utworów, o których mowa w art. 1 ust. 1 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tj. Dz.U. 2017 r., poz. 880). Zgodnie z tym przepisem utworem jest „każdy przejaw działalności twórczej o indywidualnym charakterze, ustalony w jakiegokolwiek postaci, niezależnie od wartości, przeznaczenia i „sposobu wyrażenia”. Tym samym **niejednokrotnie modele BIM będą przedmiotem autorskich praw majątkowych i osobistych.**

Kwestia ta powinna znaleźć odpowiednie odzwierciedlenie w zawieranych przez zamawiającego i wykonawcę umowach. Należy pamiętać, że przeniesienie autorskich praw majątkowych albo udzielenie licencji na korzystanie z utworów jest możliwe, ale powinno być to ujęte w umowie. Nie można natomiast przenieść autorskich praw osobistych, które zawsze przysługują twórcy. Wobec tego nie możemy go pozbawić możliwości realizacji tych praw, aczkolwiek dopuszczalne jest zobowiązanie go do tego, aby tego nie czynił. Dodatkowo, **szczególnie w przypadku modeli BIM, ważne jest wprowadzenie do umowy postanowienia dotyczącego prawa do zezwalania na wykonywanie**

**zależnych praw autorskich.** Zgodnie bowiem z art. 46 wyżej wskazanej umowy „jeżeli umowa nie stanowi inaczej, twórca zachowuje wyłączne prawo zezwalania na wykonywanie zależnego prawa autorskiego, mimo że w umowie postanowiono o przeniesieniu całości autorskich praw majątkowych”. Mowa tutaj o możliwości rozporządzenia i korzystania z opracowania cudzego utworu, to jest między innymi jego przeróbki lub adaptacji.

Niemniej prawa autorskie nie są jedynymi prawami własności intelektualnej, które pojawiają się w przypadku zastosowania technologii BIM. Należy przede wszystkim pamiętać, że opiera się ona de facto na zbieraniu i zarządzaniu danymi. Powstałe w ten sposób bazy danych mogą podlegać ochronie określonej w ustawie z dnia 27 lipca 2001 r. o ochronie baz danych (Dz.U. z 2001 r., nr 128, poz. 1402). Zgodnie z art. 2 ust. 1 pkt 1 tej ustawy przez bazę danych rozumie się „zbiór danych lub jakichkolwiek innych materiałów i elementów zgromadzonych według określonej systematyki lub metody, indywidualnie dostępnych w jakikolwiek sposób, w tym środkami elektronicznymi, wymagający istotnego, co do jakości lub ilości, nakładu inwestycyjnego w celu sporządzenia, weryfikacji lub prezentacji jego zawartości”. **Producenci baz danych przysługuje wyłączne i zbywalne prawo pobierania danych i wtórnego ich wykorzystania w całości lub w istotnej części.**

Wróćmy jeszcze do ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych. Obok utworów chroni ona także prawo do programów komputerowych. Do jakiegokolwiek formy korzystania z oprogramowania komputerowego potrzebne jest zezwolenie

uprawnionego (por. wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 25 czerwca 2002 r., sygn. akt: SA/Bk 1232/01). Ma to istotne znaczenie dla wykorzystania technologii BIM. Wiąże się ono bowiem z używaniem niejednokrotnie licznych programów komputerowych, nierzadko w postaci wtyczek do programów głównych.

## Kontrakty

Dyskusja o BIM nieodłącznie wiąże się z kwestią kontraktowania. Często w tym kontekście powoływany jest model IPD (Integrated Project Delivery), związany z podpisywaniem umowy przez kilka podmiotów (poza inwestorem i generalnym wykonawcą, także z projektantem, architektem i kluczowymi podwykonawcami). W Polsce tego typu kontrakty jeszcze nie funkcjonują i nie wiadomo, czy mają szansę zaistnieć – z uwagi na naszą kulturę prawną i sposób funkcjonowania rynku. Niemniej BIM w istotny sposób wpływa na przebieg procesu realizacji inwestycji, a co za tym idzie na kształt umów i ich wzorów. Dodatkowo, o czym nie zawsze się pamięta, powstaje konieczność opracowania nowych kontraktów, których przedmiotem są zamówienia typowe dla technologii BIM. Mowa tutaj na przykład o umowie na modelowanie, czy też umowie na przeprowadzenie inwentaryzacji z wykorzystaniem skaningu laserowego i chmury punktów. Przy tym należy pamiętać, że funkcjonujemy w polskim porządku prawnym i wszelkie postanowienia umowne powinny być dostosowane do przepisów krajowych i europejskich. Aczkolwiek warto inspirować się treścią wzorców kontraktowych stosowanych na świecie, to proste przeniesienie obecnych w nich klauzul do umów dotyczących zamówień

realizowanych w Polsce na podstawie prawa polskiego może być ryzykowne. Tak czy inaczej powinniśmy pamiętać o zasadzie swobody umów i o tym, że zgodnie z art. 353(1) Kodeksu cywilnego „strony zawierające umowę mogą ułożyć stosunek prawny według swego uznania, byleby jego treść lub cel nie sprzeciwiał się właściwości (naturze) stosunku, ustawie ani zasadom współżycia społecznego”. Pozwala to na dużą swobodę, a ukształtowanie kontraktu w dużym stopniu zależy od woli stron.



## Prawo budowlane

**Prawo budowlane nie stoi dziś na przeszkodzie do zastosowania technologii BIM, aczkolwiek jego kształt nie ułatwia jej zastosowania.**

Mam na myśli przede wszystkim formę, w jakiej przedkłada się do organów administracji projekt budowlany. Istnieją wątpliwości, czy forma elektroniczna jest tutaj dopuszczalna. Na ten moment ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tj. Dz.U. z 2017 r., poz. 1332) nie dopuszcza wprost takiej możliwości a i w praktyce trudno sobie wyobrazić złożenie projektu budowlanego w tej formie. Niemniej w przyszłości może – i powinno – się to zmienić. Już w dostępnych projektach procedowanego Kodeksu urbanistyczno-budowlanego można znaleźć przepis dopuszczający taką możliwość. Analogiczne problemy powstają w kontekście dziennika budowy. Nie jest jasne, czy może on być prowadzony elektronicznie. Przepisy rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki, tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeń-

stwa pracy i ochrony zdrowia (t.j. Dz.U. z 2018 r., poz. 963) sugerują jednoznacznie, że dopuszczalna jest wyłącznie forma pisemna. **Biorąc pod uwagę, jakie możliwości daje technologia BIM w kontekście rejestracji zdarzeń zachodzących na budowie, należy postulować zmianę tych przepisów i dopuszczenie wprost możliwości prowadzenia dziennika budowy w formie elektronicznej.**

Zresztą, przyzwyczajenie do formy pisemnej – zarówno przez uczestników procesu budowlanego, jak i organy administracji publicznej – sprawia, że częstą praktyką jest równoległe prowadzenie komunikacji w formie elektronicznej i papierowej. Wydaje się to zrozumiałe i może być elementem pewnego okresu przejściowego, który zapewne z czasem zakończy się pełną cyfryzacją.

## Podsumowanie

Powyżej omówiono tylko niektóre, niemniej te najbardziej kluczowe, aspekty prawne zastosowania technologii BIM. Co istotne, wraz z rozwojem rynku i samej technologii kwestie regulacyjne z jednej strony, a kontraktowe z drugiej mogą mieć coraz większe znacze-

nie. Wystarczy zwrócić uwagę na funkcjonujące, chociażby w Stanach Zjednoczonych wzorce kontraktowe, które zawierają rozwiązania nieznanne w Polsce. Być może w przyszłości pojawi się możliwość zastosowania zintegrowanego procesu budowlanego funkcjonującego dziś w wielu państwach na świecie. Pozwoli to opracować własne wzorce kontraktowe, w pełni wykorzystujące możliwości wynikające z zastosowania BIM. Analogiczne zmiany powinny mieć miejsce w regulacjach prawnych. Przykładowo, już teraz nic nie stoi na przeszkodzie, aby dokonywać zgłoszeń podwykonawców w kontekście modelu BIM, z dokładnym oznaczeniem zakresu prac, który mają wykonać – z możliwością wygenerowania wynagrodzenia i innych istotnych parametrów umowy. Jeszcze niedawno pozwoliłoby to na zrealizowanie procedury niezbędnej do powstania odpowiedzialności solidarnej inwestora (generalnego wykonawcy bądź dalszych podwykonawców), o której mowa w art. 647(1) Kodeksu cywilnego. Jednak po zmianie, jaka nastąpiła w czerwcu 2017 r. stało się to niemożliwe. Zgodnie bowiem z aktualnym brzmieniem

art. 647(1) § 4 Kodeksu cywilnego zgłoszenie podwykonawcy i sprzeciw do niego wymaga zachowania formy pisemnej, w dodatku pod rygorem nieważności. Rozwiązanie to nie wydaje się dobre. Po wprowadzeniu do Kodeksu cywilnego formy dokumentowej powstała możliwość zastrzegania jej pod rygorem nieważności – i takie zastrzeżenie dla wyżej wskazanych zgłoszenia i sprzeciwu byłoby całkowicie wystarczające. Zapewne w przyszłości takie rozwiązanie pojawi się w Kodeksie cywilnym.

Tymczasem, jak wskazano na początku, technologia BIM jest coraz śmielej stosowana na rynku, rośnie świadomość między innymi inwestorów i zwiększa się portfel zamówień realizowanych z wykorzystaniem BIM. Pociągnie to za sobą niewątpliwie wzrost wiedzy na temat prawnych aspektów BIM, do czego też mam nadzieję przyczyni się niniejszy tekst.

## Literatura

1. Stolarski K., *Elektroniczne modelowanie danych budowlanych*, Przetargi Publiczne, 5/2017.
2. Stolarski K., *OpenBIM kompatybilny z prawem*, Materiały Budowlane, 3/2018. ◀

**OPEN BIM™**

# GRAPHISOFT ARCHICAD 22

ARCHICAD 22 koncentruje się na dalszym udoskonalaniu procesu projektowania i tworzenia dokumentacji fasad i ścian kurtynowych. Ponadto najnowsza wersja wprowadza szereg ułatwień w modelowaniu oraz zarządzaniu informacjami, a opatentowana technologia błyskawicznie generuje nawet najbardziej złożone widoki 2D.

# BIM

OD A DO Z

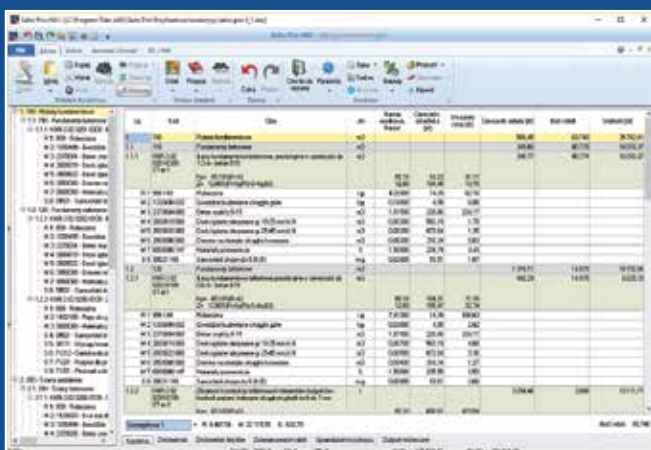


**GRAPHISOFT CENTER**

WSC Witold Szymanik i S-ka Sp. z o.o.  
Brukselska 44 lok. 2, 03-973 Warszawa  
tel.: +48 22 638 68 85 • +22 638 07 85, fax: +48 22 638 07 74  
e-mail: archicad@wsc.pl, www.archicad.pl

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





### SeKo PRiX/SMART/WKI 13.1

Rodzina programów SeKo PRiX/SMART/WKI to aplikacje pozwalające na sporządzanie wszelkich rodzajów wycen robót i obiektów budowlanych. Wyceny mogą być sporządzane na różnych poziomach szczegółowości – począwszy od typowego kosztorysu szczegółowego, przez metodę uproszczoną wykorzystującą ceny jednostkowe robót, aż po wyceny na poziomie cen elementów lub całych obiektów budowlanych. Elastyczna struktura wyceny pozwala płynnie łączyć ze sobą szczegółową i uproszczoną metodę kosztorysowania.

Mimo obecności wielu zaawansowanych funkcji programy są łatwe w obsłudze nawet dla osób mających niewielkie doświadczenia ze specjalistycznym oprogramowaniem. Poza rozbudowaną

bazą katalogową, warto zwrócić uwagę na pełną współpracę ze wszystkimi cennikami SEKOCENBUD dostępnymi w formie elektronicznej.

Aktualizacje programów publikowane są co pół roku.

Najnowsza aktualizacja – do wersji 13.1 (czerwiec 2018 r.) wiąże się z następującymi zmianami:

- baza katalogowa została rozbudowana do 285 katalogów – dodany został KNR-O 9-27 „Ocieplenia ścian i stropów budynków i budowli w technologiach firmy Dryvit”
- udostępniona została możliwość edycji złożonych przedmiarów bezpośrednio w oknie właściwości działu/pozycji
- wprowadzone zostało zabezpieczenie (blokada) przed niezamierzoną utratą złożonego przedmiaru podczas bezpośredniej zmiany ilości robót
- do wydruków wprowadzone zostały nowe wartości predefiniowane (lista cenników użytych w kosztorysie, lista cenników wybranych do wyceny, sumy elementów kosztów bezpośrednich)
- rozbudowane zostały możliwości obliczania narzutów od wartości kosztorysu – obliczenia narzutów kwotowych mogą wykorzystywać predefiniowane zmienne globalne, co pozwala na bardzo elastyczne definiowanie dopłat i potrąceń przy zachowaniu prawidłowej struktury kosztorysu
- wprowadzony został również szereg drobnych usprawnień w interfejsie programu (np. pogrubianie wyników częściowych w przedmiarach) oraz wyeliminowane zostały błędy zgłoszone przez użytkowników.

Wszystkie programy z rodziny SeKo współpracują z plikami .ifc co pozwala na wycenę modeli BIM.

**Producent: Ośrodek Wdrożeń  
Ekonomiczno-Organizacyjnych Promocja Sp. z o.o.**

### ARCHICAD 22 – nowe możliwości

ARCHICAD to jedna z najpopularniejszych aplikacji do projektowania. Prosta idea, która towarzyszy twórcom aplikacji od jej pierwszej wersji, czyli tworzenia wielobranżowej dokumentacji na podstawie trójwymiarowego modelu, świetnie rozwija się w dobie technologii BIM.

ARCHICAD 22 koncentruje się na dalszym udoskonalaniu procesu projektowania i tworzenia dokumentacji fasad i ścian kurtynowych. Całkowicie przebudowana funkcjonalność *Przegród strukturalnych* zapewnia architektom wygodny zestaw narzędzi pozwalający tworzyć systemy fasad oraz przegród wewnętrznych wykorzystujących struktury modułowe zorganizowane hierarchicznie. Projektanci mogą z łatwością tworzyć urozmaicone przeogrody składające się z powtarzających się grup elementów, w zgodzie z lokalnymi wymogami dotyczącymi dokumentacji i zestawień materiałowych. W programie ARCHICAD 22 wprowadzono istotne udoskonalenia zwiększające wydajność obrazowania graficznego, zapewniające płynną i natychmiastową nawigację 2D niezależnie od rozmiarów i złożoności projektów.

*Edytor Profili złożonych* w programie ARCHICAD 22 łączy w sobie siłę projektowania parametrycznego ze swobodą graficznego projektowania profili. Możliwości definiowania parametrycznych krawędzi w *Edytorze profili* pozwalają tworzyć bardziej inteligentne profile dla *ścian, belek i słupów*. Krawędzie profili mogą być zmieniane dynamicznie, w odniesieniu do wybranego profilu z wykorzystaniem metod graficznych lub poprzez modyfikowanie parametrów w oknie „Ustawień”.

ARCHICAD 22 pozwala wykorzystywać wyrażenia logiczne i matematyczne do generowania właściwości lub ich wartości

dla elementów projektu. Można dzięki temu płynnie zarządzać informacjami zawartymi w projekcie, zwanymi komponentem „I” w BIM. Pełne dane dotyczące cech i właściwości komponentów projektu (w tym *struktur warstwowych* i *profilów złożonych*) mogą być eksportowane do specjalizowanych aplikacji w celu wykonania przedmiarów, kosztorysów lub harmonogramów, również z wykorzystaniem standardów IFC2x3 i IFC4.

ARCHICAD 22 wyposażony jest w najnowszy silnik renderujący Maxon (R19) CineRender, który pozwala wykonywać hiperrealistyczne wizualizacje bezpośrednio w programie ARCHICAD. Renderingi można też tworzyć w dwóch trybach stereo oraz w formie panoram 360°.

**Producent: GRAPHISOFT**



## Nowości w BricsCAD V18 BIM

Rozważając wprowadzenie technologii BIM do swojej firmy, powinniśmy wziąć pod uwagę potencjalną przyszłość oprogramowania, na które się decydujemy i możliwości rozwoju danego modułu. W porównaniu do poprzedniej wersji znacząco usprawniono istniejące funkcje oraz wprowadzono zupełnie nowe narzędzia.

### Najważniejsze nowości

- **Oznaczanie pokoi** – oprócz lokalizacji, nazwy oraz pola powierzchni, pokoje mają teraz przypisaną reprezentację bryłową. Oznacza to, że bez trudu jesteśmy w stanie określić kubaturę pomieszczenia. Program jest w stanie automatycznie rozpoznać przestrzeń pokoju.
- **Szyki parametryczne** – użycie parametrów szyku pozwala utworzyć łatwo edytowalny blok z wieloma powtarzającymi się elementami jak np. schody.
- **Projektowanie konstrukcji** – BricsCAD BIM rozpoznaje i klasyfikuje elementy liniowe jako belki, kolumny itp. Pozwala również na tworzenie konstrukcji przez nadanie odpowiednich własności narysowanym liniom. Rodzaj umocnienia można wybrać ze wbudowanej biblioteki standardów lub naszkicować dowolny kształt przekroju. Narzędzie do łączenia belek automatycznie proponuje kilka możliwych rozwiązań połączenia i automatycznie przycina elementy.
- **Sugestia BIM** – w miejscach, gdzie łączą się ze sobą elementy o nadanych kompozycjach BIM, użytkownik może edytować długości warstw elementów (np. izolację, warstwę cegieł, beton itd.), aby otrzymać połączenie o wymaganych parametrach.
- **Klasyfikacja BIM** – BricsCAD BIM dzieli elementy modelu na 4 główne grupy: podstawowe, architektoniczne, serwisowe

i konstrukcyjne. Osobne pliki z modelami mogą być wczytane jako odnośnik zewnętrzny i sklasyfikowane w odpowiedniej kategorii.

- **Tworzenie okien** – nowe narzędzie pozwala tworzyć okna o dowolnym kształcie na podstawie zamkniętej polilinii.
- **Import IFC** – możliwości wymiany danych przez pliki IFC zostało znacznie rozszerzone.
- **BIMFY** – inteligentne polecenie umożliwiające szybkie nadanie właściwości BIM obiektom bryłowym. Automatycznie klasyfikuje elementy oraz rozpoznaje pokoje.
- **Wyodrębnienie danych** – narzędzie, dzięki któremu w szybki sposób można wyeksportować dane wybranych elementów do arkusza kalkulacyjnego (w tym informacje o poszczególnych warstwach kompozycji); szczególnie przydatne do tworzenia kosztorysów.

**Generalny dystrybutor: Grupa Vector Software**



## Najnowsza wersja ZWCAD 2019 już dostępna

Ukazała się kolejna odsłona popularnego programu CAD do przygotowywania dokumentacji projektowej – ZWCAD 2019. Do programu wprowadzono sporo nowości, m.in.:

### ■ Tworzenie i edycja bloków dynamicznych

Po raz pierwszy w ZWCAD można tworzyć i edytować bloki dynamiczne. Otwierają się one w edytorze bloków, gdzie dostępne są narzędzia do edycji i tworzenia bloków dynamicznych.

### ■ Podkładanie PDF

W wersji 2017 i 2018 można było konwertować pliki PDF do formatu DWG. W wersji 2019 istnieje również możliwość podkładania pod rysunek plików PDF, podobnie jak rastrów, a także sterowania

wyświetlaniem ramki, używania uchwytów do elementów w PDF oraz przycinania PDF-ów.

### ■ Skala opisowa

W ZWCAD 2019 można wyświetlać, tworzyć i edytować skalę opisową. Dzięki temu w przestrzeni papieru elementy takie jak wymiary, teksty, bloki, kreskowania itp. mogą być wyświetlane w przestrzeni papieru w jednakowej skali niezależnie od skali rzutni.

### ■ Drukowanie grupowe w przestrzeni modelu

ZWCAD 2019 daje możliwość jednoczesnego drukowania wielu arkuszy w przestrzeni modelu. Służy do tego polecenie ZWPLOT.

### ■ Dokowane okno warstw

Obecnie paletę warstw można przenieść w dowolne miejsce, również na inny monitor. Okno warstw może być wyświetlane ciągle podczas pracy.

### ■ Śledzenie wzdłuż osi Z w trybie pracy 3D

Śledzenie biegunowe pozwala na rysowanie również w kierunku osi Z, bez potrzeby konstruowania pomocniczych, dodatkowych linii.

### ■ Możliwość ustawienia jasnego interfejsu

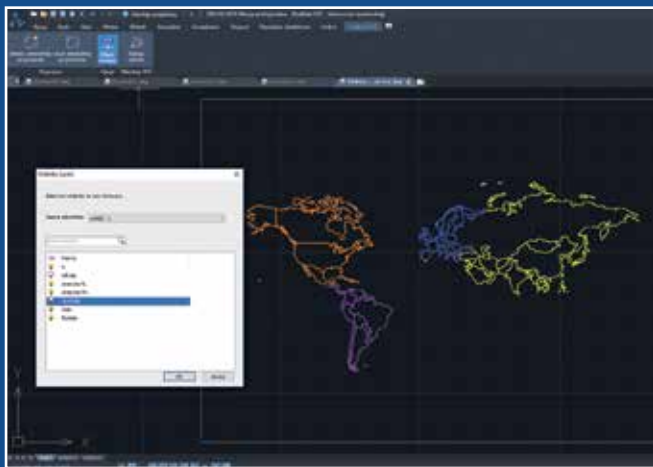
ZWCAD 2019 oferuje zmianę koloru interfejsu z ciemnego na jasny. Domyślnie włączony jest ciemny interfejs. Ustawienie można zmienić w oknie Opcje, w zakładce Wyświetlanie.

### ■ Pola, bloki i atrybuty

Ulepszono obsługę pól wstawianych do atrybutów. Obecnie można już wstawić do bloku np. współrzędne punktu tak, aby zmieniały się one wraz z położeniem bloku.

### ■ Podkładanie plików DWFx.

Program ZWCAD 2019 można bezpłatnie testować w pełni funkcjonalnie przez okres 30 dni od zainstalowania. Wersję testową można uzyskać na stronie [www.zwcad.pl](http://www.zwcad.pl).



**Producent: ZWSOFT**

# FRANKI Nowej Generacji®

## – pale o dużej nośności i małej średnicy

**FRANKI POLSKA Sp. z o.o.**  
ul. Jasnogórska 44  
31-358 Kraków  
tel. 12 622 75 60  
faks 12 622 75 70  
info@frankipolska.pl  
www.frankipolska.pl



Prosta i ekonomiczna technologia oraz bezpieczeństwo – to najważniejsze cechy pali FRANKI NG. Od przeszło 100 lat dzięki dopracowanej technice i wysokiemu standardowi wykonania, pale FRANKI zostały pozytywnie zweryfikowane w bardzo różnorodnych warunkach gruntowych. Jest to jedna z najstarszych technologii głębokiego fundamentowania.

### Technologia

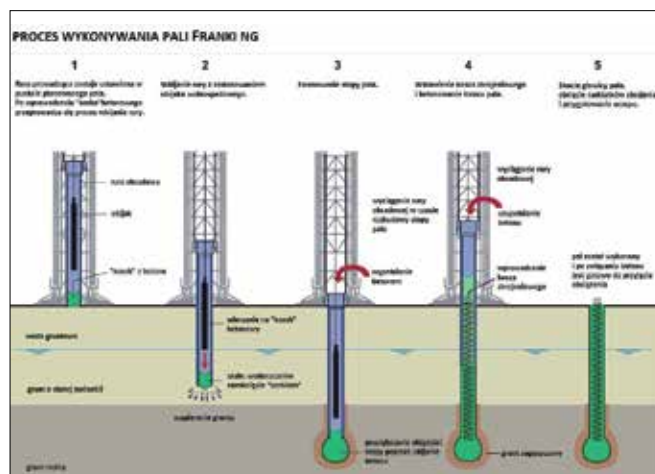
Pale FRANKI NG są wykonywane metodą dynamiczną przy zastosowaniu rury prowadzącej wielokrotnego użytku. Na początku tego procesu,

rura prowadząca zostaje zakorkowana warstwą betonu lub żwiru. Następnie swobodnie opadającym ubijakiem uderza w „korek” i powoduje pogrążanie rury w grunt.

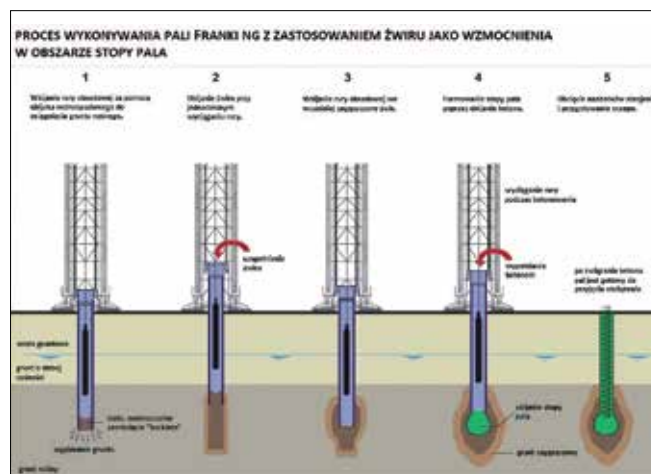
Ilość uderzeń na metr zagłębienia rury (posuw rury) określa pracę, która odzwierciedla nośność danego gruntu.

Po osiągnięciu odpowiedniej głębokości zaczyna się formo-

wanie stopy pała przez odpowiednie ubijanie betonu. Po jej uformowaniu wprowadzany jest do rury kosz zbrojeniowy i rozpoczyna się proces betonowania trzonu pała.



Rys. 1. Proces wykonywania pali FRANKI NG



Rys. 2. Proces wykonywania pali FRANKI NG z zastosowaniem żwiru jako wzmocnienia w obszarze stopy pała

Tab. Główne parametry żelbetonowych pali przemieszczeniowych formowanych w gruncie

Pale FRANKI NG	
Średnica pała	Ø 420, Ø 510, Ø 560, Ø 610, Ø 710 mm
Ciężar ubijaka	od 3,0 do 6,0 ton
Formowanie pała	wbijanie rury obsadowej aż do osiągnięcia określonego poziomu wpędu, możliwość skorygowania gruntu poduszką żwirową
Formowanie podstawy pała	wykonanie betonowej stopy pała
Osiągana nośność w zależności od gruntu	od 2,0 do 7,0 MN (wartości obliczeniowe)
Nachylenie	można wykonywać pale pochylone w stosunku 4:1



Fot. Palowanie pod nowy silos na cukier w Chełmży



## Obiekty szczególnie nadające się do posadowienia na palach FRANKI NG

Pale FRANKI NG mogą być stosowane w bardzo zróżnicowanych warunkach gruntowych, zwłaszcza gdzie zachodzi potrzeba przejścia dużych obciążeń lub tam, gdzie nośny grunt znajduje się na dużej głębokości, w szczególności dla:

- obiektów wrażliwych na nierównomierne osiadanie
- obiektów posadowionych na słabych gruntach
- przyczółków i filarów mostów
- elektrowni konwencjonalnych i ekologicznych
- hal i budynków przemysłowych
- budynków wysokich
- instalacji i zbiorników przemysłowych.

Zalety pali FRANKI NG:

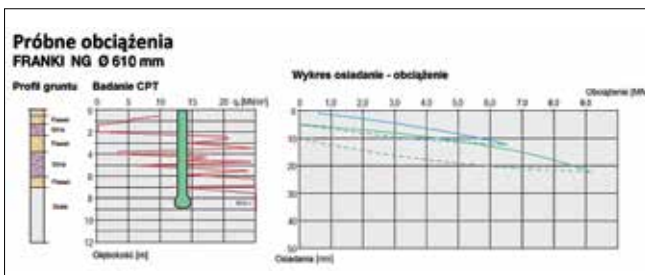
- kontrola nośności i możliwość korekty warunków gruntowych
- eliminacja nierównomierności osiadań
- równomierny rozkład naprężeń w stopie fundamentowej
- duże nośności przy małych średnicach
- doszczelnianie warstw
- wodoszczelność
- przenoszenie dużych sił poziomych przez wykonanie pali koźlowych
- sprawdzony sposób posadowienia nawet w wyjątkowo trudnych (skażonych) podłożach
- BHP – suche i stabilne platformy robocze, wysoki poziom bezpieczeństwa pracowników
- gwarancja nośności dla każdego wykonanego pala, a nie tylko dla pali próbnych.

## Główne zalety pali FRANKI NG

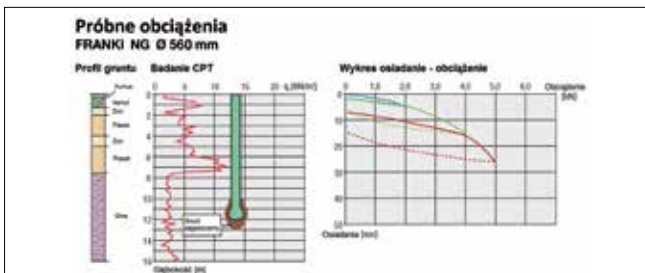
Pale FRANKI NG są wykonywane według norm Eurokod 7 i PN-EN 12699.

## Wpływ na środowisko

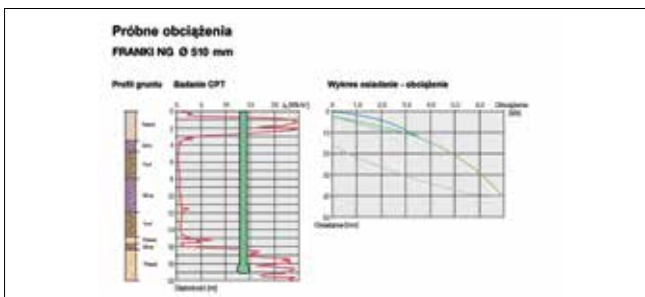
Zastosowanie rury prowadzącej sprawia, że proces wykonywania pali FRANKI NG ma



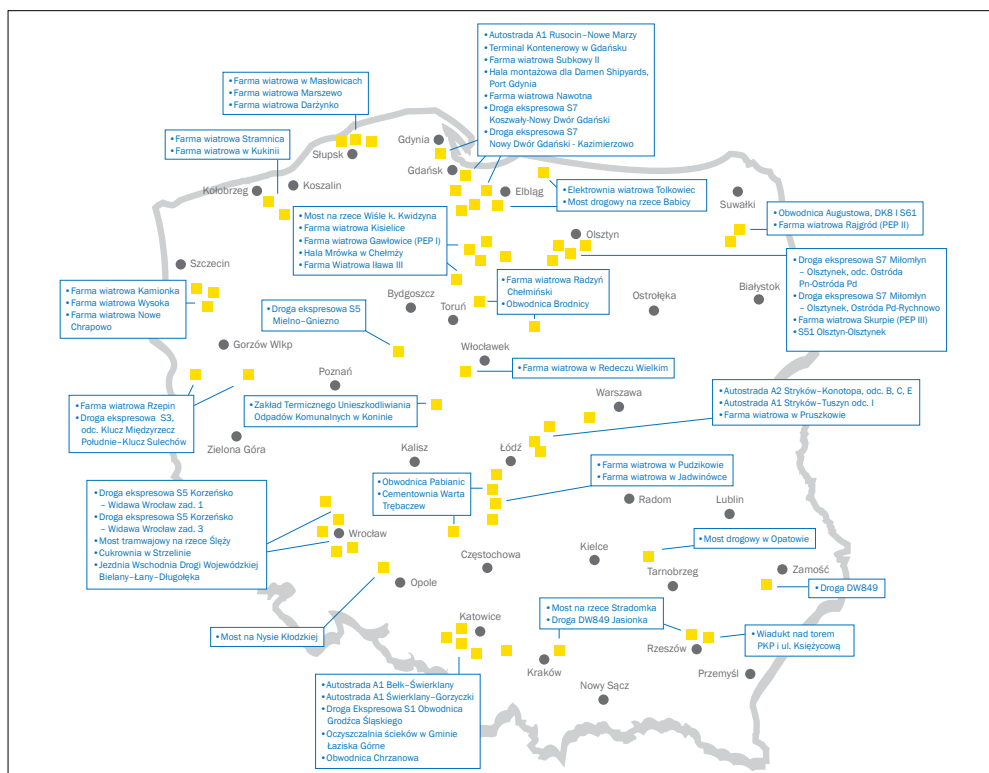
Rys. 3. Wykresy z próbnych obciążeń pala Ø 610 mm



Rys. 4. Wykresy z próbnych obciążeń pala Ø 560 mm



Rys. 5. Wykresy z próbnych obciążeń pala Ø 510 mm



niski poziom emisji hałasu. Umożliwia to także zastosowanie technologii w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących już zabudowań.

Podczas budowy pali FRANKI NG nie zachodzi potrzeba usuwania materiału, gdyż zostaje on całkowicie zagęszczony w trakcie procesu powstawania pala.

Technologia pali FRANKI NG oszczędza także środowisko naturalne dzięki niskiej emisji CO<sub>2</sub> na 1 MN. ◀

Rys. 6. Wybrane realizacje firmy FRANKI POLSKA Sp. z o.o., stan na 2017 rok



© pzstudio.pl - Fotolia.com

# Projektowanie fundamentów płytowo-palowych

Fundamenty płytowo-palowe stanowią optymalne połączenie typowego posadowienia bezpośredniego na płycie z posadowieniem pośrednim na ograniczonej liczbie pali lub baret.

dr inż. **Grzegorz Kacprzak**  
Instytut Dróg i Mostów,  
Politechnika Warszawska

Od początku drugiej połowy dwudziestego wieku zauważa się dynamiczny rozwój największych aglomeracji miejskich świata. Wieżowce, nazywane często „drapaczami chmur”, na dobre zadomowiły się w krajobrazie wielkich nowoczesnych miast, stanowiąc coraz częściej ich integralną całość. Powodów, dlaczego tak się dzieje, można upatrywać m.in. w zauważalnym zapotrzebowaniu na miejsca pracy, będącym konsekwencją wzrastającego zatrudnienia w sektorze usług, powiązanego jednocześnie z rozwojem infrastruktury i transportu miejskiego. Tendencja ta jest potwierdzona faktem, że na świecie w ciągu ostatnich 10 lat powstało około 200 nowych budynków o wysokości przekraczającej 300 m [1].

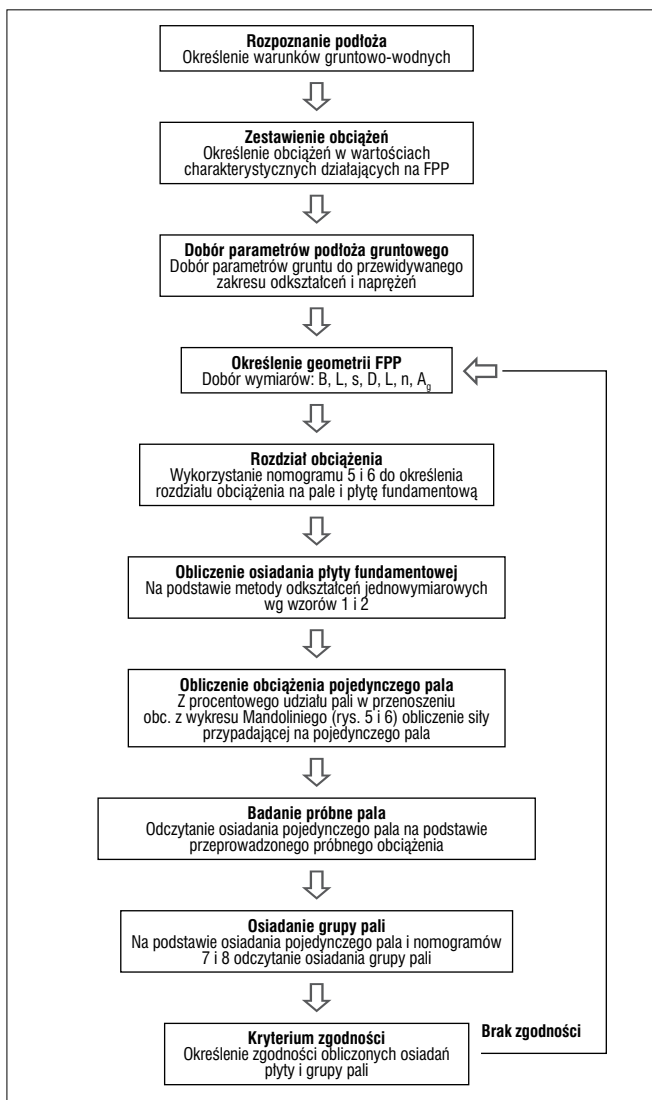
Panorama Londynu ma wzbogacić się o około 510 budynków ponad 20-kondygnacyjnych [2] w ciągu dekady. W przypadku Polski szczególnie dynamicznie rozwijającym się miastem jest Warszawa, gdzie w ciągu najbliższych kilku lat ma powstać ponad 30 wieżowców wyższych niż 80 m [3, 4]. Stolica Polski ze względu na swoją lokalizację i prestiżowy charakter zachęca największe firmy i oddziały światowych korporacji do rozwijania swojej działalności na terenie miasta. Malejąca ilość dostępnej powierzchni przeznaczonej pod zabudowę, a w związku z tym wzrastające ceny nieruchomości gruntowych, szczególnie w sąsiedztwie I i II linii metra powodują, że inwestorzy zmuszeni są do budowania obiektów

coraz wyższych, zajmujących małą powierzchnię w rzucie w stosunku do możliwej do zaoferowania powierzchni użytkowej całego obiektu.

Konsekwencją takiego działania jest przekazywanie coraz większych obciążeń na podłoże, pociągających za sobą znaczne osiadania. Budowanie budynków wysokościowych (powyżej 55 m nad poziomem terenu) w bliskim lub bezpośrednim sąsiedztwie istniejącej zabudowy nad- i podziemnej, wymusza zastosowanie odpowiednich typów posadowień. Przed projektantami staje wyzwanie zaprojektowania fundamentów w taki sposób, by zminimalizować wpływ osiadania nowo projektowanych budynków na odkształcenia terenów sąsiednich.

Projektowanie optymalne polega zatem na właściwym doborze grubości płyty fundamentowej uzależnionej od ilości, długości, średnicy i rozstawu pali.

W niniejszym artykule przedstawiono algorytm doboru właściwego rozwiązania fundamentu zespolonego tzn. płytowo-palowego FPP (ang. piled raft foundation) (rys. 1) na podstawie analizy wstecznej zaproponowanej przez Mandoliniego [5], bazującej na praktycznym doświadczeniu współpracy konstrukcji z podłożem, zebranych z 22 obiektów budowlanych. Proponowane podejście analityczne zakłada wykorzystanie pali lub baret w fundamencie płytowo-palowym jako reduktorów osiadania fundamentu.



Rys. 1. Schemat postępowania przy projektowaniu FPP

## Fundamenty budowli wysokich

Spośród znanych rodzajów fundamentów do posadowienia budynków wysokich stosowane są najczęściej:

- bezpośrednie – płytowe
- bezpośrednie – płytowe, na podłożu wzmocnionym z wykorzystaniem różnych technologii
- głębokie – palowe, na baretach oraz studniach
- fundamenty zespolone, najczęściej płytowo-palowe.

Dobór odpowiedniego sposobu posadowienia zależy od warunków gruntowych, sposobu przekazywania obciążenia na

podłoże, warunków wykonawczych, obecności w sąsiedztwie innych budowli oraz poziomu wody gruntowej. Duże obciążenia generowane przez wysokie budynki, które przekazywane są na podłoże gruntowe, wymagają korzystnych warunków posadowienia albo odpowiedniego fundamentu pozwalającego na umiejętną redystrybucję obciążenia na podłoże. Budynki o wysokości nieprzekraczającej 100 m są najczęściej posadowione na płycie o grubości od 2 do 3 m. Odpowiedni dobór grubości płyty zależy od wielkości przekazywanych przez ściany i słupy

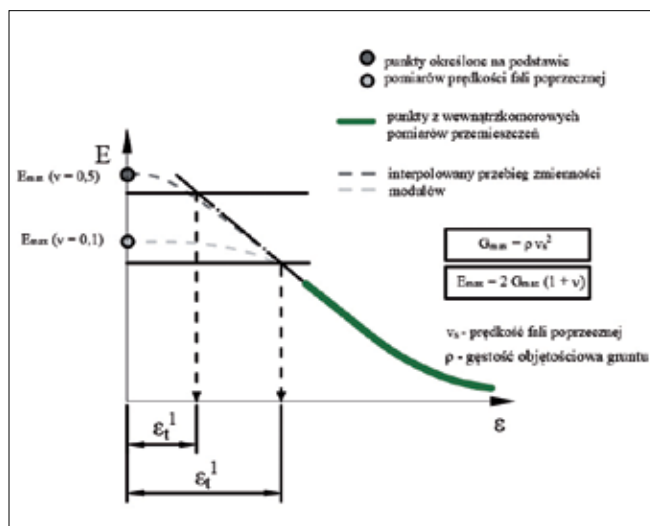
obciążeń oraz od ich rozstawu. Ważnym aspektem jest umiejętne dobranie układu konstrukcyjnego obiektu wysokiego, tak aby uzyskać możliwie najbardziej równomierny rozkład momentów zginających w płycie fundamentowej.

Posadowienie obiektów o wysokości ponad 100 m wymaga stosowania fundamentów głębokich pozwalających na odpowiedni rozdział obciążenia pomiędzy płytą fundamentową a palami lub coraz częściej wykorzystywanymi baretami. Stosowane długości pali wynoszą najczęściej od 15 do 30 m, w zależności od wymaganej nośności lub konieczności posadowienia budynku na podłożu nośnym. W celu zwiększenia nośności pali lub baret stosuje się wstępne naprężanie ich podstawy za pomocą niskociśnieniowej (do 2,5 N/mm<sup>2</sup>) iniekcji cementowej. Za stosowaniem barek w miejscu pali przemawia przede wszystkim wykorzystanie maszyn już używanych na placu budowy do wykonywania ścian szczelinowych. Wykonanie barety będącej pojedynczą sekcją ściany szczelinowej o wymiarach od 60x250 cm do 120x280 cm powoduje znaczne przyspieszenie tempa prac oraz

pozwala na osiągnięcie długości rzędu 50 m przekładających się na bardzo dużą nośność. Barety osiągają nośność przekraczającą 30 MN oraz dużą sztywność, którą można dodatkowo zwiększyć poprzez wspomniane wyżej iniekcje naprężenia podstawy. W dalszej części artykułu został przedstawiony przykład próbnego obciążenia barety obciążeniem przekraczającym 20 MN.

## Rozpoznanie podłoża

Najważniejszym zagadnieniem w przypadku projektowania fundamentu budynku wysokiego jest odpowiednie rozpoznanie podłoża. Poprzez to rozumiane jest dokładne rozpoznanie budowy i układu warstw oraz parametrów opisujących właściwości gruntów zalegających w obszarze przewidywanej inwestycji. Konieczne jest prawidłowe określenie parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych gruntów w odniesieniu do zakresu przewidywanych odkształceń i naprężeń. Silna nieliniowość rozkładu modułu odkształcenia gruntu zależy od wielkości zadawanych naprężeń i zakresu przewidywanych odkształceń (rys. 2). Najbardziej miarodajne wyniki parametrów



Rys. 2. Metodyka oszacowania zakresu zmienności odkształceń sprężystych [6]



sztynności dają badania laboratoryjne (badania trójosiowe w warunkach bez odpływu i z odpływem z konsolidacją izotropową, badania edometryczne), które pozwalają na bardzo dokładną kontrolę warunków brzegowych odnoszących się do określonego stanu naprężenia i warunków odpływu. Z tych właśnie powodów uznaje się je za referencyjne w stosunku do badań terenowych.

W ostatnim czasie metody sejsmiczne (SCPT, SCPTU, SDMT oraz badania crosshole i downhole) zyskują na popularności ze względu na nieinwazyjny charakter badania oraz szerokie możliwości interpretacji uzyskanych wyników. Metody sejsmiczne polegają na pomiarze prędkości fali poprzecznej i podłużnej, które rozchodzą się w gruncie z różną prędkością w zależności od właściwości ośrodka. Najprostsze w wykonaniu i najtańsze są metody SCPT i SDMT, ponieważ do sond dołączane są geofony rejestrujące fale wywołane na powierzchni ziemi. W celu otrzymania wyników o większej rozdzielczości stosuje się metody CSWS, SASW i MASW, czyli metody powierzchniowego pomiaru refrakcji fal sejsmicznych. Interpretacja badań pozwala między innymi na wyznaczenie położenia zwierciadła wody gruntowej dzięki temu, że fale poprzeczne (S) ulegają odbiciu od jej powierzchni. Najdroższymi i dającymi najbliższe wynikom laboratoryjnym (bender elements w komorze aparatu trójosiowego) są metody downhole i crosshole wykonywane w odwiertach geologicznych. Metody terenowe pomiaru fali sejsmicznej wymagają kalibracji w stosunku do wyników laboratoryjnych. Otrzymane z badań moduły odkształcalności podłoża gruntowego powinny zostać skalibrowane na podstawie doświadczeń i obserwacji osiadań wykonanych obiektów. Stosowanie monitoringu w trakcie budowy pozwala na weryfikację przyjętych założeń.

## Wstęp do metody obliczeniowej

Fundament płytowo-palowy to rodzaj fundamentu, który przekazuje w odpowiednich proporcjach obciążenia bezpośrednio na podłoże poprzez płytę oraz za pomocą pali. Metoda analitycznego projektowania takiego układu, proponowana w niniejszym artykule, opiera się na koncepcji minimalizacji osiadań fundamentu dzięki zastosowaniu pali. Stosowanie fundamentu płytowo-palowego pozwala również na optymalizację grubości płyty fundamentowej, co dotyczy szczególnie obiektów o wysokości mniejszej niż 100 m, w przypadku których z reguły niewymagana jest redukcja osiadania. Dla przykładu, bazując na fundamentach płytowo-palowych budynków posadowionych na ilach frankfurckich, w tabeli 1 zestawiono zmienność grubości płyty fundamentowej w stosunku do ilości zastosowanych pod nią pali.

**Tabela 1.** Zestawienie grubości płyty od ilości pali w FPP we Frankfurcie [7]

Nazwa obiektu	Grubość płyty [m]	Ilość pali [-]
Messe- Torhaus	2,50	2*42
Messesturm	3,0-6,0	64
DG- Bank	3,0-4,5	40
American Express	2,00	35
Taunustor Japan-Centre	1,0-3,5	25
Forum	1,0-3,0	26/22
Congress Centre Messe Frankfurt	0,8-2,7	141
Main Tower	3,0-3,8	112
Eurotheum	1,0-2,5	25
Frankfurter Welle	1,0-2,2	102

Projektowanie dużej liczby pali pozwala na stosowanie płyty fundamentowej grubości rzędu 1,0–2,0 m. Należy jednak pamiętać, że ze wzrastającą ilością pali lub baret wzrasta przenoszona przez nie siła, która pociąga za sobą konieczność zbrojenia płyty ze względu na możliwość wystąpienia przebiecia płyty fundamentowej. Optymalizacja grubości płyty w stosunku do ilości pali lub baret powinna uwzględniać korzyści wynikające ze zmniejszonego stopnia zbrojenia na zginanie płyty kosztem konieczności dozbrojenia ze względu na możliwość przebiecia.

## Osiadanie płyty fundamentowej

Pierwszym krokiem przy projektowaniu FPP jest zebranie wszystkich oddziaływań budynku uwzględniając ciężar własny, obciążenia stałe, zmienne oraz wiatr w wartościach charakterystycznych. Kolejnym krokiem przy wymiarowaniu FPP jest prawidłowe rozpoznanie podłoża, które zostało opisane we wcześniejszym akapicie, ze zwróceniem szczególnej uwagi na parametry odkształceniowe podłoża (dobór E od  $\varepsilon$  oraz M lub  $M_0$  w odniesieniu do naprężeń prekonsolidacji). Prawidłowy dobór modułów odkształcenia M i  $M_0$  wymaga znajomości występujących w gruncie wielkości naprężeń przed wykonaniem konstrukcji, uwzględniających historię obciążeń i zjawiska geologiczne występujące na danym terenie, a także wielkość naprężeń wywołanych wykonaniem projektowanej konstrukcji.

Znając M i  $M_0$  można oszacować osiadania wg metody odkształceń jednowymiarowych podanej w normie [N1] oraz wg instrukcji ITB [N2] stanowiącej uzupełnienie polskiej normy. Wg instrukcji osiadanie warstwy  $s_i$  zależy od relacji naprężeń od obciążeń budowlą  $\sigma_{zq}$  i odprężenia powstałego w wyniku wykonania wykopu  $\sigma_{zs}$ :

- jeżeli  $\sigma_{zq} > \sigma_{zs}$  (w przypadku posadowień płytkich)

$$s_i = s_i'' + s_i' = \lambda_i \cdot \frac{\sigma_{zsi} \cdot h_i}{M_i} + \frac{\sigma_{zdi} \cdot h_i}{M_{0i}} \quad [1]$$

- jeżeli  $\sigma_{zq} \leq \sigma_{zs}$  (w przypadku posadowień głębokich)

$$s_i = s_i'' + s_i' = \lambda_i \cdot \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i}{M_i} + \frac{(\sigma_{zqi} - \sigma_{zpi}) \cdot h_i}{M_i} \quad [2]$$

gdzie:

$M_i$  – edometryczny moduł ścisłości wtórnej, ustalony dla gruntu warstwy i

$M_{0i}$  – edometryczny moduł ścisłości pierwotnej, ustalony dla gruntu warstwy i

$\lambda$  – współczynnik uwzględniający stopień odprężenia podłoża w momencie wykonania fundamentów ( $\lambda = 0,7$  – dla gruntów niespoistych,  $\lambda = 0,5$  – dla gruntów spoistych)

$\sigma_{zp}$  – ujemny przyrost naprężeń pierwotnych spowodowany wykonaniem wykopu

$\sigma_{zs}$  – przyrost naprężeń w zakresie wtórnym

$\sigma_{zd}$  – przyrost naprężeń w zakresie pierwotnym od sił działających na podłoże

$\sigma_{zq}$  – naprężenia od obciążenia zewnętrznego podłoża.

Znając poziom osiadań dla płyty fundamentowej bez pali można przystąpić do poszukiwania właściwego rozwiązania FPP polegającego na minimalizacji osiadań poprzez dobór odpowiedniej liczby pali, tak by uzyskać dopuszczalną wartość osiadań wg norm PN-B/81 lub Eurokodu.

## Reguły doboru pali wg Mandoliniego

Mandolini i inni (1997) [5] oraz Mandolini i Viggiani (1997) [5] zebrali dane dotyczące 22 obiektów posadowionych na fundamentach palowych. W kolejnych latach Viggiani (1998) [5] zwiększył bazę danych do 42 przypadków. Ostatecznie na podstawie danych z 63 udokumentowanych przypadków Mandolini przedstawił algorytm empirycznego określenia wartości osiadania fundamentu palowego (wzory od 3 do 5).

Rozkład obciążenia pomiędzy elementami składowymi fundamentu płytowo-palowego jest najważniejszym zagadnieniem w ocenie osiadania. Interakcja konstrukcji z podłożem jest zjawiskiem trudnym w monitorowaniu. Mandolini na podstawie 22 przypadków różniących się zasadniczo warunkami gruntowo-wodnymi, ale posiadających zbliżone sztywności fundamentu i konstrukcji budynku, wyprowadził zależności. Na podstawie danych o długości pali, ich rozstawie, a także wymiarach płyty fundamentowej zobrazowana została zależność pomiędzy obciążeniem przekazywanym na płytę fundamentową a stosunkiem rozstawu pali do średnicy pali. Graficzna interpretacja powierzchni czynnej grupy pali w układzie płytowo-palowym została przedstawiona na rys. 3, na którym oznaczony został parametr  $A_g$ . Parametr ten określa pole powierzchni czynnej grupy pali opiera się na określeniu maksymalnego pola powierzchni pracy pojedynczego pala. Sugerowana przez autora strefa pracy pojedynczego pala jest równa polu powierzchni koła o promieniu równym  $3D$ . Pale, które znajdują się w zakresie tego pola i charakteryzują się tą samą geometrią, rozstawem i długością analizowane są jako grupa. Metoda Mandoliniego opiera się na założeniu, że wszystkie pale w FPP mają tę samą długość, średnicę i rozstaw.

Na podstawie bezwymiarowego parametru, będącego stosunkiem wartości  $(s/d)/(A_g/A)$  została przedstawiona zależność przekazywanego na płytę obciążenia od wartości tego parametru (rys. 3).

## Osiadanie grupy pali

Uzyskany rozdział obciążenia pozwala na obliczenie osiadania płyty fundamentowej dla nowej, odczytanej wartości przejmowanego przez płytę obciążenia (na podstawie wzorów 1 i 2). Rozdzielenie obciążenia pomiędzy płytą a palami przenosi grupę pali, będącą elementem FPP.

Obliczenie osiadania grupy pali jest bardziej skomplikowane i opiera się na empirycznych zależnościach. Upraszczając podejście obliczeniowe, osiadanie grupy pali można określić za pomocą wzoru:

$$w = R_s w_s = n R_G w_s \quad [3]$$

gdzie:

$w_s$  – wartość osiadania pojedynczego pala przy działającym obciążeniu, po uwzględnieniu jego rozdziału, pomiędzy płytą fundamentową a grupą pali

$R_s$  – parametr rozszerzający, wprowadzony przez Skemptoną i innych (1953) [5] reprezentujący interakcję pali w grupie  
 $R_G = R_s/n$  – współczynnik redukcji grupy.

Osiadanie pojedynczego pala  $w_s$  powinno być wyznaczone na podstawie próbnego obciążenia, którego przykładowy opis został przedstawiony w dalszej części artykułu. Na podstawie doświadczeń Skemptoną i innych (1953) [5], Meyerhofs (1959) [5], Vesica (1969) [5], określenie parametru  $R_s$  odniesiono do liczby pali  $n$ , rozstawu  $s$  i smukłości  $L/d$ .

Bazując na przedstawionych wyżej empirycznych zależnościach Mandolini (2005) [5] przedstawił wzory do obliczania górnej wartości  $R_{s,max}$  oraz najlepszej estymacji parametru  $R_s$ , w funkcji proporcjonalności  $R = (ns/L)^{0.5}$  wyprowadzonej przez Randolpha i Clancy (1993) [5]:

$$R_{s,max} = \frac{w_{max}}{w_s} = \frac{0.50}{R} \left(1 + \frac{1}{3R}\right) n \quad [4]$$

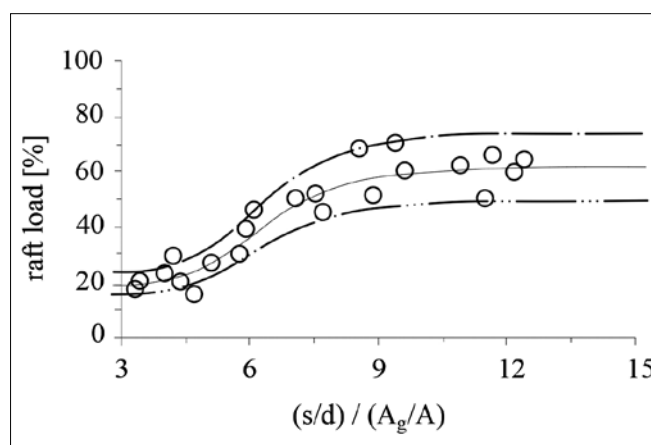
$$R_s = \frac{w}{w_s} = 0,29nR^{-1.35} \quad [5]$$

Na podstawie danych z 63 obiektów Mandolini (2005) przedstawił powyższe założenia empiryczne w postaci nomogramów.

## Badanie próbne pojedynczej barety lub pojedynczego pala

Tak jak wspomniano powyżej, w celu obliczenia osiadania fundamentu palowego należy określić osiadanie pojedynczego pala  $w_s$ , wykorzystując wyniki badania próbnego.

Przykładowe badanie próbne barety o wymiarach 80x280 cm i długości 34 m zostało przeprowadzone na jednej z budowli w centrum Warszawy, dla potwierdzenia założeń posadowienia budynku wysokościowego. Badanie barety przeprowadzono metodą tradycyjną z kotwieniem, z krzyżowym ustawieniem barek kotwiących. Konstrukcja obciążająca składała się z belki głównej kotwionej do czterech sąsiednich barek. Długości barek kotwiących dobrane były, zakładając równomierny rozkład siły obciążającej, na każdą z nich. Kształtowniki zostały oparte o podpory montażowe i połączone z baretami kotwiącymi.



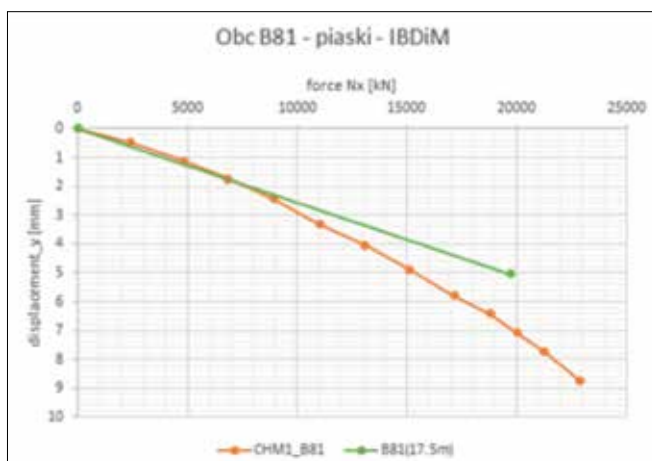
Rys. 3. Zależność pomiędzy obciążeniem przekazywanym na płytę fundamentową a rozmieszczeniem pali podzielonym przez stosunek powierzchni  $A_g/A$  [5]



Fot. 1. Widok konstrukcji badanej baretę (fot. autora)

Połączenie kształtowników z baretami kotwiącymi zostało wykonane przy pomocy blachownic łączącej pręty koszy zbrojeniowych, stalową skrzynkę oraz pręty kotwiące spinające całą konstrukcję powyżej (fot. 1). Pomiar obciążeń wywieranych na baretę przy pomocy siłowników hydraulicznych został przeprowadzony na podstawie wartości ciśnienia oleju w siłownikach. Obciążenie realizowane było za pomocą szesnastu siłowników hydraulicznych podłączonych do wspólnej pompy hydraulicznej. Za pomocą czujników zegarowych przymocowanych do głowicy baretę i opartych stopkami o sztywną belkę mierzono przemieszczenie obciążanej baretę. Niezależ-

nie od pomiaru czujnikami przemieszczeń, osiadanie baretę mierzono metodą niwelacji geodezyjnej. Przemieszczenia baret kotwiących mierzono pojedynczymi czujnikami zegarowymi. Standardowo, w celu zwiększenia nośności i minimalizacji osiadania baretę zastosowano naprężanie podstawy poprzez iniekcję niskociśnieniową. Po wybetonowaniu wykonano iniekcję za pomocą przygotowanych rurek zastrzykowych pod podstawę baretę zakończoną elastyczną przeponą w dwóch etapach zgodnie z patentem Instytutu Badawczego Dróg i Mostów. Każdy z etapów zakładał naprężenie podstawy baretę do ciśnienia o wartości 2,5 N/mm<sup>2</sup>.



Rys. 4. Wyniki badania próbnego obciążenia baretę

Uzyskane wyniki badania próbnego obciążenia baretę przedstawiono na rys. 4. Krzywa CHM1\_B81 przedstawia przyrost osiadania głowicy baretę o długości 34 m w zależności od wartości siły przykładanej do głowicy baretę. Linia prosta B81 stanowi interpretację wyników pomiaru siły za pomocą ciągu ekstensometrycznego na głębokości odpowiadającej lokalizacji docelowej głowicy baretę o długości 17,5 m, z uwzględnieniem skrócenia sprężystego części baretę powyżej docelowego poziomu posadowienia płyty fundamentowej. Znając osiadanie pojedynczego pala/baretę dla zakładanej siły obciążającej pal/baretę w fundamencie płytowo-palowym, na podstawie wzoru 3 można obliczyć osiadanie grupy pali. Ostatnim etapem projektowania fundamentów płytowo-palowych, sprawdzającym poprawność przyjętych założeń (danego schematu FPP), jest spełnienie kryterium zgodności osiadania płyty fundamentowej i grupy pali.

## Podsumowanie

W związku z zauważalnym w ostatnim czasie trendem budowania budynków wysokich należy zwrócić uwagę na odpowiedni dobór rozwiązania fundamentu płytowo-palowego. Najważniejszym zagadnieniem jest prawidłowe rozpoznanie podłoża do odpowiedniej głębokości przy założeniu przewidywanych wielkości naprężeń i odkształceń. Proponowana przez Mandoliniego (2005) metodyka obliczania układów płytowo-palowych opiera się na doświadczeniu zdobytym przy pomiarze rozkładu obciążenia na płytę i pale z 22 obiektów, na podstawie których wyprowadzono empiryczne zależności rozkładu obciążenia w fundamencie FPP. Dodatkowo należy

pamiętać, że projektowanie tego typu konstrukcji wymaga kontroli warunków grunto-wodnych i monitorowania samej konstrukcji w trakcie budowy i po jej wykonaniu. Prawidłowy monitoring pozwala na sprawdzenie przyjętych założeń i przeprowadzenie analizy wstecznej, celem dokładniejszego rozpoznania interakcji konstrukcji z podłożem, szczególnie przy rozwiązaniu posadowienia z użyciem fundamentu płytowo-palowego.

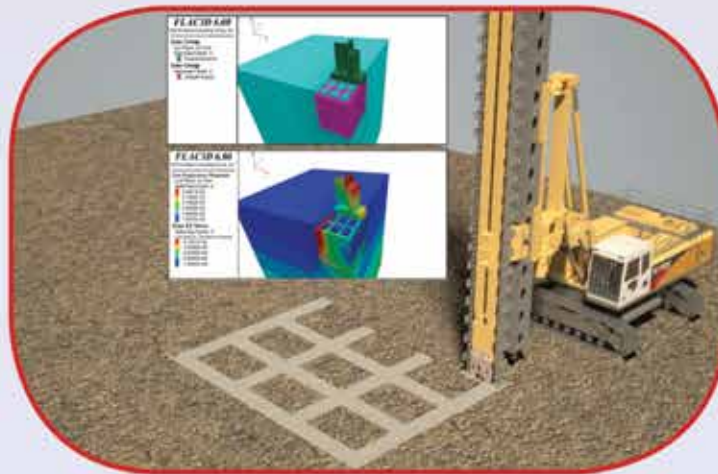
## Normy i rozporządzenia

- N1. PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- N2. Geotechnika. Projektowanie posadowień bezpośrednich. Zmiana PN-81/B-03020, Konferencja Naukowo-Techniczna „Harmonizacja polskich norm geotechnicznych z systemem norm europejskich”, T.1., Mrągowo, listopad 2000.

## Literatura

1. Poulos H.G., *Tall Building Foundation Design*, 2017.
2. [www.theguardian.com/business/2018/apr/18/londons-skyline-soars-with-record-510-tall-buildings-in-pipeline](http://www.theguardian.com/business/2018/apr/18/londons-skyline-soars-with-record-510-tall-buildings-in-pipeline)
3. [www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1966962](http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1966962)
4. [www.warszawa.naszemiasto.pl/artykul/warszawa-przyszlosci-poznaj-wiezowce-ktore-powstana-za-3483818,-galop,t,id,tm.html](http://www.warszawa.naszemiasto.pl/artykul/warszawa-przyszlosci-poznaj-wiezowce-ktore-powstana-za-3483818,-galop,t,id,tm.html)
5. Mandolini A., Russo G., Viggiani C., *Pile Foundations: Experimental investigations, analysis and design*, Proc, ICSMGE, Osaka, 2005.
6. Lipiński M.J., *Kryteria wyznaczania parametrów geotechnicznych*, Rozprawa habilitacyjna, Przewód przeprowadzony na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2013.
7. Hemsley J.A., *Design applications of raft foundations*, 2000. ◀





Jesteśmy współtwórcą innowacyjnej technologii TFoW tj. odmiany ciągłego wglębnego mieszania gruntu. Technologię CDMM przy użyciu narzędzia TFoW lub trenczmiksera o pionowej osi pracy miecza można wykorzystać w budownictwie infrastrukturalnym do wykonywania wzmocnień pod nasypami drogowymi oraz kolejowymi i posadowień obiektów mostowych na rusztach fundamentowych. CDMM to ciągła ściana lub przestona wykonywana bez wstrząsów i wibracji. Kontrolujemy na bieżącą parametry produkcyjne: głębokość, proces mieszania, ilość pompowanego zaczynu cementowego. Na koniec, drukujemy metryki ze wszystkimi parametrami.

Soley jest prekursorem na rynku polskim w wykonywaniu mikropali, gwoździ i kotew gruntowych za pomocą systemów samowierzących. Oprócz powszechnie realizowanych prac geotechnicznych specjalizujemy się w realizacjach zadań w ekstremalnie trudnych warunkach, jak np. prace na wysokich i stromych skarpach, modernizacje i budowy skoczni narciarskich i kolejek linowych czy też mikropale wykonywane pod wodą. Oczywiście realizujemy również prace w technologiach takich jak: CFA, FDP, DSM, DFF, Jet-grouting



Soley jest największym wykonawcą na rynku prac podwodnych w Polsce południowej. Do najważniejszych realizacji należą: Remont ścian odwodnych zapór w Porąbce i Goczałkowicach, Budowa ujęcia wody dla Browaru Żywiec (II miejsce w konkursie Budowla Roku 2010), Remont siłowników zasuw awaryjnych na Zaporze Wodnej w Tresnej – prace wykonano na mokro bez spuszczenia wody ze zbiornika Żywieckiego. Jedyni w Polsce skonstruowaliśmy i zastosowaliśmy gaśnicowy pojazd podwodny wykonujący: wiercenie, skuwanie betonu, montaż elementów o wadze ponad 2 tony.





# Podłoga na gruncie

**Leca Polska sp. z o.o.**  
ul. Krasickiego 9  
83-140 Gniew  
tel. 58 772 24 10 (11)  
leca@leca.pl, www.leca.pl



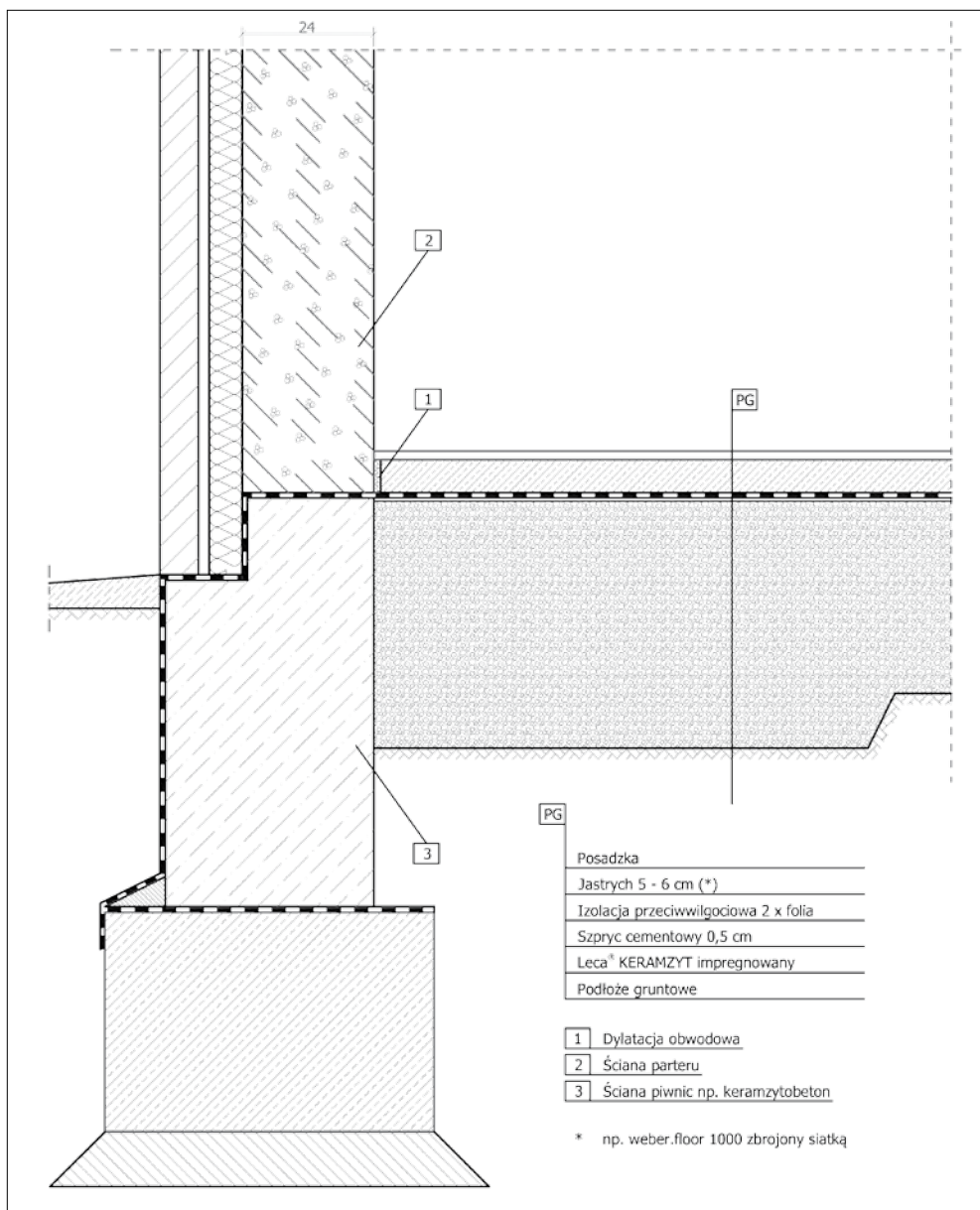
Czy zawsze trzeba stosować styropian przy wykonywaniu podłogi na gruncie? I co należy zrobić, aby taka podłoga była ciepła i mogła przenosić znaczne obciążenia? Odpowiedzią na te pytania jest sprawdzone i proste w wykonaniu rozwiązanie – zastosowanie klasycznego podłoża z Leca® KERAMZYTU impregnowanego.

Jednym z wielu zastosowań Leca® KERAMZYTU jest podłoga posadowiona bezpośrednio na gruncie. Rozwiązanie sprowadza się do wykonania jedynie trzech warstw ułożonych kolejno na podłożu gruntowym:

- Leca® KERAMZYT impregnowany wzmocniony powierzchniowo szprycem cementowym
- hydroizolacja stosowna do warunków gruntowo-wodnych
- jastrych lub płyta betonowa (dla obiektów przemysłowych).

W przedstawionym rozwiązaniu keramzyt zapewnia odpowiednią nośność oraz ochronę cieplną. Jedna warstwa wykonana z keramzytu zastępuje trzy warstwy stosowane tradycyjnie, czyli podsypkę z kruszywa, chudy beton oraz izolację termiczną.

To wszystko jest możliwe dzięki unikalnym właściwościom Leca® KERAMZYTU. Te niewielkie kulki z wypalanej gliny cechuje wyjątkowa trwałość, duża wytrzymałość oraz znakomite parametry termoizolacyjne. Co więcej, kruszywo przeznaczone do podłóg na gruncie jest



Rys. 1. Podłoga na gruncie bez ogrzewania podłogowego w budynku niepodpiwniczonym, pomieszczenie suche

specjalnie impregnowane, dzięki czemu jego kapilarność ograniczona jest do 5 cm i mimo bezpośredniego kontaktu z gruntem w pełni zachowuje swoje właściwości termoizolacyjne.

## Swoboda projektowania

Opisywane rozwiązanie sprawdzi się nawet w najbardziej wymagających okolicznościach, takich jak działanie dużych obciążeń, trudne wa-

runki gruntowo-wodne czy grunty słabonośne. Dlatego można w ten sposób zaprojektować podłogę na gruncie zarówno w małych budynkach mieszkalnych, jak i w dużych obiektach przemysłowych czy halach magazynowych. Leca® KERAMZYT idealnie sprawdza się również w obiektach, w których wymagana jest duża wytrzymałość materiału izolacyjnego i trwałość liczona w dziesiątkach, a nawet setkach lat.

## Drenaż

W przypadku trudnych warunków gruntowo-wodnych i ryzyka podniesienia zwierciadła wód gruntowych, które mogą skutkować podsiąkaniem wody pod podłogę, warto rozważyć drenaż. W tym celu w podłożu wystarczy ułożyć rury drenarskie obsypane keramzytem. Dzięki temu kruszywo użyte do wykonania podłogi na gruncie, oprócz wcześniej wymienionych funkcji spełni

jeszcze jedną, a mianowicie stanie się dodatkowo warstwą filtracyjną jako element systemu drenażowego.

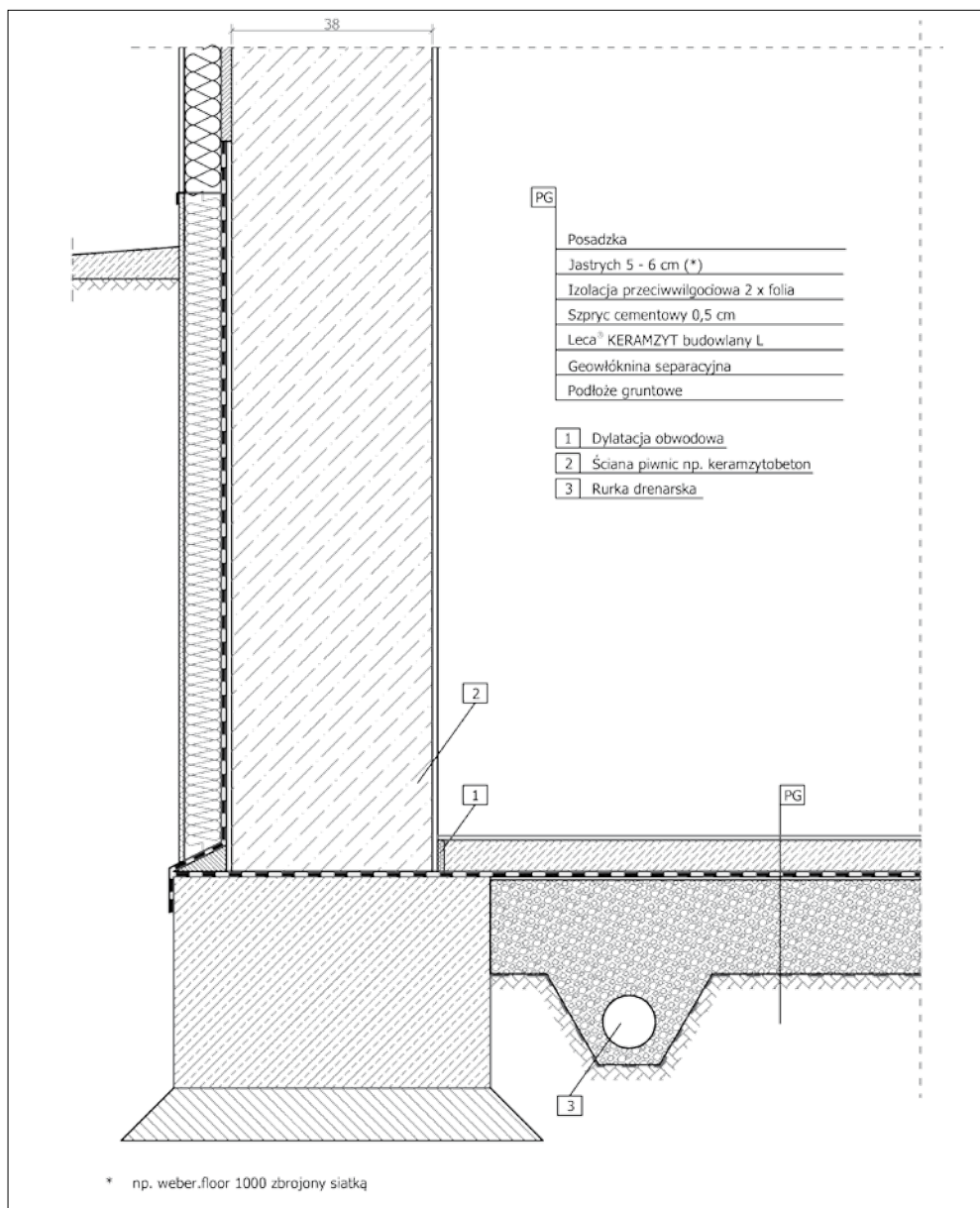
## Łatwe wykonanie

Istotnym walorem Leca® KERAMZYTU jest łatwość aplikacji i wykonania robót. Jest on materiałem bardzo lekkim, jego gęstość nasypowa wynosi  $290 \text{ kg/m}^3$ , dzięki czemu nakłady związane ze wbudowaniem i transportem są minimalne (masa materiałów koniecznych do użycia przy porównywalnym technicznie rozwiązaniu tradycyjnym jest prawie cztery razy większa). Do podawania keramzytu można wykorzystać pompę o wydajności do  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  i transportującą kruszywo na odległość do 40 m.

Keramzyt to materiał sypki, dlatego też bez trudu „sam dostosuje się” do dowolnego kształtu wypełnianej przestrzeni, bez konieczności przycinania i dopasowywania, jak ma to miejsce w przypadku materiałów płytowych. W ten sposób wszelkie instalacje i inne elementy znajdujące się w strefie podłogowej będą dokładnie otoczone materiałem izolacyjnym, dzięki czemu nie powstaną mostki cieplne, a prace zostaną wykonane szybciej.

Wykonanie podłogi na gruncie z użyciem Leca® KERAMZYTU praktycznie nie wymaga stosowania przerw technologicznych. Tym samym skutkuje to znacznym skróceniem czasu realizacji robót.

Szczegółowe informacje dotyczące opisywanych oraz wielu innych rozwiązań, wraz z dokumentacją techniczną, można znaleźć na stronie internetowej [www.leca.pl](http://www.leca.pl). ◀



Rys. 2. Podłoga na gruncie z drenażem w podłożu, w budynku podpiwniczonym, pomieszczenie suche



## Produkty budowlane

## Producenci

## Usługodawcy

[www.izbudujemy.pl](#) » [Produkty budowlane](#) » [Materiały budowlane](#) » [Materiały izolacyjne](#) » [Materiały termoizolacyjne i akustyczne](#) » **Wełna mineralna kamienna**

Wełna mineralna kamienna



Usuń ✕

**Płyta z wełny mineralnej ISOFAS**

ISOROC Polska S.A.

ściany zewnętrzne (ETICS)

200 (min. 50)

T4

1000

600

100

± 1,0%

klasa A1

≤ 0,036

5,55 (dla 200 mm)

1,00 (ważony)

≤ 1,0

≤ 3,0

CS(10)30

0,010 (TR10)

-

-

1,20 (paczka)

12 paczek



Usuń ✕

**Płyta z wełny mineralnej ISOLAM-G**

ISOROC Polska S.A.

stropy piwniczne  
(nad pomieszczeniami nieogrzewanymi)

50 (maks. 200)

T5

1000

200

80

± 1,0%

klasa A1

≤ 0,037

1,35 (dla 50 mm)

0,90 (ważony)

≤ 1,0

≤ 3,0

CS(10)15

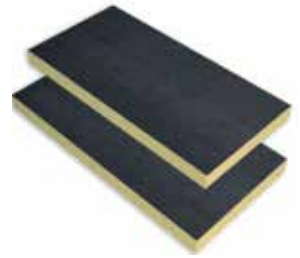
0,075 (TR7,5)

-

-

24,0 (paleta)

120 płyt



Usuń ✕

**Płyta z wełny mineralnej ISOVENT-MW**

ISOROC Polska S.A.

ściany trójwarstwowe, ściany zewnętrzne, ściany działowe, ściany szkieletowe, ściany fundamentowe

50 (maks. 200)

T3

1000

600

75

± 1,0%

klasa A1

≤ 0,037

1,35 (dla 50 mm)

1,00 (ważony)

≤ 1,0

≤ 3,0

CS(10)10

0,005 (TR5)

-

-

1,20 (paczka)

16 paczek

# mineralna kamienna

Artykuły

Oferta

Kontakt



Usun

**Płyta izolacyjna z wełny kamiennej PAROC Linio 10**

Paroc Polska Sp. z o.o.

otynkowane ściany zewnętrzne

250 (maks.)

T5

1200

600

-

 $\leq 1,0\%$  (dla temp.  $+70^{\circ}\text{C}$  i wilg. 90%)

klasa A1

0,036

6,90 (maks.)

NPD

1,0

 $\leq 1$  (krótkotrwałe),  $\leq 3$  (długotrwałe)

CS(10)20

0,010

NPD

-

-

-



Usun

**Płyta izolacyjna z wełny kamiennej PAROC ROB 60**

Paroc Polska Sp. z o.o.

dachy płaskie

30 (maks.)

T5

1800

1200

-

 $\leq 1,0\%$  (dla temp.  $+70^{\circ}\text{C}$ )

klasa A1

0,038

0,75 (maks.)

NPD

1,0

 $\leq 1$  (krótkotrwałe),  $\leq 3$  (długotrwałe)

CS(10)60

NPD

600

-

-

-



Usun

**Płyta izolacyjna z wełny kamiennej PAROC ROS 30g**

Paroc Polska Sp. z o.o.

dachy płaskie

180 (maks.)

T5

1800

1200

-

 $\leq 1,0\%$  (dla temp.  $+70^{\circ}\text{C}$ )

klasa A1

0,036

5,00 (maks.)

NPD

1,0

 $\leq 1$  (krótkotrwałe),  $\leq 3$  (długotrwałe)

CS(10)30

NPD

250

-

-

-



Usun

**Płyta z wełny mineralnej skalnej STROPOTERM**

Saint-Gobain Construction Products Polska Sp. z o.o. marka ISOVER

stropy

80 (min. 30)

T7 (dla gr. 40–80 mm)

1200

600

-

 $\leq 1,0\%$ 

klasa A1

0,040

2,00

-

1,0

 $\leq 1$  (krótkotrwałe),  $\leq 3$  (długotrwałe)

CS(10)50 (dla gr. 40–80 mm)

-

-

1,50

1,44 (opakowania)/34,56 (paleta)

24

[więcej na www.izbudujemy.pl](http://www.izbudujemy.pl)
[więcej na www.izbudujemy.pl](http://www.izbudujemy.pl)

Autorski Park Technologiczny  
mgr inż. Maciej NAWROT

► str. 26–27, 41

BAUDER Polska Sp. z o.o.

► str. 32

Bentley Systems Polska

► str. 51

BIELBET Sp. z o.o. Sp. k.

► str. 53

CHRYSO Polska Sp. z o.o.

► str. 39

DYWIDAG

– Systems International Sp. z o.o.

► II okładka

ELCO Heating Solutions

Ariston Thermo Polska Sp. z o.o.

► str. 1

Elektromontaż Rzeszów S.A.

► str. 28–29, 40

FRANKI POLSKA Sp. z o.o.

► str. 40, 60–61

Gazuno – Gazowe Pompy Ciepła

► str. 42–43

GMV Polska Sp. z o.o.

► IV okładka

HW IZOLAN

► str. 30



ISOPLUS POLSKA sp. z o.o.

► str. 44



ISOROC Polska S.A.

► str. 18–19, 40

KONBET POZNAŃ Sp. z o.o., Sp.k.

► str. 33

Leca Polska sp. z o.o.

► str. 41, 68–69



Polskie Towarzystwo Cynkownicze

► str. 22

PRO-ORGANIKA Sp. z o.o.

► str. 31

PROTEKT

► III okładka



Pruszyński Sp. z o.o.

► str. 17

RAWLPLUG S.A.

► str. 3



SCHRAG Polska Sp. z o.o.

► str. 10



SOLEY sp. z o.o.

► str. 67



SZANSA Sp. z o.o. Usługi Informatyczne

► str. 52

TLC Sp. z o.o.

► str. 16



WATERSYSTEM Sp. z o.o. Sp.k

► str. 50



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

► str. 57





/// [WWW.PROTEKT.COM.PL](http://WWW.PROTEKT.COM.PL)

## POZIOME systemy asekuracyjne

PRIM  
DUO  
MONOLINE  
PROLINER  
TRASER  
MARAN

systemy linowe

systemy szynowe

## PIONOWE systemy asekuracyjne

SKC BLOCK  
AC 360  
AC 520  
AC 530  
AC 510

systemy linowe

systemy szynowe

bezpieczne drabiny

# GREEN LIFT®

Najchętniej wybierany dźwig hydrauliczny w Polsce



**NR 1** Światowy lider w produkcji podzespołów hydraulicznych  
Ponad 800.000 dźwigów (wind) z technologią GMV



GMV Polska Sp. z o.o.

tel. 22 / 651 91 45

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

[info@gmv.pl](mailto:info@gmv.pl)



Windy GMV z 10-letnią  
przedłużoną gwarancją