

HYDROSTOP to ponad 40 lat doświadczenia
w kompleksowej hydroizolacji i osuszaniu istniejących budynków

**HYDRO
STOP**



IZOLACJE

budownictwo | przemysł | ekologia

7/8

2026 (308)
Rok XXXI

cena 30 zł (w tym 8% VAT)
ISSN 1427-6682 Indeks 32163X

www.izolacje.com.pl

30
lat na
ryнку

reklama



CANADA[®]
SYSTEMS

LASTOFLEX ST

JEDNA MEMBRANA,
WIELE MOŻLIWOŚCI



LASTOFLEX ST tworzy jednolitą, bezspoinową powłokę o wysokiej elastyczności i bardzo dobrej przyczepności do wielu podłoży: papy, betonu, metalu oraz istniejących powłok hydroizolacyjnych. Sprawdza się zarówno w nowych realizacjach, jak i podczas renowacji bez konieczności usuwania starej warstwy.

- Doskonała odporność na warunki atmosferyczne: woda deszczowa, mróz, promienie UV
- Doskonałe właściwości elastyczne nawet w bardzo niskiej temperaturze (-40 °C).
- Doskonałe właściwości mostkowania.
- Doskonała odporność termiczna (+80 °C).

ETAG 005 | SRI 0,88 | Do 25 lat żywotności

www.canadarubber.pl

Canada Rubber Polska Sp. z o.o.
ul. Rozrywka 1, 31-419 Kraków

Tel. +48 (12) 416 14 56, e-mail: kontakt@canadarubber.pl

ep@prasa.pl 0514298761



Jacek Michalak:
ETICS potrzebuje jasnych reguł



Zawilgocenie ścian
w budynku jednorodzinnym



AI w kontroli wykonawstwa

**CECHY:**

- ✓ **Odporne na UV** – nie kredują się, nie odbarwiają (produkt 100% alifatyczny)
- ✓ **Najwyższa klasa trwałości** (W3 - minimum 25 lat eksploatacji)
- ✓ **Reakcja na oddziaływanie ognia** zewnętrznego Broof (t1) oraz (t4)
- ✓ **Refleksyjność** promieni słonecznych SRI=102

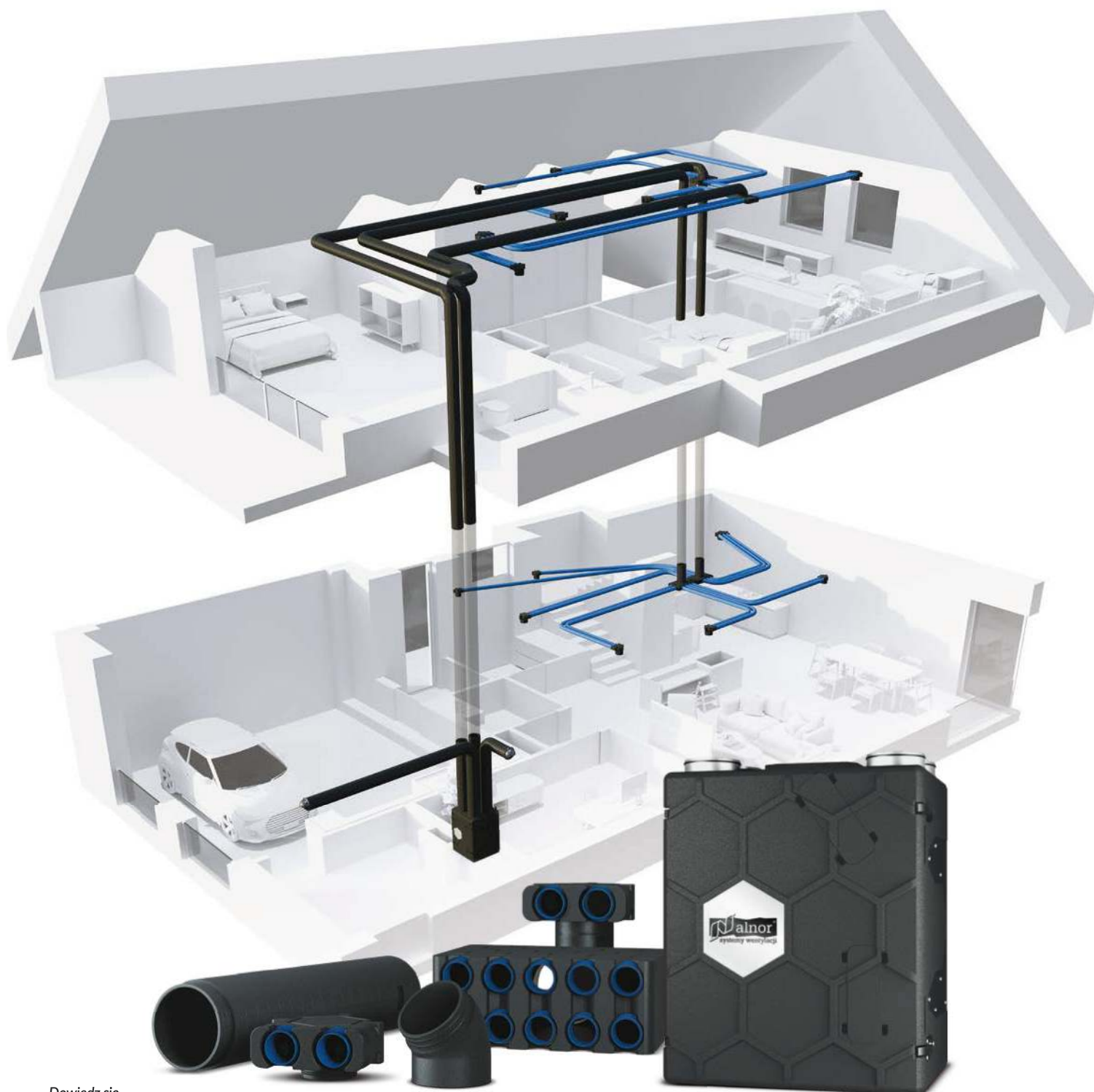
Zimny dach SRI=102**ZASTOSOWANIA:**

- ✓ **Renowacja wyeksploatowanych pokryć dachowych** z papy, PVC, TPO/FPO, płyt warstwowych
- ✓ **Hydroizolacja nowych dachów**

Płynne jednoskładnikowe membrany poliuretanowe
systemu HYPERDESMO



REKUPERACJA CZUĆ KLIMAT.



Dowiedz się
więcej:



SYSTEM EPP (spieniony polipropylen) – EFEKTYWNA I ENERGOOSZCZĘDNA REKUPERACJA

To kompletny system do wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Dzięki wysokiej izolacyjności eliminuje mostki cieplne i potrzebę dodatkowego ogrzewania. Lekka konstrukcja oraz szczelne połączenia zapewniają szybki montaż oraz wysoką efektywność energetyczną.

ALNOR SYSTEMY WENTYLACJI SP. Z O.O.

📍 Aleja Krakowska 10,
05-552 Wola Mrokwiska, Polska

☎ Tel.: +48 22 715 80 39

✉ handlowy@alnor.com.pl
rekuperacja@alnor.com.pl

🌐 rekuperacja.alnor.com.pl
www.alnor.com.pl

KNAUF

AQUAPANEL®

AQUAPANEL® CEMENT BOARD INDOOR



Lżej. Łatwiej. Szybciej.

Nowe rozwiązania w zakresie ścian i sufitów

Systemy AQUAPANEL® Indoor w nowoczesnych budowlach ochronnych

W obliczu zmieniających się przepisów techniczno-budowlanych w Polsce projektowanie i wyposażanie obiektów zbiorowej ochrony – schronów oraz ukryć – zyskuje dziś szczególne znaczenie. To również nowa szansa dla projektantów, by sięgać po rozwiązania, które łączą bezpieczeństwo, trwałość i funkcjonalność. Wymagające warunki użytkowania, takie jak wysoka wilgotność, surowe normy przeciwpożarowe czy konieczność zachowania wysokiego poziomu higieny, wymagają materiałów, na których można polegać. Odpowiedzią na te wyzwania są systemy suchej zabudowy oparte na technologii cementowej.

AQUAPANEL® Cement Board Indoor

Lokalizacja obiektów ochrony zbiorowej w kondygnacjach podziemnych naraża ich strukturę na stałe oddziaływanie wilgoci. Płyta AQUAPANEL® Cement Board Indoor jest w 100% odporna na działanie wody, co oznacza, że nie pęcznieje, nie kruszy się, ani nie traci spójności strukturalnej nawet przy długotrwałym kontakcie z wilgocią lub pod wpływem wody.

Całkowicie nieorganiczny materiał ten jest odporny na rozwój pleśni i grzybów, co jest istotne w pomieszczeniach o ograniczonej wentylacji. Zapewnia to bezpieczny mikroklimat dla osób przebywających wewnątrz obiektu przez dłuższy czas.

Płyty cementowe mają najwyższą klasę reakcji na ogień – A1 (materiał niepalny). Wyróżniają je też wysoka odporność na uderzenia, elastyczność i bardzo dobra izolacyjność akustyczna.

Knauf Sp. z o.o.
ul. Światowa 25
02-229 Warszawa

www.knauf.com

» s. 20

Rola mediów społecznościowych w rozwoju BIM



Arkadiusz Gołębiowski, Michał Deperas, Marcin Dębski, Szymon Dowierciał i Andrzej Szymon Borkowski przedstawiają wyniki analizy netograficznej dotyczącej roli mediów społecznościowych w rozwoju technologii BIM. Badają współwystępowanie nazw siedmiu największych portali społecznościowych (Facebook, Twitter/X, TikTok, WeChat, WhatsApp, LinkedIn, VKontakte) z tematyką BIM w publikacjach z dziedzin inżynierskich. Przegląd manualny pozwolił zidentyfikować realne problemy użytkowników i mankamenty oprogramowania BIM. Autorzy omawiają także ograniczenia badań netograficznych, wynikające z kosztów dostępu do danych, wymagań sprzętowych oraz konieczności posiadania kompetencji programistycznych przy web scrapingu.

Klasy obciążenia wodą i zarysowania konstrukcji jako kryterium doboru hydroizolacji przyziemia budynku

» s. 50

Bartłomiej Monczyński prezentuje normy i wymagania dotyczące ochrony budynków przed zawilgoceniem i korozją biologiczną, a także omawia rodzaje wody w gruncie i klasy obciążenia wodą. Analizuje również przyczyny najczęściej popełnianych błędów projektowych i wykonawczych w zakresie wyboru materiału uszczelniającego i wyjaśnia zasady stosowania odpowiedniego rozwiązania przy hydroizolacji wtórnej.



Zawilgocenie ścian w budynku jednorodzinnym – studium przypadku

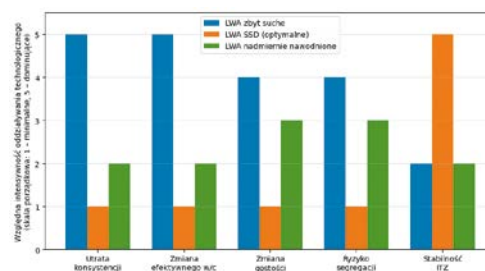
» s. 64


Łukasz Drobiec opisuje przypadek powstania zawilgoczeń na ścianach parteru niepodpiwniczonego budynku jednorodzinnego. Na etapie wznoszenia obiektu, chcąc poprawić błędy projektu budowlanego, zmieniono sposób zaizolowania części podziemnej budynku. Po wystąpieniu zawilgoczeń kierownik budowy oraz wykonawca zostali oskarżeni o spowodowanie uszkodzeń. Wykonane odkrytki wykazały jednak, że przyczyną powstania uszkodzeń jest zasypianie wykopu drenażu gruntem spoistym i zbyt wysokie ukształtowanie terenu przy budynku. Prace te wykonała inwestorka bez wiedzy i kontroli ze strony kierownika budowy oraz wykonawcy.

Przegląd betonów z kruszyw lekkich: mikrostruktura, właściwości mechaniczne i aspekty technologiczne

» s. 68

Krzysztof Klimaszewski przedstawia przegląd zagadnień związanych z LWAC, w tym klasyfikacji lekkich kruszyw i betonów, fundamentalnych różnic między LWAC a NWC oraz kluczowych mechanizmów rządzących ich zachowaniem. Szczególną uwagę zwraca na porowatość i sztywność kruszywa, mikrostrukturę strefy przejściowej (ITZ), transport wilgoci oraz aspekty technologiczne, takie jak wstępne nasączenie kruszywa wodą i urabialność mieszanki. Autor omawia również najnowsze osiągnięcia, w tym kruszywa z recyklingu i sztuczne, mineralne dodatki do cementu oraz zbrojenie rozproszone, co podkreśla potencjał LWAC w budownictwie zrównoważonym.



Wszystkie numery i książki
wydane przez
redakcję miesięcznika „IZOLACJE”
mogą Państwo zamówić na

księgarniatechniczna.com.pl

W POPRZEDNIM NUMERZE



Michał Czyż, Tomasz M. Majka, Artur Bukowczan, „Bezkosztowy system mocowania elewacji wentylowanych”

Bartłomiej Monczyński, „Grzyby pleśniowe w budynkach (cz. 2). Zagrożenia zdrowotne”

Krzysztof Pawłowski, „Analiza porównawcza metod docieplenia ścian zewnętrznych budynku poddawane termomodernizacji”

Kacper Radziszewski, „Jak sztuczna inteligencja zmienia projektowanie materiałów budowlanych”

Konrad Szczepanik, Bartłomiej Chojnacki, „Nowoczesne systemy parkowania w budynkach mieszkalnych – innowacja czy problem akustyczny”

Archiwalne wydania miesięcznika „IZOLACJE” mogą Państwo zamówić na stronie www.wydawniczy.pl





termPIR®
płyty izolacyjne



LAMBDA
 $\lambda_D = 0,019 - 0,027$
(W/M·K)



**ZNIKOMA
NASIĄKLIWOŚĆ**
poniżej 2% dla termPIR® AL



**ODPORNOŚĆ
NA USZKODZENIA**



**OSZCZĘDNOŚĆ
ENERGETYCZNA**



**ODPORNOŚĆ
NA CZYNNIKI
BIOLGICZNE**

Płyty izolacyjne od firmy Gór-Stal

IZOLACJA, KTÓRA CHRONI TWÓJ DOM I BUDŻET

Każdy właściciel domu wie, jak ważne jest utrzymanie odpowiedniej temperatury w pomieszczeniach przez cały rok. Dobra izolacja nie tylko zapewnia komfort termiczny, ale także pomaga zaoszczędzić na kosztach ogrzewania i klimatyzacji. Dzięki temu systemy grzewcze i chłodzące pracują mniej intensywnie, co przekłada się na niższe rachunki za energię. W dłuższej perspektywie, inwestycja w izolację wykonaną z płyt termPIR® zwraca się wielokrotnie.

Płyty PIR to nowoczesne rozwiązanie, które dzięki swoim wyjątkowym właściwościom termicznym, mechanicznym i ognioodpornym zyskują coraz większą popularność. Różnorodności zastosowań - mogą być wykorzystywane w różnych typach budynków, od mieszkalnych po przemysłowe, sprawdza się w różnych częściach budynku, od fundamentów aż po sam dach. Z ich pomocą

zminimalizujesz straty ciepła i zwiększysz efektywność energetyczną.

Warto zatem zainwestować w materiały izolacyjne wysokiej jakości i zlecić ich montaż profesjonalistom, aby cieszyć się ciepłym, suchym domem przez długie lata.



Adres: Gór-Stal sp. z o.o.
ul. Przemysłowa 11, 38-300 Gorlice
Telefon: +48 18 353 98 00
E-mail: info@gor-stal.pl
www.gor-stal.pl



Płyty izolacyjne termPIR® AL

brasilian	Alchimica Polska
2	Alnor Systemy Wentylacji
95	Armacell Poland
95	Atlas
95, 102–103, 132	Baumit
27	Biuro Targów Monachijskich w Polsce
13	BMI Polska
63	Bornit
1, 122–123	Canada Rubber Polska
95	Caparol
5, 95	Gór-Stal
7, 95	Fabryka Styropianu ARBET
50, 52–55, 95	FAKRO
95	Fiberglass Fabrics
36–37	Holcim Polska
112–113	James Hardie Europe
3	Knauf
131	Koester Polska
33	Korff Isolmatic
9	Laboratorium Chemii Budowlanej EFEKT
95	LAKMA SAT
17	MABI
15	NEXBUD
85	Nexler
109	OWA Polska
104, 107, 115, 120	Petralana
35	Polski Związek Producentów Płyt Warstwowych
95	Polstyr
104–105	Regupol
51–55, 124–126	Remmers Polska
77, 79	Rettenmaier Polska
121	Saint Gobain Construction Product Polska
104, 119	Schöck
95, 118	Siniat
95, 100–101	Somfy
110–111	Svantek

ZDJĘCIA NA OKŁADCE



Andrzej Świetlik

Łukasz Drobiec

Creative Commons

10	Izo-aktualności	64	Materiały i technologie
10	Konferencja „Awaryje Budowlane” 2026	64	Łukasz Drobiec Zawilgocenie ścian w budynku jednorodinnym – studium przypadku
12	Branża budowlana poznała liderów rynku 2026!	68	Krzysztof Klimaszewski Przeгляд betonów z kruszywa lekkich: mikrostruktura, właściwości mechaniczne i aspekty technologiczne
16	100-milionowa inwestycja Baumit – kolejne etapy prac zakończone	77	Katarzyna Walusiak Konsekwencje stosowania hydrofobizatorów w aspektach reologicznym i mechanicznym oraz ich analiza w reżimie normy EN 934-3
17	Joanna Czysz-Piechowiak odznaczona Narodowym Orderem Zasługi Republiki Francuskiej	80	Michał Czyż Tomasz M. Majka, Artur Bukowczan Bezkosztowy system mocowania elewacji wentylowanych – analiza wstępnych wyników badań laboratoryjnych
18	ProjektON – Włącz myślenie projektowe		
18	Nowa norma akustyczna zmienia sposób projektowania biur		
20	Prawo, ekonomia, rynek	85	Dachy
20	Arkadiusz Gołębiowski, Michał Deperas, Marcin Dębski, Szymon Dowierciał, Andrzej Szymon Borkowski Rola mediów społecznościowych w rozwoju BIM	85	Hydroizolacja dachowa w dobie fotowoltaiki (cz. 1). Dach zielony solarny »PREZENTACJA«
25	Piotr Adamczyk Rewolucja w procesie projektowym budynków komercyjnych – modelowanie energetyczne (BEM) jako narzędzie optymalizacji OPEX i CAPEX	86	Krzysztof Patoka Piankowe termoizolacje poliuretanowe w dachach pochylonych (cz. 4). Połączenia PIR z wełną w dachach pochylonych
28	Termomodernizacja	92	Budownictwo ochronne
28	Krzysztof Pawłowski, Łukasz Lewandowski Ocieplenie przegród zewnętrznych od wewnątrz jako działanie termomodernizacyjne – aspekty projektowe, wykonawcze i eksploatacyjne	92	Wojciech Lubkiewicz Wymogi instalacyjno-materiałowe dla miejsc doraźnego schronienia
35	Izolacje ze styropianu EPS oraz poliuretanu PIR i poliuretanu PUR »PREZENTACJA«	94	Zdrowe budownictwo
36	Zmiany w segmencie styropianów – nadchodzi Holcim Insulation! »PREZENTACJA«	96	Marta Promińska Zdrowie w czasie upału. Wpływ izolacji, bezwładności cieplnej i ochrony przeciwsłonecznej na ryzyko przegrzewania
38	Sebastian Malinowski Efektywność energetyczna ukryta w detalach. Dlaczego system ociepleń to ekosystem?	100	Dom odporny na upały. Jak automatyka ogranicza przegrzewanie wnętrza? »PREZENTACJA«
		102	Czy nasze domy są gotowe na nową rzeczywistość klimatyczną? »PREZENTACJA«
40	Wywiad	104	Akustyka
40	10 pytań do dr. inż. Jacka Michałaka ETICS potrzebuje jasnych reguł	106	Hubert Jastrzębski Czas pogłosu – jak detale mogą spowodować niespełnienie normy?
44	5 pytań do Barbary Francke Hydroizolacje wymagają wiedzy, standardów i odpowiedzialności	112	Spełnienie wymagań akustycznych dla stropów, czyli wyzwania projektowe i skuteczne rozwiązania fermacell® »PREZENTACJA«
46	Najpierw zbadaj, potem naprawiaj. Rola diagnostyki laboratoryjnej w renowacji zawilgoconych murów Rozmowa z Krzysztofem Tabisiem – właścicielem laboratorium DrySensLab, Dagmarą Olszewską-Pastuszką – kierowniczką laboratorium oraz Tomaszem Kuligiem – pełnomocnikiem ds. jakości w laboratorium	114	Elżbieta Nowicka Ochrona przed hałasem w nowych Warunkach Technicznych – fakty i mity
50	Renowacje	118	Przeгляд
50	Bartłomiej Monczyński Klasy obciążenia wodą i zarysowania konstrukcji jako kryterium doboru hydroizolacji przyziemia budynku	118	Izolacje akustyczne
56	Maciej Rokiel Renowacja budynku a naprawa tarasów i balkonów (cz. 6). Układy drenażowe w pracach renowacyjnych balkonów – dylatacja brzegowa i próg drzwiowy	122	AI w budownictwie
		122	Kacper Radziszewski AI w kontroli wykonawstwa – co da się sprawdzić z dokumentacji, zdjęć i modeli 3D
		124	Katalog firm

Prawdziwy Styropian do ociepleń – efektywna izolacja



Fasada GRAFIT

Opis produktu

Płyty styropianowe do stosowania w aplikacjach niewymagających przenoszenia obciążeń mechanicznych lub wymagających przenoszenia niewielkich obciążeń mechanicznych, w których ze względów technicznych lub estetycznych należy stosować ocieplenie o jak najmniejszej grubości. Polecane są przede wszystkim do termoizolacji budynków energooszczędnych i pasywnych.

Cechy szczególne

Płyty te mogą być stosowane między innymi do izolacji ścian w zewnętrznych zespolonych systemach ocieplenia ETICS (metoda lekka mokra, bezspoinowy system ocieplenia BSO), z okładziną i wentylowaną szczeliną powietrzną, szczelinowych z wentylowaną i niewentylowaną szczeliną powietrzną, w konstrukcji szkieletowej z okładziną, w konstrukcjach wewnętrznych ścianek działowych, stropów od spodu w systemie ETICS (BSO, metoda lekka mokra) i z okładziną, dachów stromych pomiędzy krokiewkami i pod konstrukcją nośną, stropodachów wentylowanych. Wymiary płyt: 1000×500 mm; grubość od 10 do 300 mm, na indywidualne zamówienie wymiary do 6000×1200×1000 mm. Krawędzie proste lub „na zakładkę”. Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_D \leq 0,031 \text{ W/(m·K)}$.



Podłoga/dach GRAFIT

Opis produktu

Płyty styropianowe do stosowania w aplikacjach wymagających przenoszenia średnich obciążeń mechanicznych, o dopuszczalnym obciążeniu użytkowym (wg PN-EN 13163, pkt F.2) 18 kPa, tj. 1800 kg/m², w których ze względów technicznych należy stosować ocieplenie o jak najmniejszej grubości. Polecane są przede wszystkim do termoizolacji budynków energooszczędnych i pasywnych.

Cechy szczególne

Płyty te mogą być stosowane między innymi do izolacji podłóg na stropach o sztywnej konstrukcji i na gruncie, poddaszy użytkowych i nieużytkowych, stropodachów pełnych i wentylowanych, dachów stromych na konstrukcji nośnej, pod pokrycie dachówką, ścian poniżej poziomu gruntu, z izolacją przeciwwodną oraz miejsc, do izolacji których zaleca się stosowanie produktów fasadowych. Wymiary płyt: 1000×500 mm; grubość od 10 do 300 mm, na indywidualne zamówienie wymiary do 6000×1200×1000 mm. Krawędzie proste lub „na zakładkę”. Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_D \leq 0,031 \text{ W/(m·K)}$.



EPS 100 podłoga/dach HYDRO GRAFIT

Opis produktu

Płyty styropianowe o obniżonej chłonności wody do stosowania w miejscach szczególnie narażonych na długotrwałe zawilgocenie i poddanych wysokim obciążeniom (dopuszczalne obciążenie użytkowe wg PN-EN 13163, (pkt F.2): 30 kPa, tj. 3000 kg/m²), a także w budynkach energooszczędnych i pasywnych oraz miejscach, w których ze względów technicznych lub estetycznych należy stosować ocieplenie o jak najmniejszej grubości.

Cechy szczególne

Płyty te mogą być stosowane między innymi do izolacji ścian piwnic, podmurówek i fundamentów, podłóg na gruncie i międzykondygnacyjnych, w tym podłóg w systemie ogrzewania podłogowego, poddaszy, stropodachów pełnych i wentylowanych, dachów stromych na konstrukcji nośnej pod pokrycie dachówką, dachów płaskich i dachów odwróconych, parkingów dachowych i garaży, tarasów, zielonych tarasów i wiszących ogrodów oraz wszystkich miejsc, w których standardowo stosowane są płyty fasadowe. Wymiary płyt: 1000×500 mm; grubość od 10 do 300 mm, na indywidualne zamówienie wymiary do 6000×1200×1000 mm. Krawędzie proste lub „na zakładkę”. Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_D \leq 0,031 \text{ W/(m·K)}$.



ul. Bohaterów Warszawy 32
75-211 Koszalin
tel. 943 422 076-9
e-mail: sekretariat@arbet.pl

www.arbet.pl



DRODZY PAŃSTWO,

Od 30 lat miesięcznik „IZOLACJE” towarzyszy polskiemu rynkowi budowlanemu, dokumentując jego rozwój, zmiany i najważniejsze momenty. Rok naszego 30-lecia jest dla nas wyjątkowy, dlatego z tej okazji wydaliśmy publikację „30/30”, która jest swoistym podsumowaniem trzech dekad polskiego budownictwa, ale także próbą spojrzenia w przyszłość.

Przez ostatnie 30 lat zmieniały się technologie, materiały, wymagania prawne, a także standardy projektowania i wykonawstwa. Inne są również oczekiwania inwestorów i użytkowników budynków. Jednocześnie rozwijały się firmy, które dziś są ważną częścią polskiego rynku budowlanego. To właśnie ich historie stały się jednym z najważniejszych elementów naszej publikacji.

Poprosiliśmy firmy i organizacje nie tylko o bilans minionych lat, lecz także o podzielenie się doświadczeniami, spojrzeniem na najważniejsze zmiany zachodzące w branży oraz planami na kolejne lata.

„30/30” to zatem przede wszystkim opowieść o ludziach, firmach, decyzjach, innowacjach i doświadczeniach, które przez trzy dekady współtworzyły polskie budownictwo. Mam nadzieję, że będzie to cenna pamiątka minionych lat, ale również interesujący materiał dla wszystkich, którzy chcą lepiej zrozumieć dokąd zmierzamy. Wydanie „30/30” dostępne jest dla Państwa w wersji drukowanej, a także elektronicznej na stronie www.izolacje.com.pl

Natomiast w bieżącym numerze zapraszamy do lektury kolejnych interesujących artykułów, poruszających zarówno teoretyczne, jak i praktyczne zagadnienia związane z projektowaniem, wykonawstwem oraz nowymi technologiami. Polecamy m.in. wywiad z Jackiem Michalakiem, prezesem SSO, który podsumowuje 30 lat branży ociepleń, przedstawiamy też ciekawe studium przypadku zawilgoceń ścian w budynku jednorodzinny.



REDAKTOR NACZELNA

Monika Mucha

Od redakcji

Informujemy, że autorzy publikujący artykuły naukowe na łamach naszego czasopisma otrzymują 20 punktów (dyscyplina „Inżynieria materiałowa”) zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.



Numer dostępny jako:



PAPIER



PLIK PDF



E-WYDANIE



Odwiedź nas w sieci

www.izolacje.com.pl
www.facebook.com/IZOLACJE
www.linkedin.com

ISSN 1427-6682

REDAKCJA

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
www.izolacje.com.pl, redakcja@izolacje.com.pl

Redaktor naczelna

Monika Mucha
tel.: 502 871 948
mmucha@izolacje.com.pl

Zastępca redaktora naczelnego

Grzegorz Przepiórka
tel.: 536 305 450
gprzepiora@medium.media.pl

Sekretarz redakcji

Anna Białorucka
tel.: 22 512 60 58, 533 958 757
abialorucka@izolacje.com.pl

Redaktor

Jacek Sawicki

Redaktor strony internetowej www.izolacje.com.pl

Magdalena Cwikła
mcwikla@ekspertbudowlany.pl

Korekta

Lidia Ścibek

Rada Naukowa

prof. dr hab. eur. inż. Tomasz Z. Błaszczyński (Politechnika Poznańska)
dr Mark Bombberg (Syracuse University, USA)
dr hab. inż. Andrzej Cwirzen (Luleå University of Technology, Szwecja)
dr inż. Aleksander Byrdy (Politechnika Krakowska)
prof. dr inż. Andrzej Cwirzen (Luleå University of Technology, Szwecja)
prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec (Politechnika Śląska)
dr hab. inż. Barbara Francke (SGGW w Warszawie)
dr hab. inż. Dariusz Heim (Politechnika Łódzka)
dr hab. inż. arch. Anna Hoła (Politechnika Wrocławska)
dr hab. inż. Tomasz Kisilewicz (Politechnika Krakowska)
dr inż. Paweł Krause (Politechnika Śląska)
prof. Józef Łuczko (Ukraińska Akademia Nauk)
dr inż. Grażyna Mitchener (Polychemtech Ltd., Wielka Brytania)
prof. dr hab. inż. Andrzej S. Nowak (Auburn University, USA)
dr inż. Bożena Orlik-Koźdoń (Politechnika Śląska)
dr hab. inż. Paweł Pichniarczyk (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych)
prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz (Politechnika Wrocławska)

Skład i łamanie

GRUPA MEDIUM

Projekt graficzny

Pikturo

REKLAMA I MARKETING

tel.: 22 810 25 90, 810 28 14

Dyrektor ds. marketingu i reklamy

Joanna Grabek, tel.: 600 051 380
jgrabek@medium.media.pl

KOLPORTAŻ I PRENUMERATA

Kierownik działu logistyki

Aneta Cartailier
acartailier@medium.media.pl

Specjalista ds. dystrybucji i prenumeraty

Paulina Kijak
pkijak@medium.media.pl
tel.: 22 512 60 78, 531 474 969

Specjalista ds. promocji

Aneta Owczarczyk
aowczarczyk@medium.media.pl

ADMINISTRACJA

tel.: 22 512 60 96
Danuta Ciecierska (HR)

DRUK

Paper & Tinta
www.papertinta.pl

WYDAWCA

GRUPA MEDIUM



Redakcja zastrzega sobie prawo do adiacji tekstów. Nie zwraca materiałów niezamówionych. Nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam, ogłoszeń i artykułów sponsorowanych (prezentacji) zamieszczanych na łamach miesięcznika „IZOLACJE” oraz ma prawo odmówić publikacji bez podania przyczyn.

Wszelkie prawa zastrzeżone © by GRUPA MEDIUM

Wersja pierwotna czasopisma – papierowa.

GRUPA MEDIUM jest członkiem Izby Wydawców Prasy i Polskiej Izby Książki

IZBA WYDAWCÓW PRASY



Laboratorium Chemii Budowlanej EFEKT Sp. z o.o.

41-800 Zabrze, ul. Kasprowicza 5

Dyrektor operacyjny Laboratorium/Członek zarządu

– Katarzyna Walusiak

tel. +48 696 087 423

e-mail: kwalusiak@op.pl

Kierownik Laboratorium – Mariusz Wroński

tel. +48 574 386 834

e-mail: mwronski.efekt@gmail.com



**Badania naukowe, ITT,
okresowe, kontrolne**

**Konsultacje, szkolenia,
konferencje/seminaria grupowe**

Reklamacje

**Obsługa w zakresie wdrożenia
produktu do sprzedaży wraz
z oznakowaniem CE, DWU, MSDS**

**Członek Polskiego Komitetu
Technicznego PKN**

**Członek Stowarzyszenia Polskich
Laboratoriów Badawczych POLLAB**

**Akredytacja PCA o numerze
AB 1703**

**Status jednostki notyfikowanej
numer 2860**

www.efekt-zabrze.pl

eprasa.pl c5f4298761

ZAKRES USŁUG

NASZE ATUTY

» Konferencja „Awarie Budowlane” 2026

W dniach 18-22 maja 2026 r. odbyła się w Międzyzdrojach XXXII Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarie Budowlane”. Tematyka awarii i katastrof budowlanych od ponad 50 lat związana jest ze środowiskiem szczecińskim. W latach 1974–1993 zorganizowano 14 sympozjów dotyczących przyczyn awarii i sposobów im zapobiegania, a od 1994 r. odbyło się 18 konferencji naukowo-technicznych „Awarie Budowlane”, które zostały objęte honorowym patronatem Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB.

Konferencja jest współorganizowana przez Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie (wcześniej Wydział Budownictwa i Architektury Politechniki Szczecińskiej) oraz Szczeciński Oddział PZITB, przy wsparciu Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie.

Honorowy Patronat nad konferencją objęły ministerstwa: Technologii i Rozwoju, Infrastruktury, Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Obrony Narodowej, Energii oraz Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, Państwowa Inspekcja Pracy, Polska Izba Inżynierów Budownictwa, NCBR, Sieć Łukasiewicz, a także Wojewoda i Marszałek Województwa Zachodniopomorskiego, Prezydent Miasta Szczecin, Porozumienie dla Bezpieczeństwa w Budownictwie, Amerykański Instytut Betonu i Polski Związek Pracodawców Budownictwa.

Otwarcie konferencji odbyło się 18 maja wieczorem, tradycyjnie w Międzynarodowym Domu Kultury w Międzyzdrojach. Otwarcia dokonała przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego prof. Maria Kaszyńska. Po wystąpieniach gości odbyła się ceremonia wręczenia najważniejszych nagród i medali PZITB (listę nagrodzonych publikujemy

w relacji z wydarzenia w serwisie izolacje.com.pl). Po uroczystym otwarciu w Hotelu Amber odbył się bankiet powitalny, którego partnerem była firma Sika Poland.

Referaty plenarne zamówione przez organizatorów konferencji oraz referaty zgłoszone przez uczestników konferencji i zakwalifikowane przez Komitet Naukowy zostały opublikowane w liczącej 1087 stron monografii i były prezentowane podczas obrad w 13 sesjach tematycznych.

We wtorek 19 maja odbyło się pięć sesji. W pierwszej pt. „Awarie obiektów budownictwa ogólnego” referat plenarny pt. „Analiza katastrof budowlanych za 2025 rok” wygłosiła dyrektor Departamentu w Głównym Urzędzie Nadzoru Budowlanego Katarzyna Wróbel, a następnie zaprezentowano 11 referatów, zakwalifikowanych przez Komitet Naukowy oraz jeden referat partnera konferencji firmy PERI i Porozumienia dla Bezpieczeństwa w Budownictwie pt. „Bezpieczeństwo pracy na rusztowaniach jako problem systemowy: uwarunkowania regulacyjne, techniczne i kompetencyjne”, który zaprezentowali Urszula Gawrysiak, dyrektor PdBB i prezes firmy PERI Michał Wrzosek. W drugiej sesji dotyczącej materiałowych aspektów awarii, uszkodzeń i napraw referat problemowy pt. „Czynniki wpływające na trwałość konstrukcji wykonanych w technologii druku 3D kompozytów cementowych” przedstawili prof. Jan Olek z Purdue University w USA i dr inż. Szymon Skibicki z ZUT w Szczecinie. Ponadto zaprezentowano 11 referatów zakwalifikowanych przez Komitet Naukowy Konferencji i jeden referat partnera konferencji firmy Sika Poland pt. „Niewidoczne ryzyko – realne koszty. Podejście systemowe do zabezpieczeń w biogazowniach”. Trzecia sesja, w której przedstawiono 8 referatów zakwalifikowanych przez Komitet Naukowy i dwa referaty partnerskie firm MC-Bauchemie oraz Geobear dotyczyła awarii obiektów zabytkowych. Czwarta sesja to debata współorganizowana z Porozumieniem dla Bezpieczeństwa w Budownictwie pt. „Kultura bezpieczeństwa w branży budowlanej – legislacja, edukacja, odpowiedzialność pracodawców”. W debacie udział wzięli: prezes firmy NDI Małgorzata Winiarek Gajewska – prezydent Porozumienia dla Bezpieczeństwa w Budownictwie w kadencji 2026–2028; minister Filip Prusik-Serbinowski,



Otwarcia konferencji dokonała przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego prof. Maria Kaszyńska; fot.: Awarie Budowlane



W tegorocznej edycji wydarzenia uczestniczyły 562 osoby; fot.: Awarie Budowlane

zastępca Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego; prof. Krzysztof Wilde, Rektor Politechniki Gdańskiej i prezes Pomorskiej Izby Inżynierów Budownictwa; Jan Styliński, Prezes Polskiego Związku Pracodawców Budownictwa. Moderatorem dyskusji była dziennikarka Magda Skorupka-Kaczmarek.

Jako ostatnia w tym dniu odbyła się sesja specjalna dotycząca najnowszych inwestycji w lądowej i morskiej energetyce, w której prezentowano 3 referaty plenarne i 2 referaty firm partnerskich – NDI i Slipform. Pełnomocnik Marszałka Województwa Zachodniopomorskiego dr inż. Andrzej Montwiłł przedstawił referat pt. „Łądowa i morska energetyka wiatrowa – działania środowiska regionalnego w tym zakresie”. Dominik Krawczyk w imieniu wiceprezesa zarządu Morskich Portów Szczecin i Świnoujście przedstawił prezentację dotyczącą budowy w Świnoujściu pierwszego w Polsce portu instalacyjnego dla potrzeb energetyki wiatrowej. Trzecia prezentacja przedstawiona przez przedstawiciela spółki Polskie Elektrownie Jądrowe Łukasza Wiatra dotyczyła aktualnego stanu realizacji projektu budowy pierwszej w Polsce elektrowni atomowej. Łukasz Jagalski z firmy NDI, Złotego Partnera Konferencji, omówił wyzwania w projektach hydrotechnicznych na przykładzie realizacji terminala T5 w Gdańsku. Wieczorem odbyła się gala, której partnerem była firma NDI, Złoty Partner Konferencji.

W trzecim dniu konferencji 20 maja odbyły się cztery sesje. W sesji VI pt. „Geotechniczne aspekty awarii” przedstawiono 2 referaty plenarne i 7 referatów zakwalifikowanych przez Komitet Naukowy Konferencji. Referat plenarny pt. „Bezpieczeństwo budowli hydrotechnicznych w świetle przepisów techniczno-budowlanych” wygłosił prof. Zbigniew Kledyński z Politechniki Warszawskiej, a referat pt. „Bezpieczeństwo obiektów budowlanych w sąsiedztwie tunelu – nowe wyzwania w budownictwie” – prof. Tomasz Godlewski z Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie. Wszyscy uczestnicy sesji otrzymali wydaną przez ITB monografię autorstwa prof. Tomasza Godlewskiego, prof. Anny Siemińskiej-Lewandowskiej i dr inż. Witolda Bogusza pt. „Bezpieczeństwo obiektów budowlanych w sąsiedztwie tuneli”.

Na zakończenie sesji prezes firmy Ischebeck Titan Polska Jakub Sierant przedstawił prezentację pt. „Samowierzące systemy geotechniczne bez ryzyka – pułapki przy wyborze i zatwierdzaniu materiału”.



XXXII Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarie Budowlane” była doskonałą okazją do wymiany wiedzy i doświadczenia dla wszystkich zainteresowanych tematyką awarii i katastrof budowlanych; fot.: Awarie Budowlane

Kolejne dwie sesje VII i VIII dotyczyły awarii obiektów mostowych i drogowych. W sesjach przedstawiono 2 referaty plenarne, 14 referatów zakwalifikowanych przez Komitet Naukowy Konferencji i jeden referat Złotego Partnera – firmy Budimex. Prof. Janusz Bohatkiewicz, dyrektor Instytutu Badawczego Dróg i Mostów przedstawił prezentację pt. „Awarie infrastruktury drogowej w warunkach powodzi”, a Julita Borkowska, kierownik projektu z Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad z Oddziału Szczecińskiego przedstawiła prezentację dotyczącą największego wyzwania infrastrukturalnego, które będzie realizowane w województwie zachodniopomorskim – Zachodniego Drogowego Obejścia Szczecina z tunelem pod Odrą. Jakub Konkiewicz, kierownik projektu z firmy Budimex, przedstawił prezentację dotyczącą wyzwań realizacyjnych z budowy Dworca Zachodniego w Warszawie.

Sesja IX pt. „Obiekty zbiorowej ochrony” dotyczyła nowych wyzwań, jakie stoją przed inżynierami budownictwa. W sesji przedstawiono 3 referaty plenarne i jeden referat tematyczny oraz odbyła się debata dotycząca praktycznych aspektów projektowania i budowy obiektów ochronnych. Referaty plenarne wygłosili: prof. Bartłomiej Pieńko z WAT-u, który omówił zasady funkcjonowania obiektów zbiorowej ochrony, Leszek Tischner, który prezentował problemy wdrażania ustawy o ochronie ludności i obronie cywilnej, oraz Wojciech Wiśniewski z komendy głównej Straży Pożarnej, który przedstawił podstawowe wymagania ochrony przeciwpożarowej w budowlach ochronnych. Partnerem wieczornego spotkania była firma Budimex.

W czwartym dniu konferencji odbyły się 4 sesje (X–XIII) oraz posiedzenie Komitetu Nauki PZITB, podczas którego zaprezentowali się laureaci nagród PZITB im. prof. Stefana Bryty i prof. Wacława Żenczykowskiego. Sesje X i XI dotyczyły awarii konstrukcji żelbetowych, a referaty plenarne wygłosili w sesji X prof. Anna Halicka z Politechniki Lubelskiej, a w sesji XI prof. Joost Walraven z Delf University w Holandii. W obu sesjach zaprezentowano następnie łącznie 19 referatów zakwalifikowanych przez Komitet Naukowy Konferencji i jeden referat partnera konferencji firmy Fischer Polska. W sesji XII pt. „Awarie konstrukcji metalowych” zaprezentowano 10 referatów, a w sesji XIII pt. „Diagnostyka w ocenie bezpieczeństwa konstrukcji” 13 referatów. Konferencję zakończyła dyskusja generalna i wieczorna biesiada marynarska, której partnerem była firma PERI Polska.

XXXII Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarie Budowlane” w Międzyzdrojach, w której uczestniczyły 562 osoby, była doskonałą okazją do wymiany wiedzy i doświadczenia dla wszystkich zainteresowanych tematyką awarii i katastrof budowlanych. Konferencja stanowiła też ważne wydarzenie naukowe w dziedzinie inżynierii lądowej i budownictwa, podczas którego poruszono bardzo wiele zagadnień związanych z aktualną sytuacją w kraju, m.in. dotyczących energetyki jądrowej i wiatrowej, projektowania i wykonania obiektów zbiorowej ochrony, oraz najważniejszą kwestię – wspólnych działań, których celem jest zapewnienie bezpieczeństwa ludziom i obiektom budowlanym.

prof. Maria Kaszyńska

» Branża budowlana poznała liderów rynku 2026!

10 czerwca poznaliśmy laureatów Rankingu Budowlana Marka Roku i Champion Roku 2026 organizowanego przez ASM Research Solutions Strategy. Najlepsze marki w sektorze materiałów budowlanych, firm generalnego wykonawstwa, dystrybutorów oraz mediów branżowych działających na polskim rynku zostały wyróżnione w kolejnej edycji jednego z najważniejszych rankingów sektora budowlanego w Polsce. Budowlana Marka Roku od ponad dwóch dekad pokazuje, którym markom najbardziej ufają wykonawcy oraz jakie firmy wyznaczają standardy jakości i współpracy w branży.

Oficjalne ogłoszenie wyników odbyło się podczas uroczystej gali w hotelu Windsor

w Jachrance, gdzie spotkali się przedstawiciele producentów, partnerów branżowych, mediów oraz osobistości rynku budowlanego.

Siłą rankingu są ogólnopolskie badania prowadzone przez ASM Research Solutions Strategy wśród tysięcy firm wykonawczych i uczestników rynku budowlanego. To właśnie praktycy – na co dzień korzystający z produktów i współpracujący z dostawcami – wskazują marki, które najlepiej odpowiadają na potrzeby branży.

W badaniu analizowane są m.in. doświadczenia związane z jakością produktów, dostępnością oferty, poziomem obsługi czy relacją ceny do jakości. Ocenie podlegają



BUDOWLANA MARKA ROKU 2026



Budowlana Marka Roku pozostaje jednym z najbardziej rozpoznawalnych i wiarygodnych projektów badawczych w branży; fot.: ASM



Laureaci nagród: Marketer XXI Wieku – Maciej Mańko, Marketing Director Glass & Glassolutions, Saint-Gobain Polska oraz Promotor XXI Wieku – Henryk Kwapisz, Dyrektor ds. relacji instytucjonalnych w Saint-Gobain Polska; fot.: ASM



Złoty Champion Roku 2026 dla firmy Klimas Wkręt-met; fot.: ASM



Ranking Budowlana Marka Roku od ponad dwóch dekad pokazuje, którym markom najbardziej ufają wykonawcy; fot.: ASM

»

Braas i Icopal Złotą Budowlaną Marką Roku!



Dziękujemy za wspólny sukces!

To już trzeci rok z rzędu, gdy **Braas i Icopal** zdobyły tytuły **Złotej Budowlanej Marki Roku**, w rankingu ASM Research Solution Strategy.



Braas - Złota Budowlana Marka Roku 2026

1. miejsce w w kategorii Pokrycia dachowe ciężkie

Icopal - Złota Budowlana Marka Roku 2026

1. miejsce w w kategorii Pokrycia dachowe bitumiczne

Dziękujemy wszystkim profesjonalistom, którzy pracują z produktami Braas i Icopal montując je na tysiącach dachów w całej Polsce. Dziękujemy za zaufanie, doskonałe relacje, wymianę doświadczeń oraz wspólny rozwój! To połączenie rzemieślniczego kunsztu z naszymi produktami zapewnia inwestorom spokój i pewny dach nad głową.

Razem budujemy nowe horyzonty!

BRAAS icopal

BMI



» także standardy współpracy z generalnymi wykonawcami oraz skuteczność działań komunikacyjnych mediów branżowych.

Istotnym elementem rankingu pozostają również opinie inwestorów indywidualnych, którzy oceniają firmy realizujące budowę domów jednorodzinnych pod kątem jakości wykonania, terminowości oraz komunikacji z klientem.

Poza nagrodami dla marek i firm przyznano także wyróżnienia indywidualne dla osób odpowiedzialnych za rozwój produktów, marketing oraz budowanie strategii marek w branży budowlanej.

» **Marketer XXI Wieku:** Maciej Mańko, Marketing Director Glass & Glassolutions, Saint-Gobain Polska.

» **Promotor XXI Wieku:** Henryk Kwapisz, Dyrektor ds. relacji instytucjonalnych w Saint-Gobain Polska.

Ranking Budowlana Marka Roku od lat pokazuje rzeczywisty obraz rynku budowlanego widziany oczami wykonawców. To właśnie ich doświadczenia i rekomendacje są największą wartością tego projektu – podkreśla Joanna Florczak-Czujwid, Dyrektor Rankingu.

Budowlana Marka Roku pozostaje jednym z najbardziej rozpoznawalnych i wiarygodnych projektów badawczych w branży, stanowiąc cenne źródło wiedzy zarówno dla producentów, jak i inwestorów poszukujących sprawdzonych rozwiązań.

Pełna lista laureatów oraz szczegóły badania dostępne są na stronie: www.budowlanamarkaroku.com.

SREBRNA BUDOWLANA MARKA ROKU 2026 W KATEGORII OPEN: MAPEI

Wyniki Rankingu Budowlana Marka Roku 2026 w kategoriach materiałów/usług budowlanych

ZŁOTY CHAMPION ROKU 2026

BRAMY GARAŻOWE: **WIŚNIEWSKI**
DRZWI WEWNĘTRZNE: **PORTA**
GENERALNY WYKONAWCA PRZYJAZNY FIRMOM BUDOWLANYM: **BUDIMEX**
NAPĘDY DO BRAM: **SOMFY**
OKNA DACHOWE: **FAKRO**
POKRYCIA DACHOWE BLASZANE:

BLACHY PRUSZYŃSKI

PROFILE OKIENNE ALUMINIOWE: **ALUPROF**
SYSTEMY ROLETOWE: **ALUPROF**
SYSTEMY RYNNOWE: **GALECO**
TAŚMY MALARSKIE I BUDOWLANE:

BLUE DOLPHIN

TAŚMY TYNKARSKIE: **BLUE DOLPHIN**
WAŁKI MALARSKIE: **BLUE DOLPHIN**
ZAMOCOWANIA BUDOWLANE:

KLIMAS WKRĘT-MET

SREBRNY CHAMPION ROKU 2026

DRZWI WEWNĘTRZNE: **ERKADO**
FARBY DEKORACYJNE WEWNĘTRZNE: **TIKKURILA**

ZŁOTA BUDOWLANA MARKA ROKU 2026

BLACHA MODUŁOWA: **BUDMAT**
BRAMY GARAŻOWE: **WIŚNIEWSKI**
DRZWI WEWNĘTRZNE: **PORTA**
DYSTRYBUTOR PRZYJAZNY FACHOWCOM: **PSB HANDEL**
EKO MARKA: **FAKRO**
FUGI: **MAPEI**
GENERALNY WYKONAWCA PRZYJAZNY FIRMOM BUDOWLANYM: **BUDIMEX**
HYDROIZOLACJE: **MAPEI**
MATERIAŁY TERMOIZOLACYJNE – STYROPIAN: **TERMO ORGANIKA**
MATERIAŁY TERMOIZOLACYJNE – WEŁNA MINERALNA: **ROCKWOOL**
MATY MALARSKO-BUDOWLANE: **MOTIVE**
MEDIA PRZYJAZNE FACHOWCOM: **MURATOR**

NAPĘDY DO BRAM: **SOMFY**
OGRODZENIA POSESYPNE METALOWE: **WIŚNIEWSKI**

OKNA DACHOWE: **FAKRO**
PARAPETY: **MEDOS**
PIANOKLEJE: **TYTAN**
PIANY MONTAŻOWE: **SOULDAL**
POKRYCIA DACHOWE BITUMICZNE: **ICOPAL**
POKRYCIA DACHOWE BLASZANE: **BLACHY PRUSZYŃSKI**
POKRYCIA DACHOWE CIĘŻKIE: **BRAAS**
PROFILE OKIENNE ALUMINIOWE: **ALUPROF**

SILIKONY: **SOULDAL**
SMART HOME W ZAKRESIE OSŁON OKIENNYCH ZEWNĘTRZNYCH: **SOMFY**
SYSTEMY ROLETOWE: **ALUPROF**
SYSTEMY RYNNOWE: **GALECO**
SYSTEMY SUCHEJ ZABUDOWY:

SAINT-GOBAIN RIGIPS
TAŚMY MALARSKIE I BUDOWLANE: **BLUE DOLPHIN**
TAŚMY TYNKARSKIE: **BLUE DOLPHIN**
WAŁKI MALARSKIE: **BLUE DOLPHIN**
ZAMOCOWANIA BUDOWLANE: **KLIMAS WKRĘT-MET**
ZAMOCOWANIA DO ELEMENTÓW DREWNIANYCH: **KLIMAS WKRĘT-MET**

SREBRNA BUDOWLANA MARKA ROKU 2026

BLACHA MODUŁOWA: **BLACHY PRUSZYŃSKI**
DRZWI WEWNĘTRZNE: **ERKADO**
DRZWI ZEWNĘTRZNE: **KMT KRAT-MET**
EKO MARKA: **TIKKURILA**
FARBY DEKORACYJNE WEWNĘTRZNE: **TIKKURILA**



Wielokrotnie nagrodzoną firmą było **FAKRO** – w jej imieniu statuetki odebrał Janusz Komurkiewicz, Dyrektor Marketingu; fot.: ASM

KLEJE DO PŁYTEK: **MAPEI**
KLEJE MONTAŻOWE W KARTUSZACH: **SOULDAL**

LIDER KOMPLEKSOWEJ BUDOWY DOMÓW: **NEXBUD SYLWESTER KĘSA**
PAKIETY SZYBOWE:

SAINT-GOBAIN GLASSOLUTIONS
POKRYCIA DACHOWE BLASZANE:

BUDMAT
SILIKONY: **MAPEI**
SYSTEMY RYNNOWE: **BUDMAT**
MARKA PRZYJAZNA FACHOWCOM: **MAPEI**

BRAŻOWA BUDOWLANA MARKA ROKU 2026

DRZWI ZEWNĘTRZNE: **WIŚNIEWSKI**
HYDROIZOLACJE: **SOPRO**
KOMPLEKSOWE SYSTEMY OCIEPLEŃ: **TERMO ORGANIKA**
ODZIEŻ ROBOCZA: **LAHTI PRO**
MARKA PRZYJAZNA FACHOWCOM: **FAKRO**

WYRÓŻNIENIA W RANKINGU BUDOWLANA MARKA ROKU 2026

BLACHA MODUŁOWA: **GALECO**
HYDROIZOLACJE: **SIKA**
KOMPLEKSOWE SYSTEMY OCIEPLEŃ: **SAINT-GOBAIN WEBER**
MEMBRANY DACHOWE: **AVALINE**
OKNA DACHOWE: **AVALINE**
OKNA ELEWACYJNE: **FAKRO**
PIANOKLEJE: **BOSMAN**
SYSTEMY SUCHEJ ZABUDOWY: **BUDMAT**
MARKA PRZYJAZNA FACHOWCOM: **BUDMAT, WIŚNIEWSKI, BRAAS, BLACHY PRUSZYŃSKI, FARBY KABE**

Oprac. na podstawie materiałów ASM

**nexbud****Sylwester Kęska**

Budujemy z pasją i precyzją od wielu lat

**Kompleksowa
budowa****Bezpłatne
kosztorysy****Gwarancja
NEXBUD****Zaufany
wykonawca**

NEXBUD Sylwester Kęska to rodzinna firma budowlana specjalizująca się w kompleksowej realizacji domów jednorodzinnych – od stanu surowego, przez instalacje, aż po wykończenie pod klucz. Łączymy doświadczenie w budownictwie z rzetelnym podejściem do każdego etapu inwestycji, zapewniając terminowość, wysoką jakość wykonania i zgodność z obowiązującymi normami budowlanymi. Nasz zespół dba o pełną koordynację prac oraz stały kontakt z inwestorem, dzięki czemu proces budowy przebiega sprawnie i bez zbędnych komplikacji. Stawiamy na solidne materiały, sprawdzone technologie oraz indywidualne podejście do potrzeb każdego klienta.

NEXBUD Sylwester Kęska
26-634 Gózd, ul. Radomska 14
tel. +48 500 304 557
www.nexbud.com.pl

» 100-milionowa inwestycja Baumit – kolejne etapy prac zakończone

Budowa nowego zakładu produkcyjnego Baumit w Zimnej Wódce na Opolszczyźnie wchodzi w kluczową fazę.

W ostatnich tygodniach ukończono montaż pierwszego etapu wieży technologicznej, która osiągnęła wysokość 9,5 m. Docelowo wieża będzie sercem przyszłego zakładu i jednym z kluczowych elementów realizowanych w nim procesów produkcyjnych.

Po zamknięciu najważniejszych prac konstrukcyjnych Generalny Wykonawca – SPEC BAU Polska – prowadzi roboty związane z przygotowaniem obiektów do montażu instalacji i urządzeń technologicznych, a także z zagospodarowaniem terenu całego zakładu.

Na plac budowy dotarł pierwszy silos, a na całej powierzchni dachu głównej hali produkcyjno-magazynowej ułożono blachę trapezową, zamontowano świetliki, izolację termiczną i membranę. Obecnie trwają prace wykończeniowe pokrycia.

Ukończono też roboty konstrukcyjne przy budynku techniczno-biurowym zlokalizowanym w obrębie hali. Wykonano w nim stropodach oraz znajdujące się powyżej attyki.

Równolegle prowadzone są działania, które będą decydować o sprawnym i bezpiecznym funkcjonowaniu fabryki. Ukończono m.in. zbiornik wody gaśniczej, czyli kluczowy, wymagany przepisami element



zakładowego systemu ochrony przeciwpożarowej.

W przygotowanym wcześniej wykopie umieszczono wielkogabarytowy zbiornik retencyjny, który posłuży do magazynowania wody deszczowej. Wykorzystanie zgromadzonej wody pozwoli ograniczyć zużycie wody wodociągowej i związane z nim koszty operacyjne.

Wykonano ponadto odwodnienia liniowe placów i dróg zewnętrznych, a podbudowa zasadnicza przyszłych nawierzchni jest gotowa w około 70 procentach. Na wjeździe do zakładu trwają również prace przy budowie fundamentów pod wagi samochodowe.

Osiągnięcie kolejnych kluczowych etapów budowy świadczy o tym, że inwestycja w Zimnej Wódce zmierza w bardzo dobrym kierunku. Przed nami i generalnym wykonawcą kolejne wymagające zadania, w tym dalsza rozbudowa wieży oraz montaż wyposażenia niezbędnego do produkcji. Z każdym kolejnym tygodniem prac jesteśmy coraz bliżej uruchomienia kolejnego zakładu produkcyjnego Baumit w Polsce. Dzięki niemu znacząco wzmocnią się nasze możliwości produkcyjne, logistyczne i handlowe na południu kraju, usprawniając tym samym obsługę partnerów biznesowych w regionie – podkreśla Zbigniew Kaliciński, prezes zarządu Baumit.

Inwestycja o wartości 100 mln zł jest realizowana przy wsparciu Katowickiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej na działce o powierzchni kilku hektarów. Nowy zakład zostanie wyposażony w pełni zautomatyzowane, niskoemisyjne linie produkcyjne. Będą w nim wytwarzane m.in. tynki i farby elewacyjne, zaprawy klejowe i klejowo-szpachlowe, tynki maszynowe, jastrychy, zaprawy murarskie oraz betony. Będzie to czwarty zakład produkcyjny Baumit w Polsce, obok fabryk działających w Pobiedziskach k. Poznania, Łowiczu i Bełchatowie.

Oprac. na podstawie materiałów inf. firmy Baumit



» Joanna Czysz-Piechowiak odznaczona Narodowym Orderem Zasługi Republiki Francuskiej

Joanna Czysz-Piechowiak, prezes Grupy Saint-Gobain w Polsce i Ukrainie, została uhonorowana Narodowym Orderem Zasługi Republiki Francuskiej w stopniu Kawalera.

Odnaczenie, będące jednym z najważniejszych francuskich odznaczeń państwowych, wręczył Étienne de Poncins, ambasador Francji w Polsce, podczas uroczystości z udziałem przedstawicieli francuskiej dyplomacji, świata biznesu oraz partnerów Grupy Saint-Gobain. Wyróżnienie stanowi wyraz uznania dla wieloletniego zaangażowania Joanny Czysz-Piechowiak w rozwój relacji gospodarczych między Francją a Polską, a także za jej wkład w budowanie nowoczesnego i odpowiedzialnego przemysłu.

Joanna Czysz-Piechowiak od wielu lat konsekwentnie prowadzi działalność Grupy Saint-Gobain na rynku polskim, a od niedawna również w Ukrainie. Pod jej kierownictwem firma wzmacnia swoją pozycję jako jeden z liderów w obszarze lekkiego i zrównoważonego budownictwa, inwestując w innowacyjne technologie, efektywność energetyczną oraz rozwiązania wspierające dekarbonizację sektora budowlanego.

W ostatnich latach Grupa Saint-Gobain realizuje liczne inwestycje w rozwój zakładów produkcyjnych, transformację energetyczną oraz wdrażanie idei gospodarki obiegu zamkniętego. Firma wprowadza na rynek rozwiązania ograniczające ślad węglowy, odpowiadając na wyzwania związane z ochroną klimatu.

Przyznane odznaczenie podkreśla również rolę Joanny Czysz-Piechowiak jako liderki promującej odpowiedzialny biznes i współpracę między środowiskiem gospodarczym, administracją oraz organizacjami

branżowymi. Jej działalność obejmuje nie tylko rozwój jednej z największych grup przemysłowych działających w Polsce, ale także aktywne zaangażowanie w debatę dotyczącą przyszłości budownictwa oraz konkurencyjności europejskiego przemysłu.

Narodowy Order Zasługi Republiki Francuskiej został ustanowiony w 1963 r. przez prezydenta Charles'a de Gaulle'a. Jest przyznawany zarówno obywatelom Francji, jak i cudzoziemcom za szczególne zasługi na rzecz państwa francuskiego oraz rozwoju współpracy międzynarodowej.

Oprac. na podstawie materiałów inf. Grupy Saint-Gobain



REKLAMA

Upgrade your future

Benefit from data-based services as an opportunity to have successful and cost-effective production.



One Click
Measurement / Air Duct

One click is all it takes: From measurement to air duct



Direct Cut
Fast cutting

Cut measurement data directly from IsoPlaner



MABI Interface
Interface

Open interface. Customized for your company



QR-Code / Barcode
Labelling

Add structure to your work processes



MABI®

MABI Insulation machinery

MABI is a leading supplier of sheet metal working machines for insulation technology. Find out how you can optimise your processes with MABI insulation machines.

Contact us - we would be happy to attend to your queries.
Your MABI team.

» ProjektON – Włącz myślenie projektowe

Celem ogólnopolskiego projektu edukacyjnego, realizowanego przez Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, jest popularyzacja nauk technicznych, rozwijanie kompetencji projektowych młodzieży oraz budowanie współpracy pomiędzy środowiskiem akademickim, instytucjami zawodowymi i partnerami branżowymi. Projekt łączy nowoczesną edukację z praktyką inżynierską, umożliwiając uczniom szkół ponadpodstawowych zdobywanie wiedzy z zakresu projektowania oraz poznanie narzędzi wykorzystywanych we współczesnym budownictwie. Program obejmuje trzy etapy – kwalifikacje szkolne, półfinał online i finał na Politechnice Krakowskiej. Integralną częścią przedsięwzięcia jest również Akademia Młodego Projektanta, ogólnodostępna platforma edukacyjna, która pozostanie trwałym efektem projektu.



W pierwszej edycji ProjektON planowany jest udział ponad 400 uczniów z całej Polski, a przygotowane materiały edukacyjne mają dotrzeć do ponad 50 000 odbiorców, inspirując młodych ludzi do wyboru ścieżki kariery w obszarze inżynierii i architektury.

Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach Programu Społeczna Odpowiedzialność Nauki III.

Oprac. na podstawie materiałów inf. Politechniki Krakowskiej

» Nowa norma akustyczna zmienia sposób projektowania biur

Okres pracy zdalnej przyzwyczał wiele osób do wykonywania obowiązków w ciszy własnego domu czy mieszkania. Natomiast w biurach typu *open space* stale mamy do czynienia z odgłosami rozmów, telefonów, spotkań prowadzonych przy biurkach czy hałasami z części wspólnych. U pracowników powoduje to trudności z koncentracją, poczucie ciągłego wyczerpania, przebudowania i objawy przewlekłego stresu.

Problemy te coraz wyraźniej przekładają się na wyniki firm. Przewlekłe zmęczenie

pracowników oznacza więcej błędów, niższą produktywność i dłuższy czas realizacji zadań. Długotrwały stres zwiększa z kolei ryzyko wypalenia zawodowego oraz absencji chorobowych. Żle zaprojektowane środowisko pracy staje się w efekcie problemem całej organizacji.

Odpowiedzią na te wyzwania ma być norma PN-ISO 22955 – pierwszy dokument poświęcony w całości jakości akustycznej biur typu *open space*. To również pierwsza norma, która odchodzi od trak-

towania biura jako jednorodnej przestrzeni i koncentruje się na sposobie wykonywania pracy oraz potrzebach użytkowników.

To największa zmiana w projektowaniu biur od dekady. Po raz pierwszy punktem wyjścia nie jest samo pomieszczenie, ale aktywność człowieka. Norma pokazuje, że inaczej należy projektować przestrzeń do współpracy, inaczej miejsce pracy indywidualnej, a jeszcze inaczej strefy socjalne. Określa również, jak te strefy powinny być rozmieszczone względem siebie, aby ograniczyć wzajemne rozpraszanie – mówi Marcin Latta, akustyk i ekspert firmy Saint-Gobain Ecophon.

Nowe wytyczne zwracają szczególną uwagę na zrozumiałą mowę, uznawaną za jeden z najsilniejszych czynników rozpraszających. Projektanci otrzymują konkretne wskazówki dotyczące rozmieszczenia funkcji, doboru materiałów i ograniczania przenoszenia się dźwięku pomiędzy strefami. W wielu przypadkach poprawa warunków akustycznych nie wymaga kosztownej przebudowy – wystarczy lepszy układ przestrzeni oraz zastosowanie odpowiednich sufitów, paneli ściennych czy ekranów akustycznych.

Oprac. na podstawie materiałów inf. firmy Ecophon





ProjektON

WŁĄCZ MYŚLENIE PROJEKTOWE
Ogólnopolski projekt edukacyjny Politechniki Krakowskiej



ampedu.pl

Celem projektu jest popularyzacja nauk technicznych, rozwijanie kompetencji projektowych młodzieży oraz budowanie współpracy pomiędzy środowiskiem akademickim, instytucjami zawodowymi i partnerami branżowymi. Projekt łączy nowoczesną edukację z praktyką inżynierską, umożliwiając uczniom szkół ponadpodstawowych zdobywanie wiedzy z zakresu projektowania oraz poznanie narzędzi wykorzystywanych we współczesnym budownictwie. Program obejmuje trzy etapy – kwalifikacje szkolne, półfinał online i finał na Politechnice Krakowskiej.

Integralną częścią przedsięwzięcia jest również **Akademia Młodego Projektanta**, ogólnodostępna platforma edukacyjna, która pozostanie trwałym efektem projektu.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Spółeczna
Odpowiedzialność
Nauki III



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki

Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego
w ramach Programu Społeczna Odpowiedzialność Nauki III.
Umowa nr SPN/SP/0275/2026/01 z dnia 3.07.2026 r.

✍ MGR INŻ. ARKADIUSZ GOŁĘBIEWSKI, MGR INŻ. MICHAŁ DEPERAS, MGR INŻ. MARCIN DĘBSKI,
MGR INŻ. SZYMON DOWIERCIAŁ, DR HAB. INŻ. ANDRZEJ SZYMON BORKOWSKI

Rola mediów społecznościowych w rozwoju BIM

The role of social media in development BIM

ABSTRAKT

W artykule przedstawiono wyniki analizy netograficznej dotyczącej roli mediów społecznościowych w rozwoju technologii BIM. W części bibliometrycznej wykorzystano bazę Dimensions oraz oprogramowanie VOSviewer do zbadania współwystępowania nazw siedmiu największych portali społecznościowych (Facebook, Twitter/X, TikTok, WeChat, WhatsApp, LinkedIn, VKontakte) z tematyką BIM w publikacjach z dziedziny inżynierskich. W części jakościowej wykonano manualny przegląd trzech polskojęzycznych grup na Facebooku i zestawiono wykaz zwrotów kluczowych obecnych w postach oraz komentarzach. Analiza wykazała wyraźny wzrost liczby publikacji i cytowań łączących oba zagadnienia, przy czym trend uwidocznił się dopiero po 2017 r. Najsilniej skorelowanym medium okazał się Facebook, tuż za nim Twitter/X, natomiast najszybszą dynamikę wzrostu odnotowano dla TikToka. Najczęściej cytowanym czasopiśmie publikującym prace z tego obszaru jest „Automation in Construction”. Największą liczbę prac wykazano dla Chin, jednak najwyższą cytawalnością cechują się kraje anglosaskie oraz rozwinięte kraje Europy Zachodniej. Przegląd manualny pozwolił zidentyfikować realne problemy użytkowników i mankamenty oprogramowania BIM. Omówiono także ograniczenia badań netograficznych, wynikające z kosztów dostępu do danych, wymagań sprzętowych oraz konieczności posiadania kompetencji programistycznych przy web scrapingu.

Słowa kluczowe: BIM, obiekt budowlany, netografia, media społecznościowe

The article presents the results of a netnographic analysis of the role of social media in the development of BIM technology. The bibliometric part used the Dimensions database and VOSviewer software to examine the co-occurrence of seven major social platforms (Facebook, Twitter/X, TikTok, WeChat, WhatsApp, LinkedIn, VKontakte) with BIM topics in engineering publications. The qualitative part involved a manual review of three Polish-language Facebook groups and produced a list of key phrases found in posts and comments. The analysis revealed a clear growth in the number of publications and citations linking both topics, with the trend becoming visible only after 2017. Facebook proved to be the most strongly correlated medium, followed closely by Twitter/X, while TikTok showed the fastest growth rate. „Automation in Construction” is the most frequently cited journal in this area. China produced the largest number of papers, yet the highest citation rates were recorded for Anglo-Saxon countries and developed Western European countries. The manual review made it possible to identify real user problems and shortcomings of BIM software. The limitations of netnographic research are also discussed, resulting from the cost of data access, hardware requirements and the programming skills needed for web scraping.

Keywords: BIM, construction object, netography; social media

Media społecznościowe stały się trwałym elementem codzienności. Stale rośnie ich popularność, a także wpływ na życie ludzi oraz otoczenie zewnętrzne. Serwisy takie jak Facebook czy Twitter przejmują funkcje pełnione dotąd przez inne kanały. Stanowią platformę dyskusyjną, są miejscem wymiany informacji. Odgrywają też rolę źródła treści publikowanych przez firmy i instytucje. Użytkownik ma do nich bezpośredni i szybki dostęp. Social media oddziałują na coraz większą liczbę dziedzin [1], również na technologię BIM (modelowanie informacji o obiekcie budowlanym). Użytkownicy poszczególnych programów z ich pomocą pogłębiają swoją wiedzę czy dyskutują o kierunkach rozwoju narzędzi. Producenci oprogramowania zyskują zaś gotową platformę oraz ukierunkowaną społeczność. Ułatwia to prowadzenie działań promocyjnych i popularyzatorskich. Media społecznościowe i BIM są więc coraz silniej skorelowane [2]. W niniejszej pracy podjęliśmy analizę netograficzną tego zagadnienia.

Netografia to metoda badawcza służąca do poznania kultury społecznej i konsumenckiej w środowisku online. Polega na analizie norm kulturowych oraz sposobów wyrażania opinii. Normy te wpływają na decyzje podejmowane w badanych grupach. Materiał badawczy stanowią naturalnie występujące dyskusje i wydarzenia w internecie [3].

Media społecznościowe warto analizować na różnych rynkach i w różnych krajach. Różnicowanie kulturowe oraz odmienne otoczenie istotnie wpływają na uzyskiwane wnioski [1]. W Polsce szczególne znaczenie ma Facebook. Jest to obecnie największe medium społecznościowe na świecie [4]. Jego rola zmieniła się z upływem czasu. Pierwotnym celem serwisu była wymiana wiadomości i zdjęć oraz podtrzymywanie znajomości w społecznościach szkolnych. Dziś zakres zastosowań jest znacznie szerszy. Użytkownicy prowadzą dialog nie tylko ze znajomymi, ale także z pracownikami, instytucjami i firmami. Grupy na Facebooku stanowią zamknięte lub publiczne fora skupione wokół wspólnej tematyki. Odzwierciedlają one sposób funkcjonowania wybranej społeczności. Umożliwiają publikowanie postów tekstowych, obrazów rastrowych i plików. Pozwalają także komentować przekazane informacje [5].



RYS. 1 Metodyka wykonywania badania; rys.: autorzy

MATERIAŁY I METODY

Problem badawczy, zgodnie z definicją Rak i Bäckera, jest pytaniem odnoszącym się do pewnego wycinka stanu niewiedzy [6]. Określa się go również jako zagadnienie, które badacz chce poznać w toku prowadzonych analiz. Problem badawczy stanowi zatem podstawę do wypełnienia luki we własnej wiedzy, a jednocześnie jest motywacją do prowadzenia badań naukowych.

W ramach badań utworzono ogólny schemat działań wykonywanych podczas analizy netograficznej. Podzielono go na dwa etapy. Faza wstępna obejmowała określenie ram podejmowanych działań. Faza realizacji obejmowała identyfikację danych, ich uporządkowanie oraz wyciągnięcie z nich konkretnych informacji. W drugiej części wskazano również medium społecznościowe najsilniej skorelowane z dynamiką rozwoju BIM. Portal ten poddano następnie szczegółowej analizie manualnej. Omawiany schemat przedstawiono na **RYS. 1**.

W analizach wykorzystano dwa narzędzia: Dimensions AI oraz VOSviewer. Pierwsze z nich to jedna z największych baz danych na świecie. Daje ona dostęp do grantów, publikacji, patentów oraz innych dokumentów. Oprogramowanie VOSviewer służy natomiast wizualizacji i analizie danych bibliometrycznych pochodzących m.in. z wymienionej bazy. Za pomocą obu narzędzi badano występowanie w publikacjach związanych z BIM nazw głównych mediów społecznościowych z różnych części świata. Należą do nich Facebook, Twitter/X, TikTok, chiński WeChat, WhatsApp, LinkedIn oraz rosyjski VKontakte.

W celu identyfikacji najbardziej wpływowego medium społecznościowego przeprowadzono analizę netograficzną. Wybrano siedem najpopularniejszych portali z całego świata. Ich różnorodność miała odzwierciedlać odmienne sposoby korzystania z mediów. Uwzględniono także zróżnicowaną popularność portali w poszczególnych regionach świata. W trakcie prac wykorzystano narzędzie Dimensions AI. Za pomocą prostego interfejsu graficznego pozwala ono przeszukiwać bazę publikacji według zadanych kryteriów. W panelu filtrującym ograniczono wyszukiwanie do publikacji z dziedzin inżynieryjnych. Następnie kolejno wprowadzano zapytania wyszukujące powiązania między BIM a poszczególnymi mediami społecznościowymi. Wyniki sortowano według daty publikacji oraz zgodności

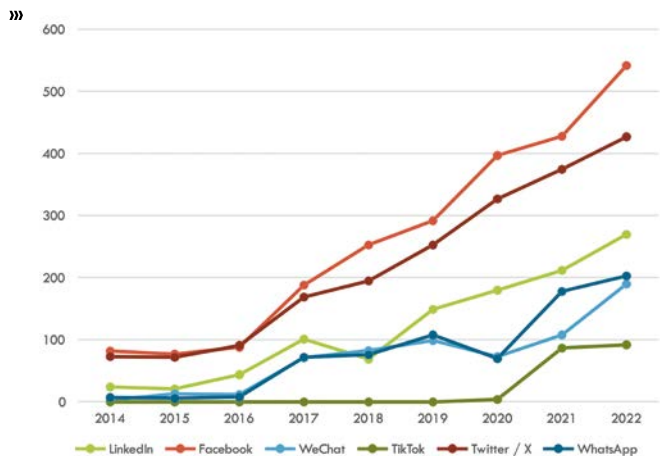
z zadanymi filtrami. Dane dla każdego medium pobierano w formacie.xls. Z pobranych zbiorów utworzono jedną bazę danych. Zwizualizowano ją na rysunkach zamieszczonych poniżej. Wykresy przedstawiają kolejno liczbę publikacji oraz liczbę cytowań publikacji łączących dane medium społecznościowe z BIM. Bazę przekonwertowano również do formatu.csv i wczytano do programu VOSviewer. W ten sposób zaprezentowano kraje przodujące pod względem liczby publikacji i cytowań. Wskazano także czasopisma, z których najczęściej czerpano informacje.

Grupy na portalu Facebook przeanalizowano dodatkowo w sposób manualny. Przeglądowi poddano grupy o tematyce związanej z BIM. Wybór tego portalu wynikał z jego pozycji rynkowej. Grupy stanowią zamknięte lub publiczne fora skupione wokół wspólnej tematyki. Odzwierciedlają one sposób funkcjonowania wybranej społeczności. Umożliwiają publikowanie postów tekstowych, obrazów rastrowych i plików oraz komentowanie przekazanych treści. Analizą objęto zarówno treść postów, jak i treść komentarzy.

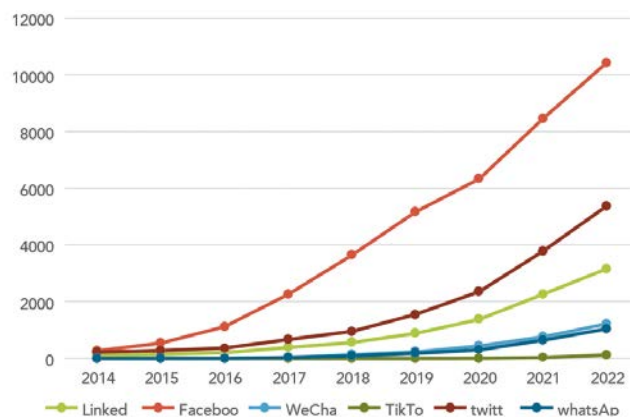
WYNIKI

Efektem opisanych działań są ryciny obrazujące zależności między dynamiką rozwoju BIM a zainteresowaniem tym tematem w mediach społecznościowych. Dwie pierwsze ilustracje przedstawiają dane liczbowe pozyskane z bazy Dimensions. Zobrazowano je za pomocą wykresów pokazujących intensywność zjawiska w czasie. Kolejne dwie ryciny stanowią wizualizacje wzajemnych powiązań danych bibliometrycznych wykonane w programie VOSviewer. Na rycinach zestawiono następujące media społecznościowe: LinkedIn, Facebook, WeChat, TikTok, Twitter/X oraz WhatsApp.

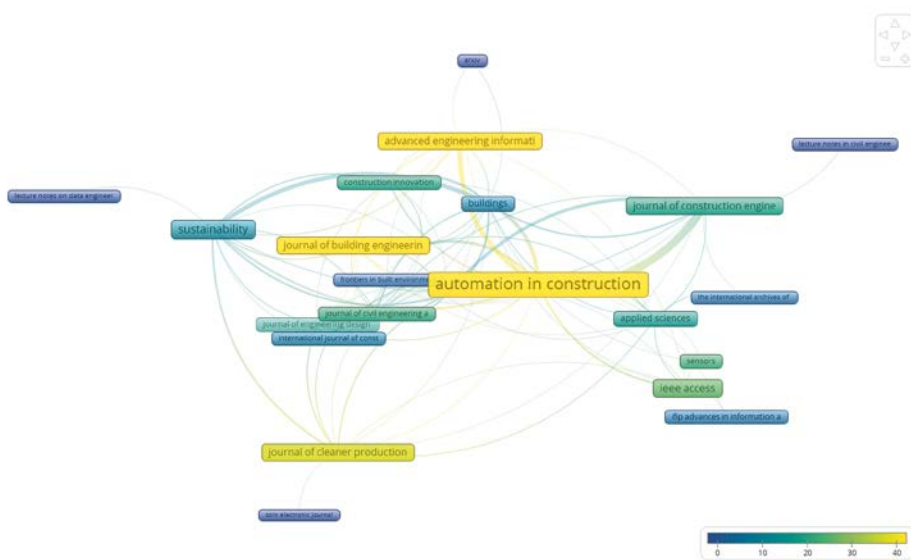
Na **RYS. 2** przedstawiono zmianę w czasie liczby publikacji łączących dane media społecznościowe z BIM. Powstał on w wyniku wizualizacji danych liczbowych zestawionych w jednej tabeli. Widoczna jest wyraźna tendencja wzrostowa. Korelacja między mediami a analizowaną technologią uwidoczniła się dopiero w 2017 r. Największą dynamiką wzrostu, a zarazem największym wpływem, cechuje się Facebook. Portal ten oferuje przejrzysty interfejs oraz liczne dedykowane strony i grupy. Sprzyja to swobodnej wymianie opinii i spostrzeżeń użytkowników. Z tego powodu tematyka »



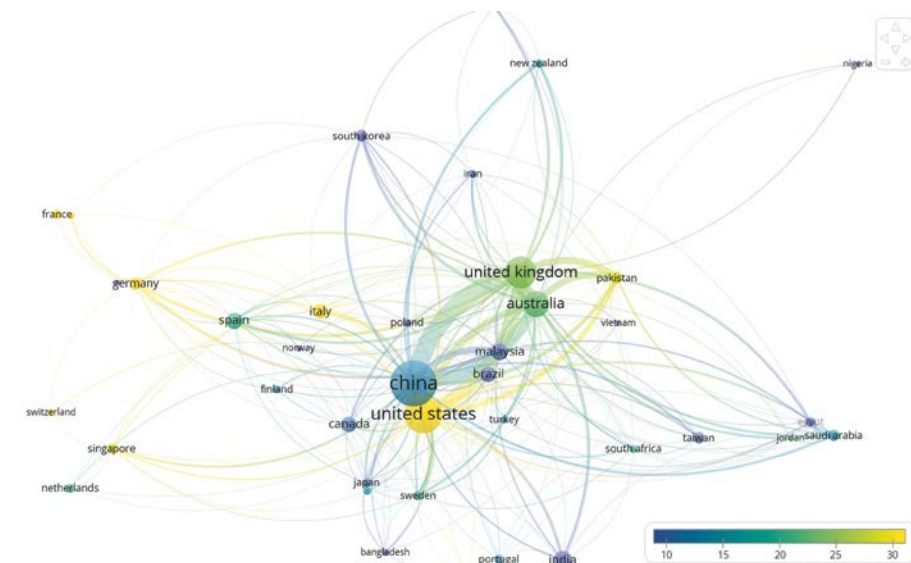
RYS. 2 Liczba publikacji łączących dane media społecznościowe z BIM; rys.: autorzy



RYS. 3 Liczba cytowań publikacji łączących dane media społecznościowe z BIM; rys.: autorzy



RYS. 4 Graf przedstawiający liczbę napisanych prac i ich cytowań w czasopiśmie; rys.: autorzy



RYS. 5 Graf przedstawia liczbę napisanych prac i ich cytowań w poszczególnych państwach na świecie; rys.: autorzy

BIM pojawiała się najczęściej właśnie w tym medium. Tuż za nim plasuje się Twitter, o nieznacznie mniejszych zasięgach. Na uwagę zasługuje również dynamiczny wzrost popularności tematu na platformie TikTok. W niecały rok osiągnęła ona wyniki zbliżone do znacznie dłużej obecnych na rynku serwisów WhatsApp oraz WeChat.

Kolejny wykres (RYS. 3) pokazuje zmianę w czasie liczby cytowań publikacji łączących media społecznościowe z BIM. Powstał on w wyniku wizualizacji danych liczbowych zestawionych w jednej tabeli. Widoczna jest wyraźna tendencja wzrostowa liczby cytowań. Rycina wskazuje na szybki wzrost zainteresowania łączeniem obu zagadnień. Dotyczy to zarówno publikacji naukowych, jak i prac dyplomowych. Ponownie wyraźnie wyróżnia się Facebook. Stanowi on bazę informacji oraz przestrzeń wymiany doświadczeń społeczności specjalizującej się w omawianej technologii.

Działania analityczne prowadzone w fazie realizacji podsumowano wizualizacją uporządkowanych danych w programie VOSviewer.

Do zilustrowania zidentyfikowanych trendów wybrano dwa aspekty danych wejściowych. Pierwszym była średnia liczba cytowań zestawiona z liczbą prac opublikowanych w poszczególnych czasopiśmie. Drugi to kraj pochodzenia publikacji. Analiza wykazała, że czasopiśmie najczęściej cytowanym i łączącym tematykę BIM z mediami społecznościowymi jest czasopismo naukowe „Automation in Construction” (RYS. 4).



RYS. 6 Wykaz zwrotów kluczowych pozyskanych w drodze analizy manualnej grup na portalu Facebook; rys.: autorzy

Ma ono również największą liczbę prac spośród wszystkich przedstawionych tytułów. Pozostałe źródła nie wyróżniają się ani liczbą cytowań, ani liczbą prac łączących obie dziedziny.

Bardziej zróżnicowane wnioski przyniosła analiza cytowań według kraju pochodzenia artykułów. Wielkość punktu reprezentującego dane państwo zależy od liczby opublikowanych artykułów łączących tematykę BIM z mediami społecznościowymi. Barwa punktu odpowiada natomiast liczbie cytowań tych prac.

Wizualizacja danych wejściowych wykazała, że prace z omawianego zakresu powstają głównie w krajach anglosaskich. Należą do nich Stany Zjednoczone, Australia oraz Wielka Brytania. Kraje te mają również relatywnie dużą liczbę cytowań. Odmierna sytuacja dotyczy Chin. Powstaje tam największa na świecie pula artykułów, jednak ich cytowalność w innych pracach naukowych pozostaje niska. Dobrze wypadają natomiast rozwinięte kraje europejskie,

takie jak Francja, Niemcy i Włochy. Mimo relatywnie niewielkiego dorobku prace z tych krajów są często cytowane w analogicznych opracowaniach naukowych (RYS. 5).

WYNIKI ANALIZY MANUALNEJ FACEBOOKA

Analizą objęto trzy grupy: „Beka z BIM”, „Building Information Modeling – BIM Polska” oraz „Technologia BIM w Polsce”. Efektem analizy jest wykaz zwrotów kluczowych dotyczących technologii BIM. Zwroty te pojawiały się w postach oraz komentarzach do nich. Na RYS. 6 pokazano uzyskany wykaz. Nie uwzględniono w nim postów o charakterze komercyjnym.

OGRANICZENIA

Jednym z czynników utrudniających prowadzenie analiz netograficznych są ograniczone umiejętności programistyczne badaczy. Web scraping to technika pozyskiwania danych z internetu, stosowana m.in. w bibliologii i informatologii. Polega ona na tworzeniu ustrukturyzowanych zbiorów danych na podstawie nieustrukturyzowanych zbiorów tekstowych [5]. Narzędzia do web scrapingu wykorzystują skrypty pozyskujące konkretne dane ze strony internetowej. Mogą to być: cena produktu, liczba wyświetleń czy liczba reakcji na dany post. Przygotowanie poprawnie działającego bota bywa zadaniem trudnym, wymaga bowiem znajomości interfejsów programowania aplikacji (API) oraz metod parsowania HTML [7]. Ponadto każda nowa witryna wymaga napisania skryptu od nowa, co wydłuża czas badania. Nie zawsze jednak takie narzędzia są konieczne. Gdy analizowana grupa na portalu Facebook liczy kilkadziesiąt postów, szybszy okazuje się przegląd manualny (RYS. 7). Metoda ta pozwala również pozyskać informacje ukryte w wypowiedziach humorystycznych lub sarkastycznych oraz w grafikach, czyli tzw. memach.

Przeszkodą w badaniach netograficznych bywają także ograniczenia finansowe i sprzętowe. Dokładne skanowanie danych »

5 €

PROMOCJA

IZOLACJE 30

lat na rynku

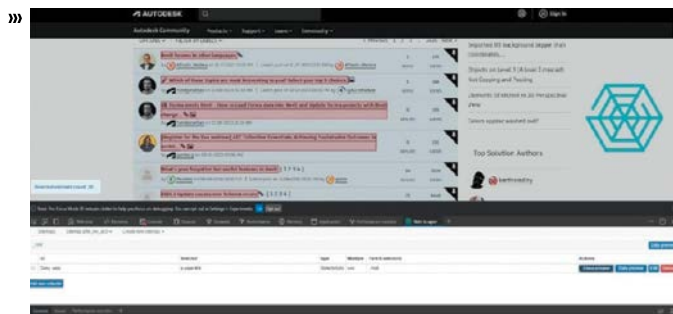
IZOLACJE.com.pl



Wszystkie numery można zamówić:

telefonicznie: 533 981 839 lub 22 512 60 50

lub e-mailem: acartailler@medium.media.pl



RYS. 7 Przykład prostego schematu „scrapowania” na forum Autodesk, który pozyskuje dane o tytułach wpisów na forum za pomocą Web Scrapera zainstalowanego jako rozszerzenie w narzędziach programistycznych przeglądarki; rys.: autorzy

internetowych wymaga oprogramowania wysokiej klasy, dedykowanego tego typu analizom. Narzędzia takie pozwalają szybko uzyskać odpowiedzi na pytania, które przy pracy ręcznej wymagałyby dużego nakładu czasu. Praca na dużych pakietach danych obciąża również podzespoły komputera. Sprzęt użytkownika odgrywa zatem kluczową rolę w efektywności prowadzonych analiz.

Istnieje możliwość dalszego rozwoju badań bez ponoszenia dodatkowych kosztów. Kierunkiem tym jest rozszerzenie zasobu informacji o kolejne grupy na portalach społecznościowych, w tym grupy zagraniczne.

PODSUMOWANIE

Prowadzenie badań netograficznych jest wyzwaniem metodycznym oraz kosztowym. Wymaga zebrania danych o użytkownikach mediów społecznościowych. Firmy udostępniają je niechętnie lub oferują wyłącznie w sprzedaży, po wysokiej cenie. Narzędzia wspierające analizę bywają dostępne w wersjach darmowych, jednak najczęściej wymagają płatnej subskrypcji. Tylko plany płatne pozwalają efektywnie pracować na obszernych zbiorach danych. Badania netograficzne wymagają zatem znacznej inwestycji. Ręczny przegląd materiałów w grupach na portalu Facebook przyniósł natomiast konkretne rezultaty. Pozwolił zidentyfikować kwestie istotne dla użytkowników narzędzi oraz mankamenty oprogramowania BIM. Zasób tych informacji można rozwijać przez włączenie do analizy kolejnych

grup. Uzyskaną wiedzę można również wykorzystać w praktyce biznesowej.

LITERATURA

1. <https://doi.org/10.1556/jba.3.2014.016> > [dostęp 15.01.2024]
2. M. Gumienny, „Co to jest web scraping i do czego się go wykorzystuje?” <https://ks.pl/blog/co-to-jest-web-scraping-i-do-czego-sie-go-wykorzystuje>, 2023.
3. M. Bartosik-Purgat, „Media społecznościowe na rynku międzynarodowym. Perspektywa indywidualnych użytkowników”, 2016.
4. A. Chester, J. Reece, T. Ryan, S. Xenos, „The uses and abuses of Facebook: A review of Facebook addiction”, w: „Journal of Behavioral Addictions”, 2014.
5. D. Glez-Pena, A. Lourenço, H. López-Fernández, M. Reboiro-Jato, F. Fdez-Riverola, „Web scraping technologies in an API world”, „Briefings in bioinformatics”, Vol 15. No 5. 788–797, 2014.
6. R. Bäcker, J. Rak, „Problem badawczy”, „Politeja” 12.4 (36) (2015): 155–164.
7. J. Kijak, „Jak przeprowadzić pierwsze badanie netnograficzne? Praktyczny przewodnik”, MediaLab Katowice <https://blog.medialabkatowice.eu/jak-przeprowadzic-pierwsze-badanie-netnograficzne-praktyczny-przewodnik/>
8. <<https://depot.ceon.pl/handle/123456789/10383>> [dostęp 15.01.2024]
9. D. Dilan, R. Klinc, Ž. Turk, „The role of social media in BIM-based projects”. EC3 Conference 2023. Vol. 4. „European Council on Computing in Construction”, 2023, <10.35490/EC3.2023.160> [dostęp 15.01.2024]
10. Qiyun Wang, Huay Lit Woo, Choon Lang Quek, Yuqin Yang, Mei Liu, „Using the Facebook group as a learning management system: An exploratory study” w: „British Journal of Educational Technology”, <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01195.x>, 2011 [dostęp 15.01.2024]
11. M. Zych, „Web scraping w analizie danych i w badaniach mixed-method research”, „Horyzonty informacji”, tom 2, 108–119, 2021.
12. M. Bartl, V. Kannan K., H. Stockinger, „A review and analysis of literature on netnography research”, „International Journal of Technology Marketing” 11.2 (2016): 165–196.

ANDRZEJ SZYMON BORKOWSKI absolwent Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Doktor habilitowany nauk inżyniersko-technicznych prowadzący badania w dyscyplinach inżynieria lądowa, geodezja i transport. W swojej pracy naukowej zajmuje się technologiami CAD, GIS, BIM. Specjalizuje się zwłaszcza w technologii BIM i jej holistycznym wykorzystaniu w planowaniu przestrzennym. Jest zwolennikiem nowego paradygmatu: BIM to nowy standard i organizacja pracy w całym procesie inwestycyjno-budowlanym. Prowadzi badania empiryczne i teoretyczne w zastosowaniach BIM w projektowaniu inżynierskim. Entuzjasta federowanego wdrożenia BIM w Polsce. Autor dwóch monografii, współautor trzech podręczników i kilkudziesięciu artykułów naukowych. Brał udział w sześciu projektach (w tym w jednym w charakterze kierownika), trzech grantach (w tym w dwóch w charakterze kierownika) oraz kierował Zadaniem 41 projektu badawczo-rozwojowego NERW PW. Jest Autoryzowanym Trenerem Autodesk (ACI ID 46632), Akredytowanym Egzaminatorem ECDL CAD (PL-E4871), Koordynatorem Produktu EPP GIS w Polsce oraz Specjalistą MA TRIZ 1 stopnia. Autor wielu instrukcji, skryptów oraz tutoriali. Członek wielu komitetów organizacyjnych, komisji oraz kapituł. Członek zarządu Naukowego Towarzystwa Rewitalizacji, członek zwyczajny Polskiego Towarzystwa Informatycznego, Stowarzyszenia BIM i Towarzystwa Rozwoju Obszarów Wiejskich. Trzykrotny laureat nagrody JM Rektora PW oraz Najlepszego Egzaminatora ECDL w Polsce w roku 2016.

ARKADIUSZ GOŁĘBIEWSKI ukończył studia inżynierskie i magisterskie na kierunku Gospodarka Przestrzenna na wydziale Geodezji i Kartografii na Politechnice Warszawskiej. Pracuje jako koordynator Przestrzeni Młodych w Lublinie, pełni funkcję przewodniczącego Zarządu Dzielnicy Felin. Prowadził zajęcia na Wydziale Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej UMCS.

SZYMON DOWIERCJAŁ ukończył studia na kierunku Gospodarka Przestrzenna na wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Zawodowo pracuje w branży telekomunikacyjnej.

MICHAŁ DEPERAS ukończył studia I i II stopnia na kierunku Gospodarka Przestrzenna na wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Zawodowo związany z branżą nieruchomości.

MARCIN DĘBSKI ukończył studia na kierunku Gospodarka Przestrzenna na wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Posiada doświadczenie zawodowe w branży telekomunikacyjnej.

✎ PIOTR ADAMCZYK

Rewolucja w procesie projektowym budynków komercyjnych – modelowanie energetyczne (BEM) jako narzędzie optymalizacji OPEX i CAPEX

§ €

Współczesny proces projektowy stoi w obliczu największej zmiany podejścia od dziesięcioleci. Przejście od statycznych metod obliczeniowych na kartkach papieru poprzez wykorzystanie komputerów do obliczeń i rysunków 2D do dynamicznego modelowania energetycznego budynków (BEM – *Building Energy Modeling*) przestało być domeną wyłącznie certyfikacji wielokryterialnych. Stało się kluczowym narzędziem optymalizacji kosztów inwestycyjnych (CAPEX) i operacyjnych (OPEX).

W dobie rygorystycznych wymogów dekarbonizacyjnych budynek nie jest już sumą niezależnych od siebie elementów. To dynamiczny system naczyń połączonych, w którym decyzja architektoniczna o doborze szkła bezpośrednio determinuje... moc zamawianego agregatu chłodniczego.

WSPÓŁCZYNNIKI U VS. G I ICH WPŁYW NA „CYFROWE OBCIĄŻENIE”

W tradycyjnym podejściu okno lub fasada szklana były traktowane niemal wyłącznie jako punkty strat ciepła. W nowoczesnym projektowaniu opartym na BEM przegrody przezroczyste funkcjonują jako dynamiczne wymienniki energii. Skupienie się wyłącznie na współczynniku przenikania ciepła U to tylko połowa sukcesu i częsty błąd projektowy.

Współczynnik g (Solar Factor) jako regulator mocy chłodniczej
To współczynnik przepuszczalności energii słonecznej g decyduje o wielkości i koszcie instalacji chłodniczej. Dobór szkła o wysokiej selektywności, czyli stosunku przepuszczalności światła Lt do całkowitej przepuszczalności energii słonecznej g, pozwala na radykalne obniżenie projektowanej mocy agregatów wody lodowej lub systemów VRF.

Tradycyjne, statyczne obliczenia z tabeli w Excelu nie są w stanie wychwycić tych zależności. Nie widzą one np. zysków słonecznych w marcu, kiedy przy sporym mrozie na zewnątrz, intensywne słońce potrafi doprowadzić do przegrzewania silnie przeszklonych stref budynku. Modelowanie dynamiczne pozwala przewidzieć te anomalie i zneutralizować je na poziomie doboru materiałów.

Przykład inżynierski

Optymalizacja grubości izolacji dachu

Opis sytuacji: Walka ze stratyfikacją pod dachem w magazynach wysokiego składowania – kluczowym wyzwaniem jest zjawisko

stratyfikacji termicznej. Mówiąc najprościej: to naturalna tendencja ciepłego powietrza do unoszenia się do góry. Ponieważ ciepłe powietrze jest lżejsze od zimnego, wędruje pod sam sufit.

W efekcie w wysokiej na 12 metrów hali tworzą się niewidzialne „warstwy” temperatury. Na dole, gdzie pracują ludzie, może być optymalne 18°C, podczas gdy pod samym dachem kumuluje się upał sięgający nawet 26–28°C. Ta ogromna czapa gorącego powietrza pod sufitem sprawia, że ciepło ucieka przez dach kilkakrotnie szybciej, niż wynikałoby to ze zwykłych, uśrednionych wyliczeń. To generuje potężne, ukryte straty energii, z którymi tradycyjne systemy grzewcze nie potrafią sobie poradzić.

Skutki: Powoduje to ogromny wzrost strat ciepła przez dach, nawet przy zastosowaniu destratyfikatorów, które nie zawsze są w stanie w 100% zniwelować ten gradient w każdym punkcie obiektu.

Działanie: Wykorzystując modelowanie dynamiczne BEM, możemy precyzyjnie zasymulować profil temperaturowy dla konkretnej kubatury. Pozwala to na optymalny dobór grubości izolacji dachu lub parametrów świetlików – nie „na oko” z warunków technicznych, ale w oparciu o realne, podwyższone obciążenie termiczne górnej strefy obiektu.

Efekt: Zamiast ślepo przewymiarowywać moc centrali grzewczych czy nagrzewnic o kilkadziesiąt procent „na zapas”, inwestuje się w przegrodę dachową o podwyższonych parametrach. Taki zabieg pozwala obniżyć projektową moc szczytową źródła ciepła i uniknąć montażu zbędnych, przewymiarowanych urządzeń, co generuje natychmiastowe oszczędności na etapie zakupu (CAPEX).

Modelowanie dynamiczne zamiast kalkulacji

Dlaczego statyczne obliczenia zawodzą w nowoczesnej architekturze? Ponieważ „nie widzą” przesunięć fazowych, realnego rozkładu zysków słonecznych w czasie oraz zmian klimatu, które mocno

PRZYKŁAD

W marcu lub październiku, przy temperaturze zewnętrznej bliskiej 0°C, budynek o dużych przeszkleniach (np. galeria handlowa, biurowiec) generuje potężne zyski od słońca operującego nisko nad horyzontem.

Metody tradycyjne potrafią wtedy wskazać zapotrzebowanie na grzanie, podczas gdy w rzeczywistości obiekt wymaga już intensywnego chłodzenia (zjawisko jednoczesnego mrozu na zewnątrz i przegrzewania wewnątrz).

» wpływają na budownictwo. Najczęstsze przykłady dotyczą dni, w których temperatura, nasłonecznienie i inne czynniki pogodowe są „niestandardowe” dla danego miesiąca, co nie znaczy, że ekstremalnie rzadkie.

Modelowanie dynamiczne pozwala wychwycić ten paradoks i zoptymalizować automatykę budynku, zanim powstanie projekt wykonawczy.

Przykład inżynierski:

Optymalizacja powierzchni okien w szklanych wieżowcach

Opis sytuacji: Klasyczne podejście do projektowania biurowców zakładało tworzenie w pełni przeszklonych, widowiskowych brył. Jednak w dobie dekarbonizacji i szukania oszczędności eksploatacyjnych podejście do „szklanych wieżowców” ulega diametralnej zmianie.

Skutki: Całkowite przeszklenie fasady to gwarancja ogromnych strat ciepła zimą oraz potężnego przegrzewania się przestrzeni latem. Wymusza to instalowanie w budynku gigantycznych i kosztownych mocy chłodniczych.

Działanie: Na jednym z projektów realizowanych przez JWA wykorzystaliśmy modelowanie BEM do przeanalizowania struktury elewacji. Dzięki symulacjom dynamicznym wykazaliśmy inwestorowi i architektom korzyści z obniżenia wyjściowego stopnia przeszklania fasady ze 100% do 65%. Jednocześnie, aby obalić mit, że w budynku robi się ciemno, wykonaliśmy zaawansowaną analizę światła dziennego (*daylight analysis*), zgodną z wymogami certyfikacji BREEAM.

Effekt: Wyniki jednoznacznie potwierdziły, że 65-procentowy udział szkła w fasadzie w zupełności zabezpiecza komfort wizualny i normowe doświetlenie stanowisk pracy. W efekcie inwestor otrzymał budynek tańszy w budowie (mniejsza powierzchnia drogiej fasady słupowo-ryglowej oraz mniejszy CAPEX na systemy HVAC), który generuje drastycznie mniejsze koszty operacyjne, nie tracąc nic ze swojej funkcjonalności i estetyki.

PUŁAPKA PRZEWYMIAROWANIA: CAPEX VS. WYDAJNOŚĆ OPERACYJNA

W polskiej praktyce inżynierskiej wciąż silny jest nawyk „projektowania z zapasem”. Instalatorzy i projektanci, dbając o tzw. święty spokój, często przewymiarowują źródła ciepła i chłodu. To podejście generuje jednak możliwe do uniknięcia błędne koło kosztów.

Optymalizacja mocy i punkt biwalencyjny

Wykorzystanie modelu energetycznego (BEM) pozwala precyzyjnie wyznaczyć punkt biwalencyjny systemu grzewczego, zwłaszcza w układach opartych na pompach ciepła.

Zamiast wybierać więc pompę ciepła o mocy 100 kW, dobraną na ekstremalne, hipotetyczne mrozy występujące przez kilkanaście godzin (!) w roku (co drastycznie winduje CAPEX i powoduje tzw. taktowanie sprężarki przy wyższych temperaturach, niszcząc jej efektywność COP), modelowanie pozwala na optymalne podejście hybrydowe.

Czym jest hybrydowe źródło ciepła?

W skrócie – to inteligentny system grzewczy, który łączy dwa różne urządzenia – najczęściej jedno oparte na energii odnawialnej (np. ekologiczna pompa ciepła), a drugie tradycyjne (np. kocioł gazowy lub grzałki elektryczne).

PRZYKŁAD

Większy kocioł, za duża pompa ciepła czy przewymiarowany chiller to nie tylko wyższy koszt zakupu samego urządzenia. To potężny efekt domina, ponieważ powoduje:

1. konieczność zastosowania większej armatury (zawory, średnice rurociągów),
2. większe pompy obiegowe (generujące wyższe zużycie energii elektrycznej przez lata),
3. potrzebę montażu większych zbiorników buforowych,
4. wyższy koszt przyłącza energetycznego (opłaty ryczałtowe za moc zamówioną).

Te urządzenia nie działają losowo. System posiada „mózg” w postaci automatyki, która na bieżąco sprawdza temperaturę na zewnątrz i decyduje, które źródło w danej sekundzie optaca się włączyć, żeby ogrzać budynek jak najtaniej i jak najbardziej efektywnie.

Przykład inżynierski:

Układ hybrydowy i optymalizacja punktu biwalencyjnego

Opis sytuacji: Podczas procesu decyzyjnego dla jednego z obiektów magazynowych, inwestor postawił twardy warunek: system grzewczy miał opierać się w 100% na pompach ciepła. Tradycyjne podejście wymusiłoby dobór urządzeń na skrajne parametry zimowe (np. -20°C).

Skutki: Przy ogromnej kubaturze hali takie podejście wygenerowałoby gigantyczny koszt początkowy (CAPEX) oraz zmusiło inwestora do walki o potężną, drogą moc przyłączeniową od zakładu energetycznego.

Działanie: W oparciu o modelowanie dynamiczne BEM zaproponowaliśmy alternatywę – układ hybrydowy i przesunięcie punktu biwalencyjnego (momentu włączenia drugiego źródła) do poziomu -7°C. Dzięki temu wyjściowa moc samych pomp ciepła spadła o kilkadziesiąt procent. Urządzenia te pokrywają zapotrzebowanie przez większość sezonu. Z kolei przy mrozach poniżej -7°C, system automatycznie uruchamia promienniki gazowe, które w ujemnych temperaturach znacznie szybciej dogrzewają wysoką halę, ogrzewając bezpośrednio ludzi i towar, a nie całe powietrze.

Effekt: Inwestor dzięki tej strategicznej decyzji drastycznie obniżył koszty inwestycyjne (CAPEX) i uniknął przewymiarowania sprzętu. Zyskał bezpieczne, elastyczne źródło szczytowe, a koszt eksploatacji gazu przez te kilka mroźnych dni w roku (zaledwie kilkadziesiąt godzin) okazał się marginalny w rocznym rozliczeniu.

SPECYFIKA BUDYNKÓW MAGAZYNOWYCH: NOWE POLE BITWY O EFEKTYWNOŚĆ

Sektor logistyczny i magazynowy był do niedawna jednym z najszybciej rosnących segmentów budownictwa, a jego stały wzrost wiązał się m.in. ze wzrostem zainteresowania certyfikacją wielokryterialną. Ponadto, w realiach obiektów komercyjnych każda złotówka wydana na etapie inwestycji musi przynieść wymierny i osiągalny zwrot w kosztach operacyjnych (OPEX). Jednocześnie wymogi certyfikacji (BREEAM/LEED) oraz unijne regulacje (Taksonomia UE, dyrektywa CSRD) sprawiły, że modelowanie energetyczne przestało być traktowane jako inżynierska „fanaberia”,

a stało się standardem formalnym. Inwestorzy i fundusze oczekują mierzalnych danych liczbowych, zanim wyłożą kapitał na realizację projektu.

Standardy BREEAM/LEED a modelowanie

BEM pozwala precyzyjnie ocenić, jak decyzje architektoniczne i sprzętowe wpłyną na końcową klasyfikację budynku. Zamiast szacować koszty „z tabeli”, model dynamiczny weryfikuje realny wpływ izolacyjności bram sekcyjnych, uszczelnień doków przeładunkowych oraz rozkładu i parametrów świetlików dachowych na zyski i straty energii. To też klucz do zdobycia punktów certyfikacyjnych, które bezpośrednio podnoszą wartość rynkową nieruchomości. Co ważne, modelowanie pozwala na optymalizację geometrii i powierzchni świetlików – tak, aby maksymalizować zyski z darmowego dziennego światła bez doprowadzania do przegrzewania hali w okresie letnim.

Analiza wrażliwości, czyli gdzie optymalizować koszty

Największą zaletą „cyfrowego bliźniaka” w logistyce i w nieruchomościach komercyjnych w ogóle jest możliwość przeprowadzenia tzw. analizy wrażliwości. Pozwala ona inwestorowi odpowiedzieć na kluczowe pytanie: „Co się stanie, jeśli wydam

więcej na lepszą izolację ścian, a co, jeśli zainwestuję w szybsze bramy kurtynowe?”.

Model energetyczny potrafi wykazać, który element struktury budynku generuje największe straty w konkretnej lokalizacji geograficznej i przy konkretnym profilu operacyjnym (np. w przypadku magazynu przy intensywnym ruchu w dokach). Dzięki temu deweloper nie przepłaca za przewymiarowaną izolację tam, gdzie jej wykorzystanie nie przyniesie zysku, a inwestuje środki celowo – w rozwiązania, które realnie skrócą czas zwrotu z inwestycji i obniżą koszty eksploatacyjne całego parku logistycznego.

PODSUMOWANIE: ŚWIADOMA INWESTYCJA ZAMIAST ŚLEPYCH KOSZTÓW

Właściwy dobór materiałów o niskim współczynniku U, zbalansowanie z parametrem dla szkła za pomocą współczynnika g oraz precyzyjne określenie punktu biwalencyjnego lub przeanalizowanie kilku różnych rozwiązań HVAC na podstawie symulacji rocznych, to nie tylko dodatkowy koszt czy fanaberia. To inwestycja w rzetelny model energetyczny, która zwraca się przez redukcję kosztów maszynowni, mniejszą moc przyłączową i optymalne koszty operacyjne przez cały cykl życia obiektu. Przyszłość budownictwa należy zatem do inżynierii opartej na danych, a rewolucja w tym zakresie dokonuje się na naszych oczach.

PIOTR ADAMCZYK Energy Modeling Specialist i Team Manager, JWA. Posiada wieloletnie doświadczenie w projektowaniu systemów HVAC oraz w zakresie analiz energetycznych budynków komercyjnych. Specjalizuje się w optymalizacji zużycia energii i budownictwie niskoemisyjnym, a także posiada uprawnienia

do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej. Koordynuje projekty z zakresu symulacji zużycia energii, analiz światła dziennego, LCC, LCA oraz komfortu cieplnego, realizowanych zarówno dla potrzeb doradczych, jak i w ramach certyfikacji LEED i BREEAM.

§ €

REKLAMA

THE FUTURE OF BUILDING


MESSE
MÜNCHEN



BAU 2027

11–15 stycznia
2027,
Monachium,
Messe
München

Wiodące na świecie
targi Architektury,
Materiałów i
Systemów
Budowlanych
bau-muenchen.com

SECURE
YOUR
TICKET!

✎ DR INŻ. KRZYSZTOF PAWŁOWSKI, PROF. PBŚ ORCID: 0000-0002-6738-5764
MGR INŻ. ARCH. ŁUKASZ LEWANDOWSKI ORCID: 000-0003-1771-3456

Ocieplenie przegród zewnętrznych od wewnątrz jako działanie termomodernizacyjne – aspekty projektowe, wykonawcze i eksploatacyjne

Insulation of external building envelopes from the inside as a thermal modernization measure – design, implementation, and operational aspects

ABSTRAKT

W artykule przedstawiono zasady projektowania i wykonywania oraz przykładowe rozwiązania materiałowe ocieplenia przegród zewnętrznych od wewnątrz. Część obliczeniowa dotyczy analizy parametrów cieplno-wilgotnościowych połączenia ściany zewnętrznej z oknem (przed i po ociepleniu: od zewnątrz i wewnątrz). Na podstawie przeprowadzonych obliczeń sformułowano wytyczne projektowe, wykonawcze i eksploatacyjne.

Słowa kluczowe: ocieplenie od wewnątrz, prace termomodernizacyjne, ocieplanie przegród, ściany zewnętrzne, ocieplanie ścian

This article presents the principles of design and construction and sample material solutions for insulating external building envelopes from the inside. The calculation section concerns the analysis of the thermal and humidity parameters of the external wall/window connection (before and after insulation: from the outside and inside). Based on the calculations, design, construction, and operational guidelines were formulated.

Keywords: internal insulation, thermal modernization works, insulation of partitions, external walls, wall insulation

Aby spełnić podstawowe kryterium cieplne: $U \leq U_{\max}$ dla budynków istniejących, należy docieplić przegrody zewnętrzne i złącza budowlane. Jedną z metod docieplenia jest ocieplenie od wewnątrz.

Po przeprowadzeniu oceny stanu technicznego i cieplnego przystępuje się do projektowania ocieplenia, przeprowadzając obliczenia parametrów cieplno-wilgotnościowych docieplonych elementów obudowy budynku. Dobór materiałów termoizolacyjnych nie może być przypadkowy. Wykonanie ocieplenia od wewnątrz wymaga precyzyjności oraz umiejętności zastosowania systemowych rozwiązań. Istotne jest także wskazanie zasad eksploatacji budynków po dociepleniu od wewnątrz.

Ocieplenie od wewnątrz – WYTYCZNE PROJEKTOWE I WYKONAWCZE

Ocieplenie przegród zewnętrznych od wewnątrz jest projektowane i wykonywane od wielu lat dla grupy budynków, które z różnych względów nie mogą lub nie powinny być ocieplone od zewnątrz. Można do nich zaliczyć:

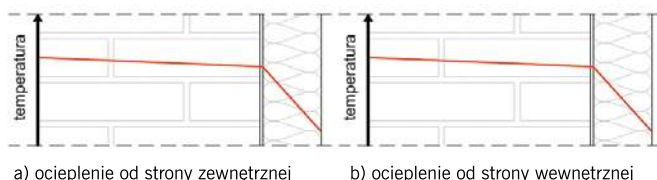
- » obiekty zabytkowe (budynki wpisane do rejestru zabytków lub objęte ochroną konserwatorską),
- » obiekty o wartości architektonicznej (ciekawy charakter elewacji lub oryginalny wygląd budynku),

- » ograniczenie praw własności (w przypadku, gdy część ścian zewnętrznych znajduje się dokładnie na granicy działki),
- » obiekty użytkowane czasowo (ogrzewanie czasowe w nieregularnych okresach).

Kolejność położenia poszczególnych warstw nie ma wpływu na izolacyjność termiczną całej przegrody, gdyż wynika ona jedynie z sumy oporów cieplnych użytych materiałów. Jednak w przeciwieństwie do izolacji termicznej zewnętrznej wymaga bardziej szczegółowej analizy przegród, przede wszystkim ze względu na zjawiska wilgotnościowe (kondensacja powierzchniowa oraz międzywarstwowa). Dlatego dobór materiału izolacyjnego przy dociepleniu od wewnątrz wymaga wykonania miarodajnych obliczeń i analiz parametrów fizykalnych przegród zewnętrznych i ich złączy.

Aby spełnić kryterium wg rozporządzenia [1]: $U_c \leq U_{c(\max)}$, należy dobrać odpowiednią grubość zalecanego materiału termoizolacyjnego. Ocieplenie od wewnątrz wiąże się jednak ze zjawiskiem wnikania pary wodnej w strukturę przegrody i jej kondensacji. Na skutek niskiej temperatury otoczenia spada znacznie temperatura wewnątrz przegrody, powodując kondensację na styku warstwy konstrukcyjnej i izolacji cieplnej (RYS. 1).

Warstwa izolacji cieplnej od strony wewnętrznej przegrody oddziela konstrukcję muru od środowiska wewnętrznego, co wpływa na zmniejszenie pojemności cieplnej całego budynku i powoduje wprowadzenie całej warstwy konstrukcyjnej w strefę przemarzania. Podstawową zaletą ocieplenia od wewnątrz jest zmniejszenie ilości



RYS. 1 Rozkład temperatur w przegrodzie z izolacją termiczną; rys.: autorzy

energii niezbędnej do ogrzania pomieszczeń o żądanej temperaturze oraz skrócenia czasu nagrzewania [2].

Do grupy materiałów do ocieplenia od wewnątrz, stosowanych w Polsce, można zaliczyć m.in.: silikat wapienny, płyty mineralne, płyty rezolowe, płyty klimatyczne, bloczki z lekkiej odmiany betonu komórkowego, płyty perlitowe, płyty z wełny drzewnej, płyty z wełny mineralnej, aerozele, aerowełnę, izolacje próżniowe VIP, tynki renowacyjne. Wartości parametrów fizycznych przegród zewnętrznych i ich złączy zależą głównie od współczynnika przewodzenia ciepła λ [W/(m·K)], współczynnika oporu dyfuzyjnego μ [-], dyfuzyjnie równoważnej grubości warstwy powietrza $s_d = \mu \cdot d$ [m] materiałów izolacyjnych.

W pracach [3–6] opisano szczegółowo charakterystykę materiałów izolacyjnych stosowanych w ociepleniu od wewnątrz oraz mankamenty i doświadczenia w zakresie projektowania i wykonywania dociepleń do strony wewnętrznej.

Przy doborze układów materiałowych przegród zewnętrznych i ich złączy istotne znaczenie ma analiza w zakresie oceny ryzyka występowania kondensacji międzywarstwowej. Metody szacunkowe oparte są na metodzie Glasera, przedstawionej w normie PN-EN ISO 13788:2003 [7], budzą wiele wątpliwości co do jakości uzyskiwanych wyników obliczeń i sposobu ich interpretacji. Metody symulacyjne opierają się na zaawansowanych programach komputerowych do symulacji zjawisk ciepło-wilgotnościowych z uwzględnieniem zmiennych parametrów powietrza wewnętrznego i zewnętrznego.

Na podstawie przeprowadzonych analiz na RYS. 2 przedstawiono zalety i wady ocieplenia przegród od wewnątrz.

Przykład obliczeniowy 1 – kształtowanie układów materiałowych połączenia ściany zewnętrznej z oknem w aspekcie ciepło-wilgotnościowym

W celu poszukiwania poprawnego rozwiązania układu materiałowego spełniającego obowiązujące wymagania dla budynku po dociepleniu należy wykonać szczegółowe obliczenia parametrów fizycznych złączy przegród zewnętrznych w kilku wariantach obliczeniowych. W przykładzie obliczeniowym rozpatrywano połączenie ściany zewnętrznej z oknem w przekroju przez ościeżnicę przy zróżnicowanym usytuowaniu ocieplenia w następujących wariantach (RYS. 3):

- » wariant I: ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 25 cm ($\lambda = 0,77$ W/(m·K)), tynk gipsowy gr. 1,5 cm ($\lambda = 0,40$ W/(m·K)), stolarka okienna: przypadek A: o współczynniku przenikania ciepła okna $U_w = 1,75$ W/(m²·K), przypadek B: $U_w = 0,86$ W/(m²·K),
- » wariant II: ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 25 cm ($\lambda = 0,77$ W/(m·K)), tynk gipsowy gr. 1,5 cm ($\lambda = 0,40$ W/(m·K)), izolacja termiczna od zewnątrz: płyty rezolowe gr. 10, 12, 15 i 20 cm ($\lambda = 0,021$ W/(m·K)), stolarka okienna $U_w = 0,86$ W/(m²·K), bez węgarka,
- » wariant III: ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 25 cm ($\lambda = 0,77$ W/(m·K)), tynk gipsowy gr. 1,5 cm ($\lambda = 0,40$ W/(m·K)), izolacja termiczna od zewnątrz: płyty rezolowe gr. 10, 12, 15 i 20 cm

Ocieplenie przegród i złączy budowlanych od wewnątrz

zalety:

- niższe zużycie energii na ogrzewanie oraz klimatyzację pomieszczeń
- możliwość ocieplenia budynku nawet w przypadku braku dostępu od zewnętrznej strony elewacji
- niższy koszt wykonania w porównaniu do izolacji zewnętrznej (min. ze względu na koszt rusztowania)
- warunki pogodowe nie mają wpływu na przebieg prac

wady:

- przegroda zawilgocona m.in. opadami atmosferycznymi lub wodami zalewowymi ma mniejszą zdolność do wysychania
- zmniejszenie powierzchni użytkowej pomieszczenia
- podczas projektowania konieczność korzystania z programów komputerowych, poprawiających niezawodność przyjmowanych rozwiązań (wydłuża czas opracowania projektu)
- pogorszenie poziomu izolacji akustycznej przegrody

RYS. 2 Zalety i wady ocieplenia przegród i złączy budowlanych od wewnątrz;

rys.: autorzy

($\lambda = 0,021$ W/(m·K)), stolarka okienna $U_w = 0,86$ W/(m²·K), z węgarkiem (ocieplenie zachodzi na ościeżnicę – 4 cm),

- » wariant IV: ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 25 cm ($\lambda = 0,77$ W/(m·K)), tynk gipsowy gr. 1,5 cm ($\lambda = 0,40$ W/(m·K)), izolacja termiczna od wewnątrz: płyty rezolowe gr. 10, 12, 15 i 20 cm ($\lambda = 0,021$ W/(m·K)), stolarka okienna $U_w = 0,86$ W/(m²·K), bez węgarka,
- » wariant V: ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 25 cm ($\lambda = 0,77$ W/(m·K)), tynk gipsowy gr. 1,5 cm ($\lambda = 0,40$ W/(m·K)), izolacja termiczna od wewnątrz: płyty rezolowe gr. 10, 12, 15 i 20 cm ($\lambda = 0,021$ W/(m·K)), stolarka okienna $U_w = 0,86$ W/(m²·K), z węgarkiem (ocieplenie zachodzi na ościeżnicę – 4 cm).

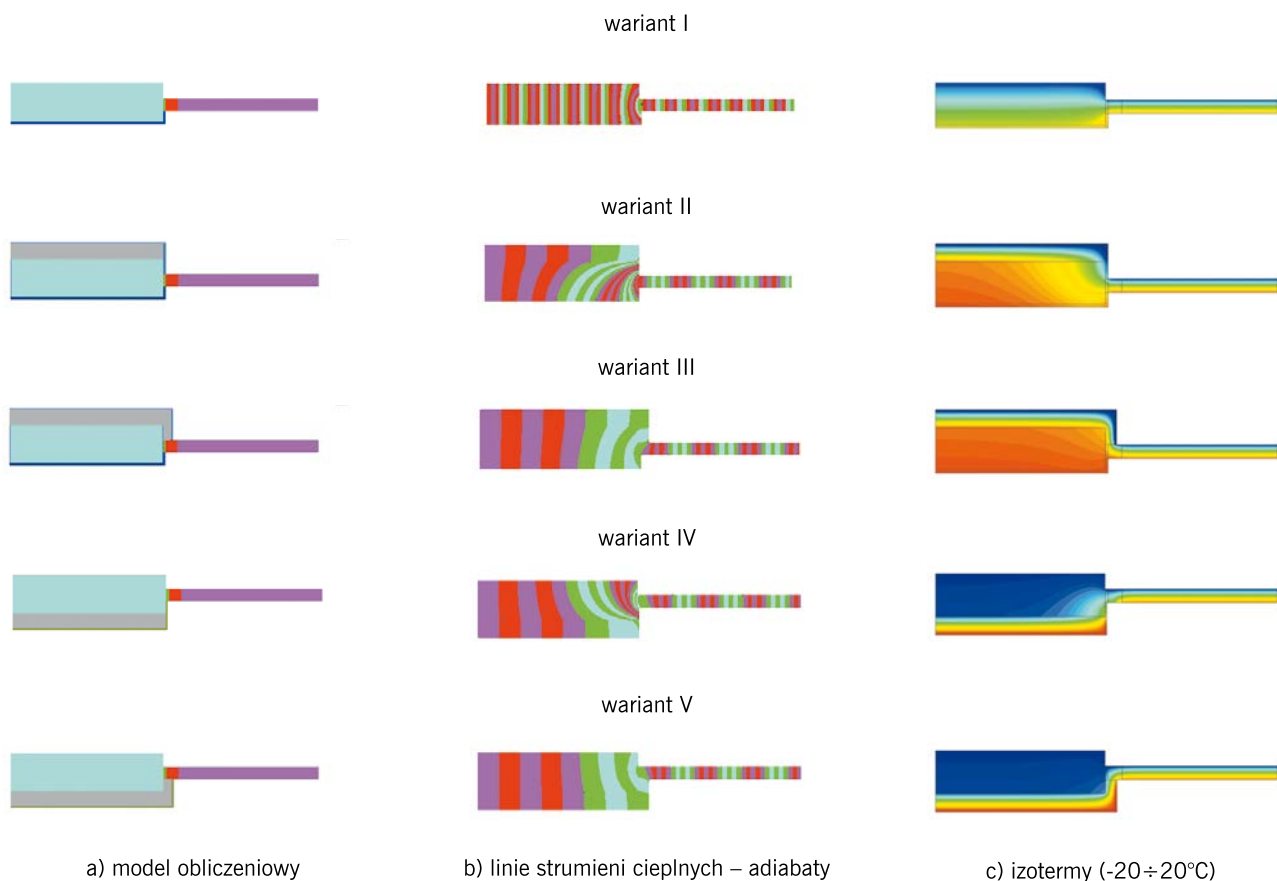
Dla ww. wariantów określono parametry fizyczne przy zastosowaniu programu komputerowego TRISCO-KOBRU 86 [8], przyjmując następujące założenia:

- » modelowanie złączy wykonano zgodnie z zasadami przedstawionymi w normie PN-EN ISO 10211:2017 [9],
- » opory przejmowania ciepła (R_{si} , R_{se}) przyjęto zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2017 [10] przy obliczeniach strumieni ciepłych oraz wg normy PN-EN ISO 13788:2003 [7] przy obliczeniach rozkładu temperatur i czynnika temperaturowego $f_{Rsi(2D)}$,
- » temperatura powietrza wewnętrznego $t_i = 20^\circ\text{C}$ (pokój dzienny), temperatura powietrza zewnętrznego $t_e = -20^\circ\text{C}$ (III strefa),
- » wartości obliczeniowe współczynnika przewodzenia ciepła materiałów budowlanych λ [W/(m·K)] przyjęto na podstawie danych producentów.

Na RYS. 3 przedstawiono graficzne wyniki symulacji komputerowej analizowanego złącza przy zastosowaniu programu komputerowego TRISCO-KOBRU 86 [8], a w TABELI 1 zestawiono wyniki przeprowadzonych obliczeń.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń (TABELA 1) można stwierdzić, że analizowane złącza generują dodatkowe straty ciepła określone m.in. w postaci liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_i [W/(m·K)] oraz obniżenie temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody $t_{si,min}$ [°C]. Parametry ciepło-wilgotnościowe złączy ścian zewnętrznych po dociepleniu zależą od usytuowania i grubości materiału termoizolacyjnego. Należy zwrócić uwagę, że ocieplenie połączenia ściany zewnętrznej z oknem bez węgarka powoduje znacznie wyższe dodatkowe straty ciepła (Φ , L^{2D} , Ψ_i) oraz obniżenie temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody ($t_{si,min}$, $f_{Rsi(2D)}$) niż w przypadku ościeżnicy z dociepleniem »

»



RYŚ. 3 Połączenie ściany zewnętrznej z oknem (przed i po dociepleniu); rys.: autorzy

przy zastosowaniu węgarka – **TABELA 1**. Takie rozwiązanie powoduje ryzyko występowania kondensacji na wewnętrznej powierzchni przegrody (rozwój pleśni i grzybów pleśniowych), kondensacji międzywarstwowej oraz zwiększenie ilości energii koniecznej do ogrzania pomieszczeń o żądanej temperaturze. Wyniki w zakresie kondensacji międzywarstwowej, przy zróżnicowanym zastosowaniu materiału termoizolacyjnego, zaprezentowano m.in. w pracy [2].

Złącza ściany zewnętrznej z oknem ocieplone od zewnątrz generują większe straty niż ocieplone od wewnątrz. Wykonanie szczegółowych obliczeń, przy zastosowaniu programu komputerowego, pozwala na uzyskanie miarodajnych wyników parametrów cieplno-wilgotnościowych. Ich wartości zależą od zastosowanego materiału budowlanego (konstrukcyjnego), rodzaju i grubości izolacji cieplnej oraz ukształtowania struktury materiałowej analizowanego złącza. Posługiwanie się wartościami przybliżonymi i orientacyjnymi, np. w oparciu o normę PN-EN ISO 14683:2017 [11], staje się nieuzasadnione, ponieważ nie uwzględniają one zmiany układów materiałowych oraz rodzaju i grubości izolacji cieplnej.

Spełnienie kryterium w zakresie uniknięcia występowania ryzyka kondensacji powierzchniowej (rozwój pleśni i grzybów pleśniowych): $f_{Rsi,(2D)} \geq f_{Rsi,(kryt.)}$ wymaga określenia wartości $f_{Rsi,(2D)}$ na podstawie temperatury minimalnej na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu mostka cieplnego (2D) $t_{si,min.}$ [°C] oraz wartości $f_{Rsi,(kryt.)}$ uwzględniającej parametry powietrza wewnętrznego i zewnętrznego (wilgotność i temperatura powietrza). Wartość maksymalna z 12 miesięcy w odniesieniu do lokalizacji (Bydgoszcz) $f_{Rsi,(max)} = f_{Rsi,(kryt.)} = 0,785$ (luty). Oznacza to, że w każdym miesiącu roku i dla każdego innych wartości temperatur brzegowych dla uniknięcia kondensacji powierzchniowej $f_{Rsi,(2D)}$ powinien być większy od 0,785. W rozpatrywanych wariantach

obliczeniowych: I, II, III, IV i V (**TABELA 1**) warunek: $f_{Rsi,(2D)} \geq f_{Rsi,(kryt.)}$ nie został spełniony, w związku z tym istnieje ryzyko występowania kondensacji na wewnętrznej powierzchni przegrody (ryzyko powstawania pleśni i grzybów pleśniowych).

Zaprojektowanie węgarka (przedłużenie izolacji cieplnej na ościeżnicę) powoduje minimalizację dodatkowych strat ciepła (Ψ_i [W/(m·K)]) oraz obniżenie temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu mostka cieplnego ($t_{si,min.}$ [°C]) – **TABELA 1**.

Przykład obliczeniowy 2 – analiza parametrów cieplno-wilgotnościowych połączenia ściany zewnętrznej ze stropodachem przed i po dociepleniu od wewnątrz

W przykładzie obliczeniowym rozpatrywano połączenie ściany zewnętrznej ze stropodachem przed i po dociepleniu od wewnątrz w następujących wariantach (RYŚ. 4):

- » wariant I: ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 25 cm ($\lambda = 0,77$ W/(m·K)), stropodach z płyty żelbetowej gr. 15 cm ($\lambda = 1,70$ W/(m·K)),
- » wariant II: ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 25 cm ($\lambda = 0,77$ W/(m·K)) i płyta próżniowa VIP gr. 5 cm ($\lambda = 0,008$ W/(m·K)), stropodach z płyty żelbetowej gr. 15 cm ($\lambda = 1,70$ W/(m·K)) i płyta próżniowa VIP gr. 5 cm ($\lambda = 0,008$ W/(m·K)),
- » wariant III: ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 25 cm ($\lambda = 0,77$ W/(m·K)) i płyta z pianki poliuretanowej gr. 15 cm ($\lambda = 0,022$ W/(m·K)), stropodach z płyty żelbetowej gr. 15 cm ($\lambda = 1,70$ W/(m·K)) i płyta z pianki poliuretanowej gr. 15 cm ($\lambda = 0,022$ W/(m·K)).

Dla ww. wariantów określono parametry fizyczne przy zastosowaniu programu komputerowego TRISCO-KOBRU 86 [8], przyjmując następujące założenia:

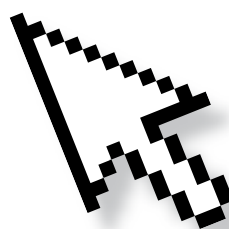
Wariant obliczeniowy	Współczynnik przenikania ciepła ściany zewnętrznej $U_{e(śc.)}$ / współczynnik przenikania ciepła stolarki okiennej U_w [W/(m ² ·K)]	Strumień ciepła przepływający przez złącze Φ [W]	Liniowy współczynnik sprzężenia cieplnego L^{2D} [W/(m·K)]	Liniowy współczynnik przenikania ciepła, określony po wymiarach wewnętrznych Ψ [W/(m·K)]	Temperatura minimalna na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu występowania mostka cieplnego (2D) $t_{si,min.}$ [°C]	Czynnik temperaturowy, określany na podstawie temperatury minimalnej na wewnętrznej powierzchni przegrody $f_{Rsi(2D)}$ [-]
wariant I – ściana z cegły gr. 25 cm bez ocieplenia						
I A	1,88/1,75	149,80	3,75	0,09	5,17	0,629
I B	1,88/0,86	113,90	2,85	0,10	5,57	0,639
wariant II – ściana z cegły gr. 25 cm ocieplona od zewnątrz bez węgarka						
II ₍₁₀₎	0,19/0,86	57,47	1,44	0,38	10,01	0,750
II ₍₁₂₎	0,16/0,86	56,64	1,42	0,39	10,07	0,752
II ₍₁₅₎	0,13/0,86	55,78	1,40	0,40	10,13	0,753
II ₍₂₀₎	0,10/0,86	54,91	1,37	0,41	10,20	0,755
wariant III – ściana z cegły gr. 25 cm ocieplona od zewnątrz z węgarkiem						
III ₍₁₀₎	0,19/0,86	43,27	1,08	0,08	16,66	0,917
III ₍₁₂₎	0,16/0,86	42,20	1,06	0,08	16,82	0,921
III ₍₁₅₎	0,13/0,86	41,10	1,03	0,08	16,98	0,925
III ₍₂₀₎	0,10/0,86	39,98	1,00	0,08	17,14	0,929
wariant IV – ściana z cegły gr. 25 cm ocieplona od wewnątrz bez węgarka						
IV ₍₁₀₎	0,19/0,86	52,43	1,31	0,25	-2,49	0,438
IV ₍₁₂₎	0,16/0,86	51,46	1,29	0,25	-2,58	0,436
IV ₍₁₅₎	0,13/0,86	50,48	1,26	0,26	-2,66	0,434
IV ₍₂₀₎	0,10/0,86	49,52	1,24	0,27	-2,72	0,432
wariant V – ściana z cegły gr. 25 cm ocieplona od wewnątrz z węgarkiem						
V ₍₁₀₎	0,19/0,86	42,81	1,07	0,06	10,84	0,771
V ₍₁₂₎	0,16/0,86	41,71	1,04	0,06	10,81	0,770
V ₍₁₅₎	0,13/0,86	40,58	1,02	0,07	10,79	0,770
V ₍₂₀₎	0,10/0,86	39,44	0,99	0,07	10,76	0,769

TABELA 1 Wyniki obliczeń parametrów cieplno-wilgotnościowych połączenia ściany zewnętrznej z oknem w przekroju przez ościeżnicę (przed i po dociepleniu) – opracowanie własne

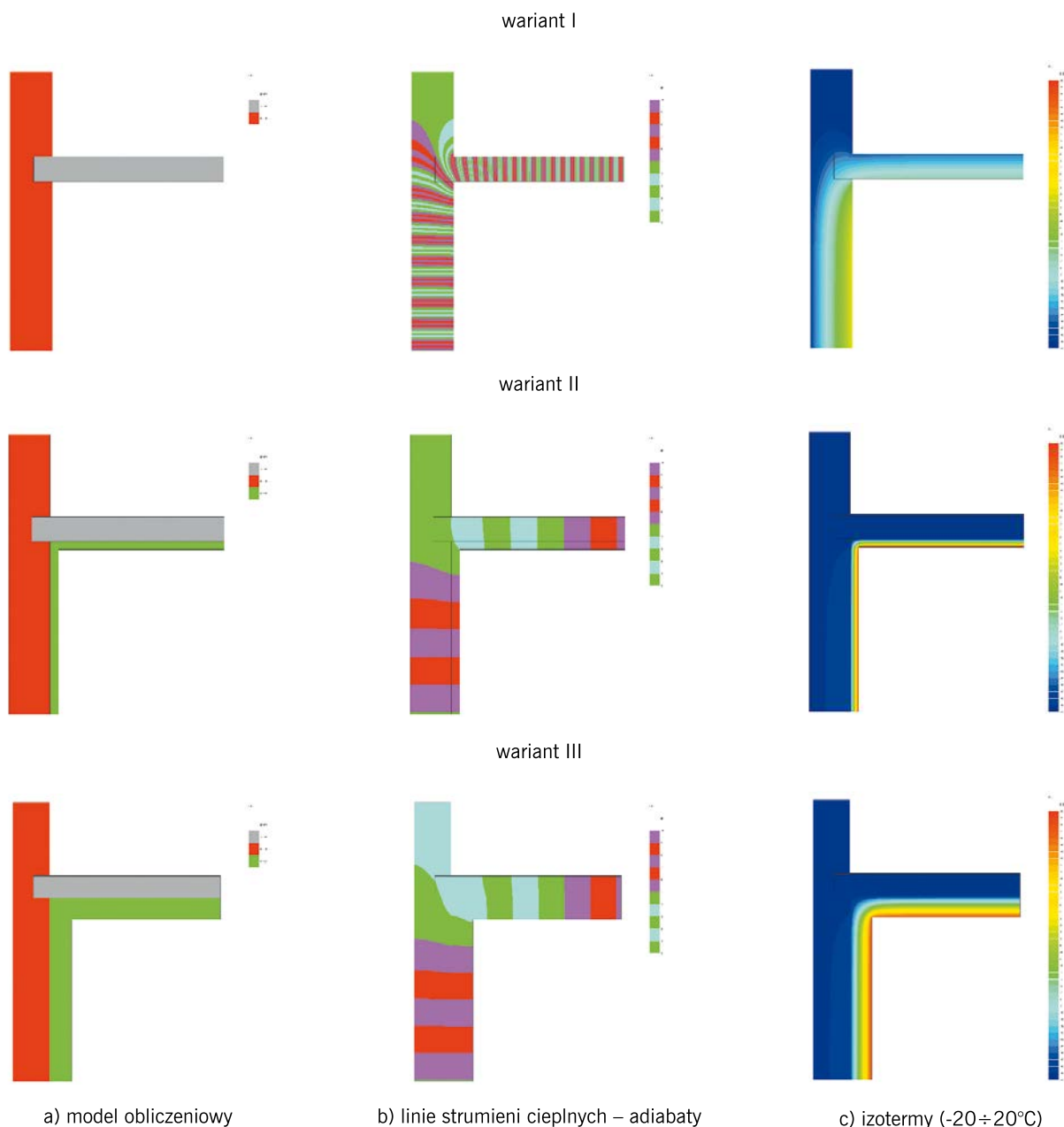


PROMOCJA

IZOLACJE.com.pl
budownictwo | przemysł | ekologia



»



RYS. 4 Połączenie ściany zewnętrznej ze stropodachem (przed i po dociepleniu od wewnątrz); rys.: autorzy

- » modelowanie złącza wykonano zgodnie z zasadami przedstawionymi w normie PN-EN ISO 10211:2017 [9],
- » opory przejmwania ciepła (R_{si} , R_{se}) przyjęto zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2017 [10] przy obliczeniach strumieni ciepłych oraz wg normy PN-EN ISO 13788:2003 [7] przy obliczeniach rozkładu temperatur i czynnika temperaturowego $f_{Rsi(2D)}$,
- » temperatura powietrza wewnętrznego $t_i = 20^\circ\text{C}$ (pokój dzienny), temperatura powietrza zewnętrznego $t_e = -20^\circ\text{C}$ (III strefa),
- » wartości obliczeniowe współczynnika przewodzenia ciepła materiałów budowlanych λ [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$] przyjęto na podstawie danych producentów.

Na **RYS. 4** przedstawiono graficzne wyniki symulacji komputerowej analizowanego złącza przy zastosowaniu programu komputerowego TRISCO-KOBRU 86 [8], a w **TABELI 2** zestawiono wyniki przeprowadzonych obliczeń.

Należy zauważyć, że połączenie ściany zewnętrznej ze stropodachem przed dociepleniem generuje znaczące straty ciepła

(w postaci współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród, strumienia ciepła, liniowego współczynnika przenikania ciepła) oraz znaczące obniżenie temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody ($t_{si,min.} = -7,86^\circ\text{C}$), co powoduje ryzyko kondensacji powierzchniowej.

Wprowadzenie ocieplenia od wewnątrz (płyty próżniowe VIP lub płyty z pianki poliuretanowej PIR) powoduje znaczącą poprawę parametrów cieplno-wilgotnościowych – **TABELA 2**. Jednak bardzo istotne jest spostrzeżenie, że ocieplenie od wewnątrz spowodowało wprowadzenie całej warstwy konstrukcyjnej przegród w tzw. strefę przemarzania, co może spowodować negatywne konsekwencje wilgotnościowe i destrukcyjne.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Ocieplenie od wewnątrz jest powszechnie stosowane od wielu lat głównie w budynkach zabytkowych i budynkach o wartościach »

System Superwand

Skuteczna izolacja od wewnątrz

Zmniejsz straty energii
aż o 54%*



Zabezpiecz się przed
pleśnią i ciemnymi plamami!

Panel PU o wysokiej gęstości,
**zapewniający wyjątkową
odporność na nacisk i stabilność**

Prosty i bezpyłowy montaż

Idealne rozwiązanie remontowe,
które nie wymaga zmian lub głębokiej
ingerencji we wnęki okien i drzwi

**Łatwy do pokrycia tapetą,
pomalowania, otynkowania,
a nawet wyłożenia płytkami**

Z wbudowaną
warstwą paroizolacyjną

 **KORFF**
ISOLMATIC

Wojnarowice ul. Lotnicza 12, PL 55-050 Sobótka 1
tel.: +48 71 39 09 099, www.korff.pl, info@korff.pl
www.superwand.pl

* Potwierdzone przez Instytut Fizyki Budowlanej im. Fraunhofera (IBP)

»

Wariant obliczeniowy	Współczynnik przenikania ciepła ściany zewnętrznej $U_{e(ś.c.)}$ / współczynnik przenikania ciepła stropodachu $U_{c(sd)}$ [W/(m ² ·K)]	Strumień ciepła przepływający przez złącze Φ [W]	Liniiowy współczynnik sprzężenia cieplnego L^{2D} [W/(m·K)]	Liniiowy współczynnik przenikania ciepła, określony po wymiarach wewnętrznych Ψ [W/(m·K)]	Temperatura minimalna na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu występowania mostka cieplnego (2D) $t_{si,min}$ [°C]	Czynnik temperaturowy, określany na podstawie temperatury minimalnej na wewnętrznej powierzchni przegrody $f_{Rsi(2D)}$ [–]
wariant I – przed dociepleniem						
I	2,02/4,38	266,71	6,67	0,265	-7,86	0,303
wariant II – ocieplenie ściany zewnętrznej i stropodachu (ocieplenie od wewnątrz – płyta próżniowa VIP gr. 5 cm)						
II	0,15/0,15	12,31	0,31	0,005	15,88	0,897
wariant III – ocieplenie ściany zewnętrznej i stropodachu (ocieplenie od wewnątrz – płyta z pianki poliuretanowej gr. 15 cm)						
III ₍₁₀₎	0,14/0,14	12,26	0,31	0,013	15,44	0,886

TABELA 2 Wyniki obliczeń parametrów cieplno-wilgotnościowych połączenia ściany zewnętrznej ze stropodachem (przed i po dociepleniu od wewnątrz) – opracowanie własne

architektonicznych (np. z oryginalną elewacją). Etap projektowania powinien uwzględnić stan techniczny i cieplny budynku, wykonanie profesjonalnych obliczeń cieplno-wilgotnościowych przegród zewnętrznych i złączy budowlanych oraz ocenę przyjętych rozwiązań w aspekcie cieplno-wilgotnościowym. Wykonanie ocieplenia od wewnątrz wymaga staranności wykonania i zatrudnienia wykwalifikowanej ekipy roboczej. Bardzo istotne jest także sformułowanie wytycznych dla użytkowników budynków ocieplonych od wewnątrz (szczególnie dotyczących poprawnej wentylacji i ogrzewania pomieszczeń).

Przedstawione przykłady obliczeniowe nie wyczerpują problematyki w zakresie kształtowania układów materiałowych przegród zewnętrznych i złączy budowlanych po dociepleniu od wewnątrz. Dlatego zasadne staje się prowadzenie dalszych obliczeń i opracowanie katalogów z poprawnymi rozwiązaniami materiałowymi po ociepleniu od wewnątrz.

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2017 r. poz. 2285 z późn. zmianami, DzU z 2022 r., poz. 248).
2. M. Wesołowska, K. Pawłowski, „Aspekty związane z dostosowaniem obiektów istniejących do standardu

budownictwa energooszczędnego”, Agencja Reklamowa TOP, Wrocław 2016.

3. K. Arbieter, „Innendaemmung”, Wydawnictwo Rudolf Mueller, Koeln 2014.
4. R. Bynum, „Insulation Handbook”, McGraw-Hill 2001.
5. M. Pfundstein, „Detal Practice: Insulating Materials. Principles, Materials and Applications”, Birkhauser GmbH 2008.
6. Powell & Stanley L. Matthews, „Insulation”, „Materials and Systems”, ASTM 1997.
7. PN-EN ISO 13788:2003, „Cieplno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej umożliwiająca uniknięcie krytycznej wilgotności powierzchni wewnętrznej kondensacji. Metody obliczania”.
8. Program komputerowy TRISCO-KOBRU 86.
9. PN-EN ISO 10211:2017, „Mostki cieplne w budynkach. Strumienie ciepła i temperatury powierzchni. Obliczenia szczegółowe”.
10. PN-EN ISO 6946:2017, „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
11. PN-EN ISO 14683:2017, „Mostki cieplne w budynkach. Liniiowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
12. R. Wójcik, „Ocieplenie od wewnątrz”, Grupa MEDIUM, Warszawa 2018.

KRZYSZTOF PAWŁOWSKI wykładowca i pracownik badawczo-dydaktyczny na Wydziale Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy. Interesuje się zagadnieniami dotyczącymi kształtowania zewnętrznych przegród budowlanych i ich złączy. Jest autorem i współautorem 11 monografii naukowych oraz ponad 120 artykułów z zakresu budownictwa ogólnego, fizyki budowli i materiałów budowlanych. Posiada uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków i lokali. Jest członkiem Zrzeszenia Audytorów Energetycznych oraz Polskiego Stowarzyszenia Budownictwa Ekologicznego. Ponadto jest autorem i współautorem ekspertyz budowlanych i opinii technicznych dotyczących ochrony cieplno-wilgotnościowej budynków. Prowadzi wykłady i ćwiczenia z przedmiotów: fizyka budowli, podstawy budownictwa, eksploatacja obiektów budowlanych, budownictwo niskoenergetyczne, certyfikacja energetyczna, budownictwo energooszczędne i pasywne, aspekty prawne w budownictwie energooszczędnym, projektowanie architektoniczne budynków energooszczędnych, geometria wykresna, a także przedmiotów obejmujących zagadnienia charakterystyki energetycznej budynków i lokali w ramach studiów

podyplomowych i kursów. Jest promotorem kilkudziesięciu prac dyplomowych inżynierskich, magisterskich i promotorem pomocniczym rozpraw doktorskich oraz organizatorem Ogólnopolskiej Konferencji Studentów i Doktorantów Budownictwa Zrównoważone.

ŁUKASZ LEWANDOWSKI mgr inż. budownictwa, wykładowca w Katedrze Architektury i Urbanistyki na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy. Specjalizuje się w projektowaniu budynków z uwzględnieniem efektywności energetycznej oraz adaptacji, modernizacji i renowacji istniejących obiektów. Jego zainteresowania naukowe obejmują również problematykę architektury historycznej, ze szczególnym uwzględnieniem ochrony i konserwacji dziedzictwa architektonicznego. Jest autorem i współautorem publikacji naukowych oraz popularnonaukowych z zakresu architektury, budownictwa i urbanistyki. Prowadził również zajęcia na studiach podyplomowych z zakresu konserwacji zabytków na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu.

Izolacje ze styropianu EPS oraz poliuretanu PIR i poliuretanu PUR

Polska to jeden z największych rynków ociepleń w Europie. Nasz rodzimy segment wyrobów do termoizolacji, w tym materiałów takich jak EPS oraz PUR/PIR, stanowi istotną część sektora budowlanego i jednocześnie ważny element krajowego łańcucha wartości. Jego rozwój zależy zarówno od koniunktury w budownictwie mieszkaniowym i komercyjnym, jak i od polityki energetycznej państwa oraz regulacji dotyczących efektywności energetycznej budynków.

W Polsce, gdzie znacząca część zasobu budowlanego wciąż wymaga modernizacji energetycznej, popyt na materiały izolacyjne utrzymuje się na wysokim poziomie. Przekłada się to nie tylko na rozwój krajowej produkcji, lecz także na tworzenie miejsc pracy w sektorach powiązanych – od przemysłu chemicznego, przez logistykę, aż po wykonawstwo.

Szczególną rolę odgrywają tu nowoczesne materiały izolacyjne, takie jak płyty z polistyrenu ekspandowanego (EPS) oraz wyroby z pianek poliuretanowych (PUR/PIR), które dzięki swoim właściwościom termoizolacyjnym pozwalają znacznie ograniczyć zużycie energii w budynkach, zarówno jedno-, jak

i wielorodzinnych, a także przemysłowych. W szerszej perspektywie oznacza to zmniejszenie energochłonności gospodarki oraz redukcję emisji gazów cieplarnianych, co wpisuje się w cele polityki klimatycznej Unii Europejskiej.

Ocieplenia z wykorzystaniem styropianu EPS czy poliuretanu PUR/PIR w postaci płyt izolacyjnych, systemów natryskowych lub płyt warstwowych sprawdzają się nie tylko w zakresie efektywności energetycznej, ale również pod kątem trwałości, bezpieczeństwa i przystępnej ceny. Ich szerokie zastosowanie pozwala wykorzystać je w obiektach wielkopowierzchniowych, istotnych z punktu widzenia rozwoju gospodarczego kraju. Co ważne, rozwiązania te są produkowane w Polsce, w większości z polskich surowców, co stanowi wsparcie rodzimego rynku i ogranicza zależność od zagranicznych dostaw.

BUDOWNICTWO WIELKOPOWIERZCHNIOWE MOTOREM POLSKIEJ GOSPODARKI

Segment ten w ostatnich latach dynamicznie się rozwija, co jest bezpośrednio związane z rosnącym znaczeniem Polski jako zaplecza produkcyjnego i logistycznego Europy, a także z intensywnym rozwojem sektora e-commerce.

W przypadku hal magazynowych i produkcyjnych szczególne znaczenie ma wykorzystanie materiałów o bardzo dobrych parametrach izolacyjnych, które spełniają coraz wyższe wymagania prawne w kontekście standardu energetycznego współczesnych obiektów, a także pozwalają ograniczyć koszty eksploatacyjne obiektów, zwłaszcza w kontekście rosnących cen energii. Z tego względu wyroby EPS oraz PIR/PUR są powszechnie stosowane w termoizolacji dachów, ścian i podłóg obiektów przemysłowych.

Rozwój budownictwa wielkopowierzchniowego ma również wymiar makroekonomiczny. Stymuluje rozwój przemysłu materiałów budowlanych oraz wpływa na rynek pracy – usług inżynierskich i wykonawczych. Dodatkowo, inwestycje tego typu wspierają rozwój infrastruktury transportowej i logistycznej, co przekłada się na zwiększenie konkurencyjności gospodarki.

IZOLACJE Z EPS I PUR/PIR

Swoje udziały w rynku ociepleń styropian oraz PUR/PIR zawdzięczają szeregowi zalet. Mają doskonałą izolacyjność cieplną, uniwersalne zastosowanie, są lekkie, łatwe w obróbkę, przyjazne dla zdrowia, wytrzymałe i odporne na działanie wody. Pozwalają obniżyć zapotrzebowanie na ogrzewanie i chłodzenie, co pomaga poprawić bilans energetyczny kraju, zmniejszyć energochłonność gospodarki i ograniczyć emisję gazów cieplarnianych. Ich dostępność umożliwia realizację ważnych celów klimatycznych Polski i całej Unii Europejskiej.

Utrzymująca się od miesięcy niepewność wynikająca z kontrowersyjnych propozycji zmian wymagań dla stosowania termoizolacji w ociepleniach negatywnie wpływa na sytuację wszystkich uczestników rynku – producentów, inwestorów, dystrybutorów, architektów i wykonawców. Preregulowanie, a tym bardziej monopolizacja rynku, będzie oznaczać wzrost kosztów budowy i obniżenie dostępności ociepleń, a w konsekwencji spowolnienie branży budowlanej i całej gospodarki. Realizacja celów w zakresie efektywności energetycznej budynków nie będzie możliwa bez silnego, stabilnego rynku termoizolacji opartego na sprawdzonych wyrobach i uczciwej konkurencji.

KONTAKT



PU Polska



SIPUR

Zmiany w segmencie styropianów – nadchodzi Holcim Insulation!

Holcim rozszerza portfolio i wprowadza nową jakość w segmencie izolacji! Płyty styropianowe marki Izolbet kupisz teraz pod szyldem Holcim Insulation – zmiana ta gwarantuje wyższy standard produktów, przejrzystą ofertę i czytelną nomenklaturę. Marka Izolbet opuszcza segment styropianów, ale pozostaje na rynku w kategorii chemii budowlanej.

W branży budowlanej Izolbet kojarzy się ze styropianami: Fasada Super, Podłoga Extra, Parking Premium, Wodostyr – przez lata te nazwy były niemal synonimem bardzo dobrej izolacji termicznej. Teraz styropiany trafiają do sprzedaży pod marką globalnego koncernu, zachowując ciągłość produkcji i parametry, które rynek zdążył poznać.

O tym, co zmiana marki oznacza w praktyce produkcyjnej, mówi Aneta Obluska, Product Manager w Holcim Polska:

Przejście na markę Holcim to zobowiązanie do jeszcze wyższej jakości – mierzalnej na każdym etapie produkcji. Wdrożyliśmy surowsze kryteria selekcji surowców: granulaty polistyrenu przechodzi przez rygorystyczne testy gęstości nasypowej i czystości chemicznej, zanim trafi do ekspandera. Holcim wnosi tu coś bardzo konkretnego – zapewnienie jeszcze wyższych standardów kontroli jakości. Każda partia płyt jest badana nie tylko pod kątem lambda i wytrzymałości na ściskanie, ale też stabilności wymiarowej w podwyższonej temperaturze. To parametry kluczowe na elewacji czy dachu płaskim latem. Rynek oczekuje od nas

transparentności – dlatego zakodowaliśmy najważniejsze parametry bezpośrednio w nazwie produktu. Klient, zamawiając materiał, dokładnie wie, co dostanie.

NOWE NAZWY, ZAKODOWANE PARAMETRY

Największą praktyczną nowością jest system oznaczeń zakodowany bezpośrednio w nazwie produktu. Każda zawiera: rodzaj styropianu (Biały, Grafitowy lub Wodoodporny), miejsce zastosowania, poziom produktu (Standard, Plus, Pro, Ultra, Extreme) oraz wartość lambda, a w przypadku styropianów dachowych i podłogowych – parametr odporności na ściskanie (CS).

Przykład: **Holcim Styropian BIAŁY PODŁOGA DACH PRO 100-037** to styropian podłogowy poziomu Pro, o wytrzymałości 100 kPa i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Parametry można odczytać bezpośrednio z nazwy produktu bez sięgania po dodatkowe dokumenty.

Zmieniają się też same opakowania. Każda z kategorii ma swój wyjątkowy kolor widoczny na folii, a szczegółowe dane znajdują się na naklejce produktowej. Na każdej paczce dodatkowo widoczne są miejsce zastosowania z ikonografią oraz nazwa kategorii.

CZTERY KATEGORIE, JEDEN SYSTEM

Nowe portfolio porządkuje ofertę wokół czterech obszarów zastosowań.

Fasady ETICS – siedem wariantów: trzy grafitowe ($\lambda = 0,031\text{--}0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) i cztery białe ($\lambda = 0,038\text{--}0,044 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Grafitowy, dzięki zawartości grafitu, zapewnia lepszą izolacyjność przy mniejszej grubości płyty – ważny argument przy modernizacjach, gdzie każdy centymetr ościeża ma znaczenie.

Dachy i podłogi – pięć produktów o wytrzymałości CS(10) od 60 do 100 kPa oraz styropian akustyczny AKUSTYR 044 redukujący dźwięki uderzeniowe nawet o 32 dB w technologii podłogi pływającej.

Dachy użytkowe i parkingi – ULTRA 200-036 (CS $\geq 200 \text{ kPa}$, nośność do 6 t/m²) i PRO 150-036 (CS $\geq 150 \text{ kPa}$, do 4,5 t/m²) – do parkingów wielopoziomowych, tarasów z ciężkimi wylewkami i dachów zielonych.

Fundamenty – WODOODPORNY FUNDAMENT 100-036 o nasiąkliwości poniżej 5%, odporny na kwasy humusowe i mikroorganizmy, pełniący jednocześnie funkcję osłony mechanicznej dla hydroizolacji bitumicznej.

Warto wiedzieć, że styropian jest w 100% recyklowalny, a czyste odpady budowlane można przetworzyć do nowych płyt lub lekkich zapraw – zgodnie z polityką gospodarki obiegu zamkniętego firmy Holcim.

Szczegółowe karty techniczne produktów oraz materiały wideo dostępne są na stronie <https://www.holcim.pl/styropian>



KONTAKT



www.holcim.pl

STYROPIANY **IZOLBET** TERAZ W MARCE HOLCIM

**STYROPIAN
NOWOŚĆ!
HOLCIM**



Nowe nazwy
z kluczowymi danymi



Hierarchia jakości
produktów



Segmentacja po miejscach
użytkowania

 **HOLCIM**

SEBASTIAN MALINOWSKI

Efektywność energetyczna ukryta w detalach

► Dlaczego system ociepleń to ekosystem?

Ciepły i energooszczędny budynek wymaga znacznie więcej niż tylko zastosowania grubej warstwy materiału o niskiej wartości współczynnika przewodzenia ciepła. Prawdziwa efektywność termiczna ukryta jest w detalach technologicznych, precyzji wykonania oraz doborze produktów chemii budowlanej o odpowiednich właściwościach. Jak unikać kosztownych błędów na placu budowy i patrzeć na elewację w sposób zintegrowany?

Zapewnienie optymalnego komfortu cieplnego wewnątrz budynków stanowi obecnie priorytet branży budowlanej, podyktowany rosnącymi kosztami nośników energii oraz coraz bardziej restrykcyjnymi regulacjami prawnymi w zakresie emisyjności.

Użycie przypadkowych materiałów, niestanowiących kompletnego systemu, czy niedokładne wypełnianie szczelin roboczych prowadzi do powstawania mostków termicznych. Każdy składnik, począwszy od zaprawy murarskiej, przez klej, materiał izolacyjny, odpowiednie mocowanie mechaniczne, aż po tynk cienkowarstwowy oraz farbę, musi współpracować w ściśle określonym reżimie technologicznym. Dlatego eksperci zalecają stosowanie systemowych rozwiązań, które zostały przebadane pod kątem wzajemnej kompatybilności. Zintegrowany układ warstw chroni konstrukcyjne części muru przed szkodliwym wpływem wahań temperatury i wilgoci, a inwestorowi pozwala uniknąć problemów związanych z trwałością i estetyką elewacji, a co za tym idzie kosztownych napraw, a budynek wygląda ładnie i efektownie przez długie lata. Właściwe podejście do wznoszenia nowych ścian i ich ocieplania wymaga potraktowania elewacji jako spójnego ekosystemu.

WZNOSZENIE MURU I REDUKCJA GRUBOŚCI SPOIN

O zrównoważonym charakterze budynku warto pomyśleć już podczas wylewania fundamentów. Zastosowanie niskoemisyjnych betonów o obniżonym śladzie węglowym, przy zachowaniu najwyższych parametrów wytrzymałościowych, tworzy solidną i ekologiczną bazę pod przyszły układ warstw.

Energooszczędność przegrody zaczyna się już na etapie jej murowania. Z punktu widzenia termiki najstabszym ogniwem muru jest spoina. Zastosowanie tradycyjnej zaprawy o grubości od 8 do 15 mm tworzy gęstą sieć mostków termicznych. Rozwiązaniem najbardziej rekomendowanym dla budownictwa energooszczędnego jest nowoczesna metoda łączenia elementów murowych na tzw. cienką spoinę o grubości od 0,5 do 3 mm (technologia cienkowarstwowa). Wymaga to idealnego wypoziomowania pierwszej warstwy bloczków na zaprawie tradycyjnej, a następnie użycia specjalnych zapraw klejowych.

Co istotne z punktu widzenia estetyki, do białych bloczków polecane są białe wersje zapraw, co eliminuje problem przebijania szarych spoin przez tynki, ułatwiając dalsze prace wykończeniowe.

MONTAŻ I KLEJENIE SYSTEMÓW ETICS BEZ BŁĘDÓW

Przez niewłaściwie zaizolowane ściany zewnętrzne ucieka do 35% ciepła z budynku. Aby zminimalizować te straty, kluczowy jest poprawny montaż materiałów termoizolacyjnych w systemach ETICS. Zgodnie z prawami fizyki budowli, ciepło dąży do wyrównania różnicy temperatur między wnętrzem a otoczeniem, uciekając przez luki w powłoce izolacyjnej. Prawidłowy montaż płyt



fot.: Baumit



fot.: Baumit



fol.: Baumit



fol.: Holcim

fasadowych wymaga nałożenia zaprawy klejącej na całą powierzchnię płyty lub zastosowania metody pasmowo-punktowej. Klejenie wyłącznie na tzw. placki to powszechny błąd, który umożliwia cyrkulację zimnego powietrza i zwiększa ryzyko kondensacji wilgoci.

Aby uniknąć takich problemów, warto inwestować w kompletne systemy ociepleń, oparte na zintegrowanych ze sobą produktach chemii budowlanej. Ich systemowe zastosowanie gwarantuje optymalną współpracę warstw w zmiennych warunkach atmosferycznych, zapewniając odpowiednią elastyczność i pożądaną paroprzepuszczalność.

Parametry nowoczesnych klejów do siatki i styropianu zwiększają elastyczność połączenia, chronią warstwę zbrojoną przed uszkodzeniami mechanicznymi i mikropęknięciami. Ciekawą alternatywą są pianokleje, które gwarantują bardzo wysoką siłę wiązania i całkowicie eliminują powstawanie mostków termicznych w samej warstwie klejącej. Rozwiązanie to pozwala dodatkowo przyspieszyć prace na elewacji nawet o 50% w stosunku do stosowania tradycyjnych zapraw cementowych.

DETALE, KTÓRE ROBIA RÓŻNICĘ – SZCZELNY MONTAŻ OKIEN

Kolejnym newralgicznym punktem obudowy budynku są okna i drzwi, przez które ucieka do 30% energii cieplnej. W nowoczesnych domach energooszczędnych stolarka otworowa nie powinna być osadzana na krawędzi muru, lecz bezpośrednio w warstwie izolacji termicznej. Co więcej, wypełnienie szczeliny wyłącznie pianką poliuretanową to dziś za mało – musi być ona chroniona w systemie trójwarstwowym: od wewnątrz materiałem paroszczelnym, a od zewnątrz paroprzepuszczalnym.

Dostępne na rynku zintegrowane systemy przeznaczone do ciepłego montażu stolarki otworowej obejmują innowacyjne płynne folie, które uszczelniają styk okna z murem, zwiększając szczelność całego połączenia. Badania dowodzą, że instalacja z użyciem tego systemu pozwala ograniczyć zużycie energii i zredukować emisję CO₂ z operacyjnego śladu węglowego nawet o 30%.

EWOLUCJA MATERIAŁÓW A ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Świadome projektowanie przegród zewnętrznych, oparte na kompatybilnych materiałach i nowoczesnej chemii budowlanej, pozwala tworzyć struktury odporne na upływ czasu.



fol.: Selena



fol.: Selena

Wykorzystanie zaawansowanych technologii i zrównoważonych rozwiązań – niskoemisyjnych, ekologicznych materiałów budowlanych, kompletnych i certyfikowanych systemów ociepleń, a także energooszczędnej stolarki otworowej – przekłada się na długowieczność fasady, znaczne oszczędności eksploatacyjne i wysoki komfort użytkowania budynku.

10 pytań do dr. inż. Jacka Michalaka

► ETICS potrzebuje jasnych reguł

Polski rynek ETICS stoi przed szansą dalszego dynamicznego wzrostu, ale jego rozwój coraz silniej zależy od regulacji, racjonalnych wymagań środowiskowych i lepszego dialogu z przemysłem. O wyzwaniach, trwałości systemów i roli SSO mówi w rozmowie z redakcją miesięcznika „IZOLACJE” dr inż. Jacek Michalak.

1 Za nami kolejna edycja Międzynarodowej Konferencji ETICS, podczas której systemy ociepleń były omawiane z perspektywy producentów, projektantów, naukowców i wykonawców. Gdyby miał Pan wskazać jeden najważniejszy wniosek z tegorocznych rozmów, to jakby on brzmiał? Co dziś najmocniej definiuje przyszłość ETICS w Polsce i Europie?

Przepisy zmieniamy po to, aby dostosować prawo do zmieniającej się rzeczywistości, nowych technologii i wyzwań społecznych. Aktualizacje przepisów mają na celu poprawę bezpieczeństwa, zwiększenie ochrony obywateli i środowiska. Powinny także powodować lepsze funkcjonowanie gospodarki. Niestety, w sektorze budownictwa zmiany przepisów nie są dopasowane do realiów rynkowych, następują zbyt często, a czasami wręcz gwałtownie. W dużej części wokół tych zagadnień koncentrowała się dyskusja i właśnie relację ustawodawca–rynek z jego różnymi uczestnikami wskazałbym jako zagadnienie, któremu poświęcono najwięcej uwagi. Biblią unijnego rynku wyrobów budowlanych, w tym także ETICS, jest CPR. 27 listopada 2024 r. opublikowane zostało rozporządzenie PE i Rady (UE) nr 2024/3110, ustanawiające zharmonizowane zasady wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dotychczasowe rozporządzenie (UE) nr 305/2011 nazywane powszechnie CPR.



dr inż. Jacek Michalak – prezes zarządu Stowarzyszenia na Rzecz Systemów Ociepleń (SSO); fot.: Andrzej Świetlik

Nowy CPR 2024 wprowadził fundamentalne zmiany wynikające z potrzeby realizacji priorytetów politycznych. I o ile zagadnienie cyfrowej dokumentacji technicznej oraz unormowanie kwestii druku 3D to istotne i oczekiwane przez wszystkich aktualizacje, to jednak ważne zmiany dotyczące zielonej transformacji, w przypadku wyrobów budowlanych oznaczające konieczność dokonania oceny oddziaływania wyrobu na środowisko nie były szczególnie oczekiwane przez przemysł

i organizacje producenckie. KE jednostronnie zdecydowała o zastąpieniu wymagań CPR z 2011 r. nowym rozporządzeniem pomimo tego, że nie była to opcja preferowana przez znaczną część respondentów ankiety publicznej w 2020 r.

Przemysł, popierając transformację energetyczną, oczekuje jasnych reguł i racjonalnych przepisów, które są możliwe do spełnienia. Jednak model oceny środowiskowej wyrobów budowlanych, jaki wprowadza nowy CPR, nie gwarantuje, podstawowej w warunkach gospodarki rynkowej, porównywalności wyników, o czym powszechnie wiadomo. Podczas konferencji w Janowie Podlaskim mocno wybrzmiało, że rynek budowlany tworzą nie tylko ustawodawca,

W 2030 r. w naszym kraju ocieplonych zostanie około 90 mln m² ścian zewnętrznych budynków, czyli w ciągu pięciu lat rynek wzrośnie o prawie 50%. Producenci ETICS są przygotowani na większą skalę modernizacji.

jednostki naukowo-badawcze i jednostki oceny technicznej, organy administracji państwowej, ale także producenci materiałów budowlanych, i ci ostatni też powinni mieć wpływ na zmiany regulacji. Ta sytuacja nie odnosi się jedynie do przepisów na poziomie unijnym. Podobnie jest na rynku krajowym, co pokazał przebieg tworzenia oraz późniejszych konsultacji projektu rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Przedstawiciele SSO nie uczestniczyli w jego tworzeniu i dopiero gdy został oprotestowany przez różne organizacje producenckie, SSO zostało zaproszone przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii do rozmów. Stało się to jednak w drugiej fazie konsultacji.

2 Systemy ETICS są stosowane od wielu lat i uchodzą za technologię dobrze sprawdzoną. Które obszary są dziś już na tyle dobrze rozpoznane, że nie budzą większych wątpliwości, a gdzie wciąż potrzebne są nowe badania, rozwiązania i dalszy rozwój standardów?

ETICS jest powszechnie wykorzystywaną w krajach UE technologią ocieplania ścian zewnętrznych budynków. Blisko 70 lat stosowania w Europie ETICS (pierwsze ocieplenie budynku mieszkalnego wykonano w 1957 r. w Berlinie) udowodniło, że metoda ta jest dobrym rozwiązaniem, które cechują długotrwała funkcjonalność, efektywność energetyczna oraz wysoka odporność na uszkodzenia. Od kilku lat polski rynek ETICS jest największym w UE. Na pozycji europejskiego lidera Polska zastąpiła Niemcy, w których w latach 1960–2022 ocieplono 1,35 mld m² ścian zewnętrznych budynków, przy czym około 80% ociepleń wykonano z płytami z ekspandowanego polistyrenu (EPS) jako materiałem termoizolacyjnym. Celowo podkreślam wielkość rynku, aby pokazać, jakim kołem zamachowym gospodarki może być termomodernizacja. Kryzys energetyczny, związany nie tylko z wojną w Ukrainie, oraz cele sformułowane przez KE w Europejskim Zielonym Ładzie, biorąc pod uwagę zalety ETICS, w tym m.in. fakt, że okres zwrotu emisji dwutlenku węgla w przypadku typowego systemu ETICS wynosi mniej niż dwa lata, spowodowały jeszcze większe docenienie zalet ETICS, co przełożyło się w ostatnich latach na przyspieszenie tempa termomodernizacji z wykorzystaniem ETICS w niektórych krajach UE.

Odpowiadając na Pańskie pytanie, należy przede wszystkim stwierdzić, że czynniki wpływające na ewentualne pogorszenie właściwości termoizolacyjnych ETICS są znane.

Przemysł, popierając transformację energetyczną, oczekuje jasnych reguł i racjonalnych przepisów, które są możliwe do spełnienia. Jednak model oceny środowiskowej wyrobów budowlanych, jaki wprowadza nowy CPR, nie gwarantuje, podstawowej w warunkach gospodarki rynkowej, porównywalności wyników.

Badania zawsze są potrzebne, pojawiają się nowe materiały, doskonalenie jest procesem ciągłym. Problemem jest to, że wiele wymagań i metod badań nie przystaje już do dzisiejszych realiów. Jednocześnie wprowadzane są kolejne, coraz bardziej złożone rozwiązania. Przykładem są nowe kategorie odporności na uderzenie określone w najnowszej wersji Europejskiego Dokumentu Oceny dla ETICS (EAD 040083-01-0404). Obejmują one cztery poziomy zniszczeń

(A, B, C, D), dwie podstawowe wartości energii uderzenia (3 J i 10 J) oraz trzy różne warunki kondycjonowania. Zmiana ta została „wrzucona” przez Europejską Organizację ds. Oceny Technicznej (EOTA) w listopadzie 2025 r., tuż przed wejściem w życie nowego CPR. Powiedziałem, „wrzucona”, gdyż nowelizacja EAD 040083-01-0404 pozwoliła europejskim jednostkom oceny technicznej nadal funkcjonować w obszarze ETICS, odsuwając na dalszy plan kwestię oceny



Miliony metrów kwadratowych ETICS zostało wykonanych poprawnie i ocieplone elewacje przez kolejne dziesiątki lat będą spełniać swoje funkcje.

środowiskowej. Jednak z perspektywy producenta ETICS pojawienie się nowego EAD oznacza dodatkowe koszty, zaś złożoność nowych kategorii odporności na uderzenie to nie jest to, czego oczekuje konsument ETICS.

3 Termomodernizacja ma przyspieszać, bo wymuszają to cele klimatyczne, koszty energii i stan zasobów budowlanych. Czy polski rynek ETICS jest przygotowany na większą skalę modernizacji – nie tylko pod względem produkcyjnym, ale także projektowym, wykonawczym i kontrolnym?

Tak, przewiduje się, że termomodernizacja przyspieszy. Podczas tegorocznej edycji konferencji ETICS w Janowie Podlaskim Ralf Pasker, dyrektor zarządzający Europejskiego Stowarzyszenia ETICS, w swojej prezentacji pokazał prognozę wzrostu polskiego rynku zakładającą, że w 2030 r. w naszym kraju ocieplonych zostanie około 90 mln m² ścian zewnętrznych budynków, czyli że w ciągu pięciu lat rynek wzrośnie o prawie 50%. Producenci ETICS są przygotowani na większą skalę modernizacji. My jako branża pracujemy intensywnie, produkujemy i kształcimy jak prawidłowo wykonać ocieplenie. Polski rynek jest duży i dla wszystkich graczy jest na nim miejsce. Świetnie byłoby, gdyby inni uczestnicy rynku budowlanego podejmowali większy wysiłek w celu rozwoju rynku ETICS. Jak już wspominałem, transformacja energetyczna stwarza ogromne szanse dla nas wszystkich.

4 Coraz wyraźniej widać napięcie między ambicjami dekarbonizacyjnymi a realiami rynku. Jak pogodzić rosnące wymagania środowiskowe, oczekiwania dotyczące trwałości i bezpieczeństwa oraz presję kosztową, z którą mierzą się inwestorzy i wykonawcy?

Tak, to prawda, że rozejście pomiędzy przepisami i teorią a rzeczywistością pogłębia się. Zgodnie z art. 15 ust. 2 nowego CPR obliczenia wskaźników środowiskowych wyrobów budowlanych winny być wykonywane przy użyciu bezpłatnie udostępnionego przez KE oprogramowania. Oprogramowania, póki co nie udostępniono. Za to z różnych stron można usłyszeć głosy, że to nie nastąpi i w przyszłości wykorzystywane będą dostępne komercyjnie oprogramowania. I tak już na wstępie rodzi się trudna do zrozumienia sytuacja. Kilkanaście miesięcy temu, po kilku

latach pracy w KE przyjęto nowy CPR. Jednak racjonalnego podejścia do oceny środowiskowej wyrobów budowlanych nie zaproponowano. Już nawet jednostki weryfikujące deklaracje środowiskowe zrzeszone w Eco Platformie, po ponad dekadzie wydawania deklaracji środowiskowych i inkasowania znacznych środków finansowych, dostrzegły problem. Członkowie Eco Platformy mówią głośno o złożoności, obciążeniach operacyjnych i kosztach dla producentów, w szczególności małych i średnich przedsiębiorców i tych z wieloma miejscami produkcji lub złożonymi łańcuchami dostaw. I co znamienne Eco Platforma „dojrzała” do stwierdzenia, że obciążenia administracyjne dla przemysłu i wzrost kosztów, jakie poniesie przemysł, nie zapewnią realnych korzyści w zakresie zrównoważonego rozwoju.

Jeżeli KE nie dostrzeże konieczności zmian w nowym CPR i nie zaproponuje uproszczeń w ocenie środowiskowej, będziemy jako Europa tracić na znaczeniu. Już kilka lat temu Mario Draghi w swoim raporcie dla KE powiedział, że regulacje oraz wysokie i stale rosnące obciążenia administracyjne są największymi przeszkodami na drodze do utrzymania, o wzroście już nie mówiąc, pozycji gospodarczej UE.

Poza wszystkim nie możemy zapominać o kwestiach globalnych, jak np. dostęp do surowców, a w tym zakresie jednego dnia statki przepływają bez problemów przez cieśninę Ormuz, a w kolejnym dniu sytuacja ulega zmianie.

5 Nowe regulacje europejskie coraz mocniej przesuwają akcent z samego bezpieczeństwa i właściwości użytkowych wyrobów także na charakterystyki środowiskowe. Czy branża ETICS traktuje to przede wszystkim jako impuls do innowacji, czy raczej jako ryzyko nadmiernego obciążenia regulacyjnego?

Nie jest to impuls do innowacji. Oczywiście tych rzeczywistych innowacji. Poszukiwania rozwiązań przyjaznych środowiskowo są ważne i należy je wspierać. Jestem jednak przeciwny poszukiwaniu „na siłę” rozwiązań, które tylko iluzorycznie są przyjazne środowiskowo.

Nowy CPR i inne regulacje stwarzają nadmierne obciążenia. Przywołam w tym miejscu stwierdzenie byłego prezydenta EOTA dr. inż. Sebastiana Walla, że w nowym CPR po raz pierwszy w historii harmonizacji przepisów europejskich, dotyczących wyrobów budowlanych, ustalono wykaz zasadniczych charakterystyk środowiskowych, wymagających bezwzględnego deklarowania ich właściwości użytkowych bez uzasadnienia tego wymagania w postaci chociażby powszechnych przepisów technicznych ustanowionych w wielu państwach członkowskich UE. I jeszcze jedna ważna kwestia, a mianowicie, zagadnienia środowiskowe postawiono na co najmniej równym poziomie z zapewnieniem bezpieczeństwa obiektów budowlanych.

Z perspektywy sektora produkcji materiałów budowlanych, oceniając wyłącznie zaproponowany przez KE model oceny oddziaływania środowiskowego wyrobów budowlanych, trudno obecnie identyfikować mocne przesłanki ku temu, że w najbliższej przyszłości może on zostać satysfakcjonujący – co inkorporowany do makroekonomii, umożliwiając utrzymanie oczekiwanego w UE poziomu życia.

6 Jednym z tematów konferencji była trwałość systemów ociepleń w realnych warunkach eksploatacyjnych: oddziaływanie słońca, wilgoci, gradu, czynników biologicznych czy błędów wykonawczych. Czy obecne metody oceny ETICS wystarczają, aby przewidywać ich zachowanie w perspektywie kilkudziesięciu lat?

Jak już wspominałem wcześniej, ETICS jest od lat powszechnie stosowanym rozwiązaniem. Standardy wykonywania prac ociepleniowych dzisiaj są inne niż w latach 90., co oznacza, że ETICS to sprawdzone rozwiązanie. Świetnie się sprawdza pomimo tego, że wiele wymagań i metod badań, jakie są wykorzystywane podczas oceny przydatności ETICS do stosowania (w procesie uzyskiwania tak krajowych, jak i europejskich ocen technicznych), nie przystaje do dzisiejszych realiów. Podczas konferencji w Janowie Podlaskim dwa referaty poświęcone były zagadnieniom wpływu ciemnych kolorów na trwałość ociepleń oraz rozwój korozji mikrobiologicznej. Tematy te wybraliśmy świadomie, gdyż

Poszukiwania rozwiązań przyjaznych środowiskowo są ważne i należy je wspierać. Jestem jednak przeciwny poszukiwaniu „na siłę” rozwiązań, które tylko iluzorycznie są przyjazne środowiskowo.

wspomniane zagadnienia winny być przedmiotem dalszych prac.

O błędach wykonawczych rozmawiamy od lat i zapewne te zagadnienia będą towarzyszyły branży przez kolejne lata, aczkolwiek ważne jest, aby powiedzieć, że miliony metrów kwadratowych ETICS zostało wykonanych poprawnie i ocieplone elewacje przez kolejne dziesiątki lat będą spełniać swoje funkcje.

I jeszcze jedna ważna kwestia, o której trzeba głośno mówić. Polska jako największy rynek ETICS posiada ogromną wiedzę i doświadczenie i powinno mieć to „przełożenie” także w normalizacji europejskiej.

7 W środowisku pojawia się postulat opracowania bardziej spójnych metod badawczych i klasyfikacji systemów ETICS, także pod kątem przewidywanej trwałości eksploatacyjnej. Czy SSO widzi tu przestrzeń do stworzenia własnej branżowej kategoryzacji systemów?

W Janowie Podlaskim pojawiły się postulaty w zakresie metod badawczych i klasyfikacji systemów ETICS. Jednak nie wszyscy podzielają taki punkt widzenia. Konieczna jest dalsza rozmowa na ten temat, zbliżanie stanowisk. Poza tym musimy także zawsze brać pod uwagę, że jako kraj jesteśmy częścią unijnego rynku i nie „uciekniemy” od tego, co jest poza naszymi granicami.

8 Dużo mówi się o jakości wykonawstwa, ale coraz częściej wraca też pytanie o rolę projektu. Czy w Polsce system ETICS jest dziś rzeczywiście projektowany, czy raczej zbyt często „dobierany” dopiero na etapie wykonawstwa? Jakie konsekwencje ma to dla trwałości, bezpieczeństwa i odpowiedzialności uczestników procesu inwestycyjnego?

Zbyt często w Polsce ETICS jest, jak to Pan określił, „dobierany” na etapie wykonawstwa. SSO od lat dużo uwagi poświęca konieczności stosowania rozwiązań systemowych jednego producenta. Tylko ETICS „systemowy” jest rozwiązaniem zbadanym, dla którego dokonano oceny stałości właściwości użytkowych. Oczywiście, sytuacja w zakresie stosowania kompletnych systemów ETICS poprawia się z roku na rok, jednak problem ciągle istnieje.

9 Przed branżą pojawia się również temat końca cyklu życia systemów ociepleń i nadchodzącej fali odpadów ETICS. Czy polski rynek już dziś powinien przygotowywać się do demontażu, recyklingu i ponownego wykorzystania



●● Polska jako największy rynek ETICS posiada ogromną wiedzę i doświadczenie i powinno mieć to „przełożenie” także w normalizacji europejskiej.

komponentów, czy to wciąż problem odległy?

Kwestie związane z końcem życia ETICS są znane, dyskutowane. Jest to jednak ciągle temat odległy z polskiej perspektywy. W każdym razie zagadnienie ponownego wykorzystania materiałów będzie podlegać bolesnej weryfikacji w warunkach rzeczywistych.

10 SSO systematycznie zwiększa liczbę członków i wzmacnia reprezentatywność branży. Jaką rolę powinno pełnić stowarzyszenie w najbliższych latach: bardziej ekspercką, regulacyjną, edukacyjną, lobbingsową, a może integrującą cały rynek wokół wspólnych standardów jakości?

To jest świetne pytanie. W obliczu nowych wyzwań zmienia się rola stowarzyszeń producenckich. Takie organizacje jak SSO są platformą wyrażania, uzgadniania i realizacji interesów branży. Niestety w Polsce działania lobbingsowe budzą u wielu osób głównie negatywne skojarzenia i są utożsamiane z korupcją. Ciągłe niestety mało kto rozumie lobbings jako jeden z wielu mechanizmów reprezentacji interesów określonej grupy społecznej, będący istotną i nieodłączną cechą wszelkich procesów demokratycznych.

My w SSO staramy się integrować rynek wokół ETICS, wiele wysiłku wkładamy w działania edukacyjne, jesteśmy ekspertami w ETICS. I my to wiemy, wiedzą o tym nasi odbiorcy.

5 pytań do Barbary Francke

► Hydroizolacje wymagają wiedzy, standardów i odpowiedzialności

Prof. Barbara Francke, która wzmocniła Radę Naukową miesięcznika „IZOLACJE”, od ponad 30 lat zajmuje się ochroną obiektów budowlanych przed wodą i wilgocią. W rozmowie wskazuje najważniejsze zmiany na rynku hydroizolacji, zagrożenia wynikające z błędów wykonawczych i niewystarczających wymagań normowych oraz obszary, które nadal wymagają badań.

1 Od lat zajmuje się Pani ochroną budynków przed wodą i wilgocią. Jak zmieniło się podejście do hydroizolacji na przestrzeni Pani kariery?

Działalność związaną z problematyką hydroizolacji zaczęłam pod koniec ubiegłego wieku, czyli ponad 30 lat temu. Miałam okazję uczestniczyć w ocenie i wdrażaniu nowych rozwiązań materiałowych napływających do naszego kraju po wejściu Polski do Unii Europejskiej, pracując w Instytucie Techniki Budowlanej. Tradycyjne papy na tekturze budowlanej powoli były wypierane przez importowane papy termozgrzewalne. Znaczną transformację przechodził również rynek mas hydroizolacyjnych. Z biegiem lat również polscy producenci odchodzili od przestarzałych technologii, zastępując je nowoczesnymi rozwiązaniami, sukcesywnie eliminując import wyrobów hydroizolacyjnych. Obecna oferta polskiego przemysłu wyrobów hydroizolacyjnych nie odbiega jakościowo od oferty przedstawianej przez producentów z Europy Zachodniej.

2 Trwałość hydroizolacji była tematem Pani osiągnięcia habilitacyjnego. Co jest dziś największym zagrożeniem dla trwałości tych rozwiązań?

Jako inżynier budowlany, a nie materiałowy, trudno mi wypowiadać się na temat surowców stosowanych do produkcji wyrobów hydroizolacyjnych oraz technologii ich



Prof. Barbara Francke; fot.: SGGW

produkcji. Niemniej jednak powszechnie wiadomo, że wszystkie branże borykają się obecnie z dostępnością surowców i próbują je zastępować substytutami. Jak można się domyślić, nie zawsze wychodzi to na korzyść produktu końcowego. Kolejny problem to wiedza i umiejętności wykonawców robót hydroizolacyjnych, które mogą przyczyniać się do błędów wykonawczych, negatywnie wpływających na trwałość zabezpieczeń wodochronnych. By przeciwdziałać tym problemom Uczelnia, w której jestem zatrudniona, wychodzi naprzeciw z ofertą edukacyjną, w formie rocznych studiów podyplomowych

„Zabezpieczenia wodochronne budynków” realizowanych na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW (wkrótce, od października 2026 r., po zmianie nazwy, na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury SGGW).

3 W jakim kierunku powinny ewoluować wymagania dotyczące wyrobów hydroizolacyjnych?

Szczególnym problemem jest brak wymagań w normach zharmonizowanych dla wyrobów rolowych, tzn. pap i folii z tworzyw sztucznych i kauczuku. Jest to jedyna grupa norm, w której większość właściwości użytkowych dla zasadniczych charakterystyk wyrobów zastąpiona jest symbolami MLV i MDV, które należy rozumieć jako wartości graniczne lub deklarowane przez producenta. Pozwala to na dowolność zapisów w DWU

●● **Obecna oferta polskiego przemysłu wyrobów hydroizolacyjnych nie odbiega jakościowo od oferty przedstawianej przez producentów z Europy Zachodniej.**

dr hab. inż. BARBARA FRANCKE, prof. SGGW

Absolwentka Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (1981 r.). Stopień doktora nauk technicznych w zakresie budownictwa uzyskała w 1987 r. na tym samym wydziale. W 2022 r. uzyskała stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynierijno-technicznej w dyscyplinie: inżynieria lądowa i transport, za osiągnięcie naukowe: „Wpływ trwałości rozwiązań hydroizolacyjnych na zapewnienie ochrony budynków przed wodą i wilgocią”. W latach 1985–2022 była pracownikiem Instytutu Techniki Budowlanej, obecnie jest profesorem SGGW na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska, przekazując zdobytą wiedzę młodym adeptom sztuki inżynierskiej. Współpracuje również z prasą techniczną, wchodząc w skład komitetów naukowych i redakcyjnych różnych wydawnictw.

Realizowana przez dr hab. inż. Barbarę Franckę działalność zawodowa dotyczy ochrony obiektów budowlanych przed szkodliwym działaniem wody i wilgoci oraz oceny trwałości tych zabezpieczeń, pracujących w różnych warunkach eksploatacyjnych.

Podczas pracy w ITB realizowała liczne prace naukowo-badawcze i badawczo-usługowe w zakresie zabezpieczeń wodochronnych, dotyczących pokryć dachowych, izolacji części podziemnych budynków i budowli, izolacji balkonów i tarasów oraz izolacji pomieszczeń mokrych. W ramach prac badawczo-usługowych wykonywała zarówno badania laboratoryjne wyrobów i zestawów budowlanych, jak też ekspertyzy i orzeczenia techniczne. Rezultaty wymienionych prac utworzyły obszerny zbiór wyników, który stał się podstawą sformułowania przez autorkę istotnych wniosków w zakresie trwałości warstw hydroizolacyjnych. Wnioski te podsumowała zarówno w licznych artykułach do prasy technicznej, jak i w publikacjach książkowych, z których najważniejsze to: „Pokrycia dachowe dla domów jednorodzinnych. Poradnik praktyczny” (COiB 1992), współautorstwo prac zbiorowych pod red. P. Klemma „Budownictwo ogólne. T 2: Fizyka budowli” (Wydawnictwo Arkady, 2005), „Izolacje budowlane” pod red. Z. Ściślewskiego (Verlag Dashofer, 2003) oraz trzyczęściowy cykl „Nowoczesne hydroizolacje budynków” (PWN SA: zeszyt 1 – „Zabezpieczenia wodochronne części podziemnych budynków” – 2021, zeszyt 2 – „Pokrycia dachowe” – 2021, zeszyt 3 – „Tarasy i balkony” – 2022). Wspomniane publikacje mają zastosowanie w procesie dydaktycznym na wydziałach budownictwa i architektury, przydatne są również dla inwestorów, projektantów i wykonawców robót hydroizolacyjnych.

Praktycznym efektem wyżej wymienionych prac jest dodatkowo osiem zeszytów Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru Robót, wydanych drukiem przez ITB, w ramach części C: Zabezpieczenia i izolacje. Należą do nich: „Części podziemne budynków wykonanych z betonu wodoszczelnego. Uszczelnianie miejsc newralgicznych” (2025), „Izolacje przeciwwilgociowe i wodochronne części podziemnych budynków” (2025), „Przekrycia dachowe i tarasowe wykonywane w odwróconym układzie warstw” (2025), „Pokrycia dachowe” (2024), „Pokrycia dachowe z dachówek ceramicznych i cementowych” (2024), „Izolacje wodochronne tarasów” (2023), „Zabezpieczenia wodochronne pomieszczeń mokrych” (2023) oraz jeden z rozdziałów pracy zbiorowej „Wykonywanie robót budowlanych w okresie obniżonej temperatury” (2011). Uzupełnieniem ww. WTWIORB są poradniki: „Wymagania w zakresie projektowania, wykonania i odbioru pokryć dachowych z wyrobów rolowych” (2026), „Izolacje wodochronne tarasów i balkonów” (2012) oraz „Projektowanie i wykonywanie stropodachów o odwróconym układzie warstw” (2011) jako współautor. Zalecenia podane we wspomnianych zeszytach, traktowanych jako kompendium wiedzy w zakresie hydroizolacji, stosowane są na szeroką skalę przez wszystkich uczestników procesu budowlanego.

Oprócz działalności badawczej, dydaktycznej i eksperckiej realizowanej na przestrzeni całego okresu pracy zawodowej, Barbara Francke podjęła się również trudnego zadania opracowywania norm technicznych, współpracując z Polskim Komitetem Normalizacyjnym w ramach komitetów technicznych. W dwóch z nich, tzn. KT 214 i KT 234, pełni od wielu lat funkcję przewodniczącej. W latach 2009–2013 w wydawnictwie ITB opracowała również edycje poradników obejmujących interpretację norm dotyczących wyrobów hydroizolacyjnych: PN-EN 13707, 13956, 14967, 14909 oraz 13967, zawierających dodatkowo wytyczne ITB odnośnie do zalecanych właściwości materiałów ujętych w wymienionych normach.

w zasadzie bez żadnych ograniczeń. W innych normach wyrobów wartości graniczne narzucane są przez normy zharmonizowane, formułowane w formie konsensusu pomiędzy potrzebami producentów i wieloletnimi doświadczeniami badawczymi instytucji niezależnych od producentów, gwarantując tym samym odpowiednią trwałość wyrobów. Aktualne rozwiązanie jest szczególnie niebezpieczne dla inwestorów nieposiadających wiedzy budowlanej, kierujących się głównie ceną wyrobu, wierzących, że tej cenie towarzyszy również oczekiwana trwałość.

4 Jakie pytania badawcze wciąż pozostają dla Pani najciekawsze?

Wciąż jest wiele problemów wymagających dalszych badań. Należą do nich m.in. potrzeba oceny trwałości odwróconych układów warstw izolacyjnych, gdy warstwa

termoizolacyjna ułożona jest na powierzchni warstwy hydroizolacyjnej i tym samym narażona jest na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych, w tym na wnikanie wody i wilgoci. Dotyczy to zarówno dachów, w tym dachów pokrytych roślinnością, jak i izolacji części podziemnych budynków. Innym problemem wymagającym wyjaśnienia jest trwałość warstw paroprzepuszczalnych, ułożonych bezpośrednio pod pokryciem dachowym wykonanym z elementów drobnowymiarowych typu dachówki, blachy, płyty, itp. Warto byłoby zastanowić się również nad konkretyzacją w normach zharmonizowanych wymagań dotyczących oceny zabezpieczenia wodochronnego wykonanego w formie tzw. „białej wanny”, czyli betonu wodoszczelnego. Oczywiście, to tylko niektóre przykłady przytoczone na potrzeby niniejszej rozmowy.

5 Łączy Pani działalność naukową, ekspercką i dydaktyczną. Jakie wyzwania widzi Pani dziś w kształceniu przyszłych inżynierów?

Po rozmowach ze studentami widzę potrzebę zwiększenia liczby przedmiotów praktycznych kosztem przedmiotów czysto teoretycznych. Mam na myśli m.in. zwiększenie liczby godzin ustawowych w przedmiotach materiałowych i technologicznych. Dzięki temu młody inżynier, kończąc studia i idąc na budowę, będzie potrafił w sposób skuteczny ocenić przydatność dostarczanych wyrobów, oraz poprawność stosowanych technologii, i nie będzie musiał polegać jedynie na informacjach płynących od przedstawicieli handlowych, którzy są przecież zainteresowani głównie sprzedażą swoich produktów.

Najpierw zbadaj, potem naprawiaj

► Rola diagnostyki laboratoryjnej w renowacji zawilgoconych murów



Renowacja zawilgoconych i zasolonych murów nie powinna rozpoczynać się od wyboru technologii naprawczej, lecz od rzetelnej diagnostyki. Oględziny obiektu, badania terenowe, analizy laboratoryjne oraz właściwa interpretacja wyników pozwalają ustalić przyczynę problemu i dobrać rozwiązanie adekwatne do rzeczywistego stanu muru. Takie podejście ogranicza ryzyko nieskutecznych napraw, błędnych kosztorysów i ponownego pojawienia się uszkodzeń. Ma to szczególne znaczenie zarówno w budynkach mieszkalnych, jak i w obiektach zabytkowych, gdzie każda ingerencja powinna być uzasadniona technicznie i możliwie najmniej inwazyjna. W rozmowie ze specjalistami z laboratorium DrySensLab podejmujemy temat, który jest arcyważny, a jednocześnie paradoksalnie zbyt często bagatelizowany.

TOMASZ KULIG – pełnomocnik ds. jakości w laboratorium DrySensLab, odpowiedzialny za system zarządzania jakością zgodny z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025 oraz utrzymanie akredytacji laboratorium;
DAGMARA OLSZEWSKA-PASTUSZAK – kierownik laboratorium DrySensLab, odpowiedzialna za nadzór nad działalnością badawczą laboratorium, rozwój metod badawczych oraz interpretację wyników analiz;
KRZYSZTOF TABIŚ – właściciel laboratorium DrySensLab, ekspert w zakresie diagnostyki zawilgocenia i zasolenia murów oraz technologii renowacji obiektów budowlanych; fot.: DrySensLab

Zacznijmy od podstaw: czym w praktyce jest diagnostyka zawilgocenia i zasolenia murów – i dlaczego nie powinna być traktowana jako dodatek do renowacji, lecz jako jej punkt wyjścia?

Krzysztof Tabiś: Diagnostyka zawilgocenia i zasolenia murów rozpoczyna się od wywiadu i oględzin obiektu, a następnie obejmuje ocenę ryzyka, pobór próbek oraz badania laboratoryjne. Dopiero ich wyniki pozwalają ustalić przyczynę problemu, określić rozkład wilgoci i soli w murze oraz dobrać właściwą technologię renowacji. Nie istnieje jedna uniwersalna metoda naprawy. Innego postępowania wymaga podciąganie kapilarne, innego kondensacja, wilgoć higroskopijna, boczne wnikanie wody czy oddziaływanie soli. Dlatego skuteczna renowacja zawsze

powinna być poprzedzona rzetelną diagnostyką, podobnie jak w medycynie leczenie poprzedzają badania. Szczególne znaczenie ma to w obiektach zabytkowych, gdzie każda decyzja musi chronić historyczną substancję budynku.

Co ryzykuje inwestor, projektant albo wykonawca, jeśli zdecyduje o osuszaniu, renowacji tynków czy zabezpieczeniu przeciwwilgociowym podejmując bez rzetelnej diagnostyki?

K.T.: Rezygnacja z rzetelnej diagnostyki zwiększa ryzyko błędnych decyzji projektowych i wykonawczych, a w konsekwencji nieskutecznej lub niepotrzebnej renowacji. Wyniki badań pozwalają dobrać właściwą technologię, określić zakres odsalania,

rodzaj i grubość tynków renowacyjnych oraz wskazać potrzebę poprawy wentylacji, docieplenia czy likwidacji mostków termicznych. Dzięki temu można uniknąć kosztownych poprawek i zapewnić trwałość wykonanych prac. W przypadku obiektów zabytkowych wykonanie diagnostyki jest często wymagane przez konserwatora.

W Polsce mamy duży problem z diagnostyką – z tym, by traktować ją jako fundament.

Dagmara Olszewska-Pastuszek: Problem diagnostyki w Polsce wynika z kilku przyczyn. Nadal brakuje świadomości, jaką wartość mają rzetelne badania, a decyzje często podejmowane są pod presją kosztów i w oparciu o utarte praktyki wykonawcze, zamiast o wyniki analiz laboratoryjnych. Tymczasem badania wykonane zgodnie ze znormalizowanymi metodami dostarczają obiektywnych i wiarygodnych danych, stanowiących podstawę rzetelnej diagnostyki. Ta zaś pozwala zwiększyć skuteczność renowacji, ograniczyć ryzyko ponownej degradacji materiałów, a w rezultacie uniknąć niepotrzebnych wydatków.

Błędna diagnoza zawilgocenia często prowadzi do leczenia objawów, a nie przyczyn. Jakie przykłady z praktyki najlepiej to pokazują?

K.T.: Wymienia się tynki, wykonuje iniekcje lub izolacje, montuje osuszacze, podczas gdy rzeczywistym problemem pozostaje aktywny transport wilgoci lub zasolenie muru. Nie wystarczy stwierdzić, że „są sole” – trzeba określić ich rodzaj i stężenie. Dopiero wtedy można właściwie dobrać technologię naprawy, w tym system tynków renowacyjnych zgodnie z instrukcjami WTA. Błędna diagnoza oznacza zwykle powrót problemu. Dlatego diagnostyka powinna odpowiedzieć na trzy pytania: skąd pochodzi wilgoć, jak przemieszcza się w przegrodzie i jaki jest rzeczywisty poziom zasolenia materiału. [Rozwinięcie tych trzech pytań – wraz z checklistą „najpierw badanie, potem decyzja” – znajdziesz w bezpłatnym przewodniku: drysenselab.pl/przewodnik – przyp. Red.].

Badania laboratoryjne, właściwy pobór próbek i interpretacja wyników pozwalają projektować działania adekwatne do rzeczywistego stanu obiektu. Dla inwestora oznacza to lepszą kontrolę kosztów, dla projektanta – rzetelne dane do podejmowania decyzji, a dla obiektów zabytkowych – skuteczniejszą ochronę historycznej substancji.

Skuteczna renowacja wymaga rozpoznania mechanizmu zawilgocenia i zasolenia, a nie tylko usunięcia widocznych skutków.

Niestety to nie są pojedyncze przypadki, że technologia renowacyjna jest wybierana jeszcze przed wykonaniem diagnostyki.

K.T.: Z mojego doświadczenia wynika, że jest to dziś największy problem, z jakim boryka się rynek. Nie brak technologii renowacyjnych, lecz właśnie brak rzetelnej diagnostyki, na podstawie której powinny być one dobierane. Zbyt często technologia jest wybierana na początku, a dopiero później próbuje się uzasadnić jej zastosowanie. Tymczasem właściwa kolejność powinna być odwrotna – najpierw badania, później projekt, a dopiero na końcu wykonanie.

Wiele mówi się o doborze technologii renowacyjnych, natomiast znacznie rzadziej o ocenie ich skuteczności po zakończeniu prac. Czy w Polsce nie brakuje systemowego podejścia do kontroli trwałości renowacji zawilgoconych i zasolonych murów?

K.T.: Tak, brak kontroli skuteczności renowacji to równie istotny problem. W większości przypadków nie wykonuje się badań przed rozpoczęciem prac ani badań kontrolnych po roku, dwóch czy pięciu latach. W efekcie nie wiemy, ile renowacji rzeczywiście rozwiązało problem, a ile jedynie odsunęło go w czasie. Z naszej praktyki wynika, że największe straty inwestorzy ponoszą nie z powodu kosztów diagnostyki, lecz z powodu kosztów nieskutecznych renowacji. Dlatego badania powinny stać się standardowym elementem procesu projektowego oraz późniejszej oceny trwałości wykonanych prac.

Jak powinna wyglądać właściwie przeprowadzona diagnostyka?

K.T.: Prawidłowa diagnostyka to proces, a nie pojedyncze badanie. Rozpoczyna się od audytu obiektu i rozpoznania możliwych

przyczyn zawilgocenia, następnie obejmuje zaplanowany pobór reprezentatywnych próbek oraz ich analizę laboratoryjną. Jednak najważniejszym etapem jest interpretacja wyników w kontekście konstrukcji budynku i mechanizmów transportu wilgoci. Dopiero wtedy można przygotować rzetelne wytyczne dla projektanta lub wykonawcy dotyczące sposobu naprawy, technologii osuszania, zakresu odsalania czy doboru materiałów. Tylko takie podejście pozwala podejmować decyzje na podstawie faktów, a nie przypuszczeń, co znacząco ogranicza ryzyko błędów technicznych i niepotrzebnych kosztów.

W którym momencie diagnostyka terenowa przestaje wystarczać i konieczne staje się badanie laboratoryjne? Co laboratorium widzi w próbce, czego nie pokażą same oględziny ani pomiary wykonywane na obiekcie?

D.O.P.: Badania terenowe są dobrym narzędziem do wstępnej oceny stanu obiektu, jednak w większości przypadków niewystarczającym do postawienia kompleksowej diagnozy. Dlatego obowiązujące normy zalecają badania laboratoryjne. Zwracają uwagę, że materiały budowlane ulegają procesom starzenia, a ich właściwości fizyczne oraz chemiczne zmieniają się. Degradacja przegród budowlanych i obecność soli wpływają na odczyty urządzeń terenowych, które mogą być błędne. W laboratorium określamy rzeczywistą wilgotność materiału oraz ilościowo i jakościowo oznaczamy zawartość soli. Takich precyzyjnych informacji nie da się uzyskać podczas oględzin ani pomiarów terenowych, a to właśnie one decydują o wyborze właściwej technologii osuszania i renowacji murów.

Jak wygląda droga próbki w laboratorium – od pobrania materiału z obiektu, przez przygotowanie i badanie, aż po wynik?

D.O.P.: Laboratorium odpowiada za wiarygodność wyników badań, która jest możliwa tylko wtedy, gdy do analizy trafia prawidłowo pobrana i zabezpieczona próbka. Po jej przyjęciu jest ona rejestrowana, przygotowywana do badań i analizowana na wyzorcowanej aparaturze zgodnie z obowiązującymi procedurami. Wyniki są weryfikowane »

» i przedstawiane w formie sprawozdania z badań, które stanowi obiektywną podstawę do oceny stanu muru i doboru właściwych rozwiązań.

W diagnostyce murów pojawiają się dwa kluczowe pojęcia: zawilgocenie i zasolenie. Dlaczego trzeba je analizować łącznie, a nie osobno?

D.O.P.: Zawilgocenie i zasolenie przegród budowlanych to procesy wzajemnie zależne od siebie. Woda transportuje sole do wnętrza muru, a podczas jej odparowywania sole krystalizują w porach materiału oraz na jego powierzchni, powodując degradację. Dodatkowo sole zwielokrotniają właściwości higroskopijne muru, przez co łatwiej pochłania wilgoć i dłużej pozostaje zawilgocony. Dlatego tylko łączna ocena wilgotności i zasolenia pozwala właściwie określić przyczynę problemu oraz dobrać skuteczną technologię osuszania, odsalania i renowacji.

Jaką rolę w doborze technologii naprawczej odgrywa informacja o rodzaju i ilości soli w murze? Czy od tego powinien zależeć dobór tynku renowacyjnego, metody osuszania lub dalszej ochrony przegrody?

D.O.P.: Informacja o rodzaju i ilości soli w murze ma kluczowe znaczenie dla doboru technologii naprawczej. Analiza jakościowa i ilościowa pozwala określić, jakie jony szkodliwych soli dominują np. chlorki, azotany czy siarczany oraz w jakim występują stężeniu. Chlorki mogą wskazywać na oddziaływanie soli drogowej, środowiska morskiego czy wcześniejsze zalanie. Azotany często świadczą o zanieczyszczeniach organicznych lub nieszczelnych instalacjach. Natomiast siarczany mogą być związane z zastosowanymi materiałami budowlanymi, brakiem zabezpieczenia przed wodami opadowymi lub obecnością zanieczyszczeń atmosferycznych. Zgodnie z wytycznymi WTA od rodzaju i stopnia zasolenia zależy dobór tynku renowacyjnego lub ofiarne-go, zakres odsalania oraz sposób dalszej ochrony muru. Bez takich danych łatwo zastosować rozwiązanie, które tylko krótkotrwale poprawi wygląd ściany, ale nie usunie przyczyny jej degradacji.

DrySensLab wykonuje badania różnymi metodami – m.in. metodą grawimetryczną, Karla Fischera, chromatografii jonowej, badaniem wilgotności sorpcyjnej czy DFG. Od czego zależy wybór odpowiedniej metody badawczej?

Kluczowe jest zachowanie właściwej kolejności działań: najpierw diagnostyka, następnie projekt i dobór technologii, a na końcu ocena skuteczności wykonanej renowacji. Tylko takie podejście daje trwałe efekty i pozwala usuwać przyczyny problemu, a nie jedynie jego objawy.

D.O.P.: Zawsze od problemu, który chcemy zdiagnozować i rozwiązać. Nie ma jednej metody, która dostarczy wszystkich potrzebnych informacji. Metoda grawimetryczna i miareczkowania Karla Fischera służą do określenia rzeczywistej zawartości wody w materiale, chromatografia jonowa pozwala oznaczyć rodzaj i ilość soli, a badanie w komorze klimatycznej wilgotności sorpcyjnej, pozwala ocenić zdolność materiału do pochłaniania wilgoci z powietrza. W praktyce metody te wzajemnie się uzupełniają. Dopiero połączenie wyników badań wilgotności, zasolenia i właściwości materiału pozwala prawidłowo rozpoznać przyczynę problemu oraz dobrać skuteczną technologię naprawczą.

Co w praktyce oznacza dla Państwa praca w laboratorium akredytowanym? Z jakimi wymaganiami mamy tu do czynienia?

Tomasz Kulig: Oznacza, że każdy wynik badania jest wiarygodny i możliwy do odtworzenia. Zapewniają to ściśle określone procedury, wywzorcowana aparatura, stała kontrola jakości oraz kompetencje personelu. Akredytacja Polskiego Centrum Akredytacji (PCA) nie jest jednorazowym certyfikatem, lecz codziennym standardem pracy.

Co akredytacja PCA oznacza dla inwestora, projektanta, konserwatora zabytków albo wykonawcy? Dlaczego wynik z akredytowanego laboratorium ma inną wagę niż pomiar orientacyjny?

T.K.: Dla inwestora, projektanta czy wykonawcy akredytacja oznacza przede wszystkim pewność, że decyzje opierają się na wiarygodnych i obiektywnych wynikach badań, a nie na przypuszczeniach. Wynik z laboratorium akredytowanego pozwala precyzyjnie dobrać technologię naprawczą, ograniczyć niepotrzebne koszty i zweryfikować skuteczność wykonanych prac. To zasadnicza różnica między orientacyjną oceną a wynikiem, który może stanowić techniczną podstawę projektu, nadzoru i odbioru robót.

DrySensLab to jedyne takie laboratorium w Polsce i jedno z niewielu w Europie. Co przesądza o tej wyjątkowości: zakres

metod, akredytacja, procedury, sprzęt, doświadczenie zespołu?

D.O.P.: DrySensLab to połączenie wszystkich tych elementów. Nie jest to wyłącznie kwestia nowoczesnego sprzętu czy szerokiego zakresu badań, ale kompleksowego podejścia do diagnostyki murów opartego na międzynarodowych standardach. Pracownicy laboratorium to doświadczony zespół, który wzajemnie się uzupełnia. Dodatkowo bardzo się lubimy i szanujemy, co sprzyja dobrej atmosferze w pracy.

Na koniec: czy diagnostyka zawilgocenia i zasolenia będzie w najbliższych latach stała się standardem, a być może obowiązkowym elementem dokumentacji przed renowacją lub osuszaniem budynku?

T.K.: Z naszej praktyki wynika, że rzetelna diagnostyka staje się standardem w procesie renowacji budynków. Coraz częściej oczekują jej inwestorzy, projektanci i konserwatorzy zabytków, ponieważ tylko obiektywne wyniki badań pozwalają dobrać właściwą technologię i ograniczyć ryzyko kosztownych błędów. Jestem przekonany, że świadomość ta będzie nadal rosła, a badania zawilgocenia i zasolenia staną się naturalnym elementem przygotowania każdej odpowiedzialnie prowadzonej inwestycji.

Pobierz bezpłatny przewodnik diagnostyczny

„Zanim zaczniesz renowację wilgotnego muru” – 7 typów wilgoci i jak je rozpoznać, jakie badania zlecić, o co zapytać laboratorium, 7 błędów, które pogłębiają problem, plus checklista do wydruku.

drysenslab.pl/przewodnik



„IZOLACJE” na LinkedIn

BĄDŹ NA BIEŻĄCO Z RYNKIEM
IZOLACJI, TECHNOLOGIAMI,
WYDARZENIAMI
I EKSPERCKĄ WIEDZĄ.

Zeskanuj kod QR



Dołącz do naszej społeczności na LinkedIn.

Klasy obciążenia wodą i zarysowania konstrukcji jako kryterium doboru hydroizolacji przyziemia budynku



HYDROIZOpedia
czyli renowacja zawiłgoconych
budynków w praktyce

cz. 77

Water load classe and structural cracking as criteria for selecting waterproofing for the building's basement

ABSTRAKT

W artykule przedstawiono normy i wymagania dotyczące ochrony budynków przed zawilgoceniem i korozją biologiczną, a także opisano rodzaje wody w gruncie i klasy obciążenia wodą. Przeanalizowano również przyczyny najczęściej popełnianych błędów projektowych i wykonawczych w zakresie wyboru materiału uszczelniającego i wyjaśniono zasady stosowania odpowiedniego rozwiązania przy hydroizolacji wtórnej.

Słowa kluczowe: materiały hydroizolacyjne, wtórne hydroizolacje, wody gruntowe, klasy obciążenia wodą, ochrona przeciwilgociowa

This article presents standards and requirements for protecting buildings against moisture and biological corrosion, as well as describing the types of groundwater and water load classes. It also analyzes the causes of the most common design and implementation errors in the selection of sealing materials and explains the principles of applying the appropriate solution for secondary waterproofing.

Keywords: waterproofing materials, secondary waterproofing, groundwater, water load classes, moisture protection

Dobór materiału hydroizolacyjnego bywa w praktyce projektowej traktowany jako decyzja wtórna wobec rozwiązań konstrukcyjnych – coś, co „się dogra” na etapie realizacji inwestycji i specyfikacji materiałowej.

Tymczasem to właśnie w fazie klasyfikacji warunków gruntowo-wodnych zapada decyzja determinująca skuteczność całego systemu uszczelnienia. Błąd popełniony na tym etapie nie zostanie skorygowany przez najlepszy nawet materiał, jeśli wybór materiału następuje w odpowiedzi na błędnie określone obciążenie. Konsekwencje takich nieprawidłowości ujawniają się zwykle z opóźnieniem: po pierwszym sezonie intensywnych opadów, czasem dopiero po kilku latach eksploatacji, gdy zawilgocenie muru staje się na tyle rozległe, że wywołuje wtórne problemy – od degradacji tynków zewnętrznych po rozwój grzybów pleśniowych na powierzchniach tynków wewnętrznych [1, 2]. Prawdopodobny dobór sposobu uszczelnienia części budynków stykających się z gruntem jest możliwy dzięki opisanym w zaktualizowanej w tym roku niemieckiej normie DIN 18533-1:2026-06 [3] klasom obciążenia wodą (W-E) oraz klasom zarysowania podłoża pod hydroizolację (R-E).

OD DIN 18195 DO DIN 18533: REFORMA NORMATYWNA Z 2017 R.

Przez niemal cztery dekady fundamentem projektowym w europejskim budownictwie podziemnym pozostawała norma DIN 18195 [4]. Jej konstrukcja opierała się na klasyfikacji tzw. przypadków obciążenia, powiązanych bezpośrednio z konkretnymi rozwiązaniami materiałowymi wskazanymi w załącznikach normatywnych. Model ten, tj. normatywne przypisanie materiału do sytuacji projektowej, sprawdzał się dobrze, dopóki oferta materiałowa ograniczała się

do kilku sprawdzonych rozwiązań. Wraz z rozwojem materiałów sztuczne przypisanie materiału do przypadku obciążenia przestało odpowiadać rzeczywistej różnorodności technologicznej rynku.

W lipcu 2017 r. normę DIN 18195 zastąpiono serią wyspecjalizowanych norm od DIN 18531 do DIN 18535, z podziałem odpowiadającym poszczególnym elementom budowli [5]. Za izolacje przyziemnych i podziemnych części budowli odpowiada w tej serii norma DIN 18533, w trzech częściach: część 1 określa wymagania oraz podstawy planowania i wykonawstwa [3], część 2 obejmuje hydroizolacje wykonywane z materiałów rolowych [6], część 3 natomiast – z materiałów nakładanych w postaci płynnej [7]. Fundamentalna zmiana polegała na odejściu od modelu prostego przejścia od przypadku obciążenia do wskazanego materiału na rzecz modelu określenia wymaganych właściwości materiału (niezależnie od jego chemicznego charakteru) na podstawie sklasyfikowanego obciążenia. Model ten pozwolił m.in. uwzględnić w części drugiej tzw. materiały nowej generacji, tj. powłoki FPMC [8], jeszcze do niedawna regulowane wyłącznie odrębną wytyczną branżową „Deutsche Bauchemie” [9], a w aktualnej edycji DIN 18533-1:2026-06 formalnie ujęte już w tabelach przypisania rozwiązań materiałowych do poszczególnych klas obciążenia [3].

UMIEJSCOWIENIE W POLSKIM SYSTEMIE NORMATYWNYM

W polskim systemie prawnym podstawowe wymagania dotyczące ochrony budynków przed zawilgoceniem i korozją biologiczną formułuje rozdział 4 działu VIII Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [10]. Aktualny stan wiedzy technicznej w tym zakresie opisuje zeszyt C5



Współczynnik k [m/s]		Klasyfikacja wg DIN 18130	Klasyfikacja wg DIN 18533	Rodzaje gruntu	
> 10 ⁻²		bardzo silnie przepuszczalny	przepuszczalny	drobny żwir	
10 ⁻²	10 ⁻³	silnie przepuszczalny		piasek grubo- i średnioziarnisty	
10 ⁻³	10 ⁻⁴				
10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	przepuszczalny	nieprzepuszczalny	piasek drobnoziarnisty	
10 ⁻⁵	10 ⁻⁶			piasek pylisty, less o strukturze nie nienaruszonej	
10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	słabo przepuszczalny		pyły	less o strukturze przerobionej
10 ⁻⁷	10 ⁻⁸				
10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	bardzo słabo przepuszczalny		gliny	gliny zwięzłe
10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰				
10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹				
10 ⁻¹¹	10 ⁻¹²				

TABELA 1 Klasyfikacja wodoprzepuszczalności gruntu na podstawie współczynnika wodoprzepuszczalności k [3, 15, 16]

Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (WTWiORB) Instytutu Techniki Budowlanej [11]. Jednakże wobec braku równie szczegółowej normy krajowej, w praktyce projektowej i wykonawczej zasadne jest uwzględnienie wymagań norm oraz wytycznych niemieckich, w tym w szczególności serii norm DIN 18533 [3, 6, 7] oraz wytycznych branżowych dla poszczególnych materiałów nakładanych w postaci płynnej: mineralnych szlamów uszczelniających [12], grubowarstwowych mas bitumicznych [13] oraz elastycznych powłok polimerowych [9].

Reforma z 2017 r. nie była jedynie zmianą formalną. Wprowadziła rygory projektowe klasyfikujące rodzaj obciążenia, przepuszczalność gruntu oraz wymaganą niezawodność materiału hydroizolacyjnego poddawanego parciu hydrostatycznemu, a więc przesunęła punkt ciężkości projektowania z doboru materiału na diagnozę warunków [5]. Praktyczną konsekwencją tego przesunięcia jest fakt, że projektant, który dziś powiela schemat myślenia właściwy dla DIN 18195 – dobierając materiał na podstawie doświadczenia lub przyzwyczajenia, bez formalnej klasyfikacji obciążenia – popełnia błąd metodologiczny niezależnie od tego, czy wybrany materiał okaże się skuteczny w konkretnym przypadku. Przypadkowa skuteczność nie jest bowiem tym samym co skuteczność zaprojektowana.

RODZAJE WODY W GRUNCIE I KLASYFIKACJA PRZEPUSZCZALNOŚCI

Punktem wyjścia klasyfikacji obciążenia wodą jest rozróżnienie postaci, w jakiej woda występuje w gruncie budowlanym. Wyróżnia się wodę włoskowatą, stanowiącą wilgotność gruntu, wodę przesiąkającą, niewywierającą ciśnienia hydrostatycznego, oraz wodę zaskórną i gruntową, w obu przypadkach działającą pod ciśnieniem [14]. To rozróżnienie, a nie sama obecność wody w gruncie (która *de facto* występuje w nim praktycznie zawsze), determinuje, czy wymagana jest izolacja przeciwwilgociowa, czy też wodochronna.

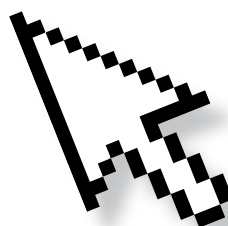
Dla sprecyzowania klasy oddziaływania wody na części budynku zagłębione w gruncie (docelowo na hydroizolację) kluczowe znaczenie ma wodoprzepuszczalność gruntu budowlanego. Za wartość graniczną między gruntem przepuszczalnym a nieprzepuszczalnym przyjmuje się współczynnik wodoprzepuszczalności $k = 10^{-4}$ m/s [3, 15, 16]. Wartość tę wyznacza się laboratoryjnie zgodnie z normą PN-EN ISO 17892-11:2019-05 [17] lub szacuje na podstawie rodzaju gruntu określonego w badaniach geotechnicznych (TABELA 1).

Warto zwrócić uwagę na rozbieżność nazewnictwa – to, co w klasyfikacji geotechnicznej DIN 18130 zostało opisane sześcioma »

PROMOCJA

IZOLACJE.com.pl

budownictwo | przemysł | ekologia



Klasa	Rodzaj obciążenia	Sytuacja zabudowy	Przepuszczalność gruntu		Wymagane uszczelnienie
W1.1-E	wilgotność gruntu i woda nienapierająca	posadowienie ≥ 50 cm powyżej ZWG	$k > 10^{-4}$ m/s		izolacja przeciwwilgociowa
W1.2-E	woda nienapierająca	posadowienie ≥ 50 cm powyżej ZWG	$k \leq 10^{-4}$ m/s	z drenażem	
W2.1-E	woda spiętrzona woda gruntowa woda powodziowa	ciśnienie wody ≤ 3 m	$k \leq 10^{-4}$ m/s – dowolna	bez drenażu	izolacja wodochronna
W2.2-E	woda spiętrzona woda gruntowa woda powodziowa	ciśnienie wody > 3 m	$k \leq 10^{-4}$ m/s – dowolna		
W3-E	woda opadowa woda spiętrzona ≤ 100 mm	uszczelnienie ≥ 30 cm powyżej ZWG	zależy od obiektu		izolacja przeciwwilgociowa
W4-E	woda rozbryzgowa, infiltracyjna, kapilarna	posadowienie ≥ 50 cm powyżej ZWG	$k > 10^{-4}$ m/s	bez drenażu	
			$k \leq 10^{-4}$ m/s	z drenażem	

TABELA 2 Dobór izolacji na podstawie warunków gruntowo-wodnych [3]

stopniami przepuszczalności, norma DIN 18533 upraszcza do podziału binarnego (przepuszczalny lub nieprzepuszczalny), z progiem przy współczynniku wodoprzepuszczalności $k = 10^{-4}$ m/s. Uproszczenie to ma istotne znaczenie praktyczne, dla celów doboru hydroizolacji istotne jest bowiem przede wszystkim to, czy grunt pozwala wodzie infiltracyjnej swobodnie odpłynąć, czy prowadzi do jej spiętrzenia, nie zaś precyzyjny stopień tej przepuszczalności w skali geotechnicznej. Grunty gliniaste i ilaste, z punktu widzenia geotechniki klasyfikowane jako „słabo” lub „bardzo słabo przepuszczalne”, w klasyfikacji DIN 18533 trafiają jednoznacznie do kategorii gruntu nieprzepuszczalnego, co wprost implikuje ryzyko spiętrzenia się wody infiltracyjnej (o ile nie przewidziano drenażu).

KLASY OBCIĄŻENIA WODĄ (W-E)

Norma DIN 18533 określa wymagania dotyczące hydroizolacji w przypadku sześciu rodzajów oddziaływania wody [3]:

- » wilgotności gruntu,
- » wody bez ciśnienia (niespiętrzającej się wody infiltracyjnej),
- » wody napierającej z zewnątrz (spiętrzonej, gruntowej, powodziowej),
- » nienapierającej wody powierzchniowej i infiltracyjnej na stropach zagłębionych w gruncie,
- » wody rozbryzgowej w strefie cokołowej,
- » wody podciąganej kapilarnie.

Każdemu z tych oddziaływań przypisano klasę oddziaływania wody od zewnątrz (W-E), której przypisanie zależy z jednej strony od głębokości posadowienia względem zwierciadła wód gruntowych (ZWG), przepuszczalności gruntu z drugiej, a w jednym z przypadków również obecności funkcjonalnego drenażu.

Podkreślenia wymaga fakt, że aktualna edycja normy DIN 18533-1:2026-06 [3] rozbudowała metodologię przypisania klasy W-E do warunków gruntowo-wodnych znacznie bardziej szczegółowo, niż wynika to z przedstawionego powyżej uproszczonego podziału wg progu $k = 10^{-4}$ m/s. Norma odwołuje się obecnie do odrębnego dokumentu, DIN 4095-1:2026-06 [18], i różnicuje przypisanie klasy w zależności od jednorodności profilu gruntowego, obecności bocznego dopływu wody oraz położenia względem obliczeniowego poziomu wód gruntowych. Projektant sporządzający dokumentację dla obiektu o skomplikowanych warunkach gruntowo-wodnych nie powinien zatem opierać się wyłącznie na opisanym powyżej

uproszczonym kryterium, lecz sięgnąć bezpośrednio do aktualnej edycji obu norm. Kryterium to, choć pozostaje słuszne jako model poglądowy, nie wyczerpuje jednak wymaganej w pewnych sytuacjach precyzji formalnej.

ROLA DRENAŻU W KLASYFIKACJI

Warto podkreślić, że klasy W1.1-E i W1.2-E, mimo odmiennej przepuszczalności gruntu, prowadzą do tego samego wymaganego typu uszczelnienia, izolacji przeciwwilgociowej. Warunkiem tej „równoważności” jest jednak skuteczne odwadnianie budynków za pomocą drenażu opaskowego w przypadku gruntu nieprzepuszczalnego [19]. Drenaż nie jest zatem elementem opcjonalnym ani dodatkowym zabezpieczeniem – jest częścią składową samej klasyfikacji W1.2-E. Jeśli drenaż nie zostanie wykonany lub nie zostanie utrzymany w sprawności eksploatacyjnej (straci swoją drożność) w trakcie eksploatacji budynku, faktyczna klasa obciążenia przesunie się w kierunku W2.1-E, a zastosowana wcześniej izolacja przeciwwilgociowa przestaje być adekwatna do rzeczywistych warunków, mimo że w dokumentacji projektowej formalnie odpowiadała klasyfikacji W1.2-E. Ten mechanizm (degradacja klasyfikacji w czasie na skutek zaniedbania drenażu) jest jednym z pomijanych aspektów analizy przyczyn zawilgocenia budynków starszych niż kilkanaście lat.

Podkreślenia wymaga zatem, że praktyczne znaczenie klasyfikacji obciążenia wodą w gruncie wykracza poza jednorazową decyzję na etapie projektowania. Różnica między klasą W1.2-E a W2.1-E to różnica między izolacją przeciwwilgociową a wodochronną, a więc różnica w koszcie, technologii wykonania oraz tolerancji na błąd wykonawczy. Przyjęcie dla gruntów klasyfikowanych jako nieprzepuszczalne klasy W1-E w miejsce W2.1-E, bez zapewnienia sprawnego funkcjonowania drenażu, może być bezpośrednią przyczyną awarii izolacji w wyniku nieprzewidzianego spiętrzenia się i naporu wody pochodzącej z opadów atmosferycznych.

ROLA BADAŃ GEOTECHNICZNYCH NA ETAPIE PRZEDPROJEKTOWYM

Zestawienie treści TABEL 1–2 prowadzi do konkluzji, że poprawne ustalenie klasy obciążenia wodą praktycznie w całości zależy od jakości danych wejściowych: rodzaju gruntu, wartości współczynnika k oraz poziomu zwierciadła wód gruntowych. Żadnej z tych wartości



Klasa	Rozwarcie rysy/zmiana szerokości	Typowe podłoże
R1-E (niska)	$\leq 0,2 \text{ mm}$	żelbet bez wymuszonych naprężeń rozciągających i zginających; mury w strefie cokołowej; podłoża pod izolacje poziome
R2-E (umiarkowana)	$\leq 0,5 \text{ mm}$	zamknięte spoiny elementów prefabrykowanych; beton niezbrojony; żelbet z wymuszonym naprężeniem rozciągającym lub zginającym; mury obciążone parciem gruntu; spoiny na stykach materiałów
R3-E (wysoka)	$\leq 1,0 \text{ mm}$, przesunięcie wzajemne $\leq 0,5 \text{ mm}$	spoiny podparcia hydroizolacji (element, na który nakłada się uszczelnienie wykonywane przed elementem konstrukcyjnym, który ma być chroniony); spoiny w miejscu oparcia ścian obciążonych parciem gruntu
R4-E (bardzo wysoka)	$\leq 5,0 \text{ mm}$, przesunięcie wzajemne $\leq 2,0 \text{ mm}$	oddziaływania środowiskowe: drgania, trzęsienia ziemi

TABELA 3 Klasyfikacja rys wg DIN 18533-1:2026-06 [3]

nie da się przyjąć w sposób orientacyjny bez ryzyka błędnej klasyfikacji, a błąd na tym etapie (jak wykazano powyżej) przekłada się bezpośrednio na dobór niewłaściwego typu uszczelnienia.

Kluczowe znaczenie ma prawidłowe określenie poziomu wody gruntowej (opcjonalnie również wody powodziowej), rodzaju gruntu, jak również ukształtowania terenu w miejscu planowanej lokalizacji budynku [20]. Współczynnik wodoprzepuszczalności k wyznacza się laboratoryjnie na próbkach gruntu nienaruszonego, zgodnie z procedurą opisaną w normie PN-EN ISO 17892-11 [17], choć najczęściej (ze względu na koszt badań) szacuje się na podstawie klasyfikacji granulometrycznej gruntu, korzystając z tabel zawartych w literaturze geotechnicznej [16]. To drugie podejście niesie jednak za sobą ryzyko, o którym warto pamiętać: oszacowanie na podstawie samej nazwy gruntu (np. piasek) bez badania laboratoryjnego może nie uchwycić lokalnej zmienności uziarnienia, prowadząc do przypisania współczynnika wodoprzepuszczalności bliższego dolnej lub górnej granicy przedziału klasyfikacyjnego, niż wynika to z rzeczywistych właściwości gruntu w danej lokalizacji.

Równie istotne jest określenie poziomu zwierciadła wody gruntowej (ZWG) nie jako wartości jednorazowej, lecz sezonowo zmiennej. Badanie geotechniczne wykonane w okresie suszy nie ujawni bowiem poziomu wód gruntowych właściwego dla okresu roztopów wiosennych czy długotrwałych opadów jesiennych [21]. Pominięcie tej zmienności sezonowej jest bliźniaczym błędem wobec opisanego dalej ignorowania wody infiltracyjnej – w obu przypadkach klasyfikacja opiera się na obserwacji chwilowej, niereprezentatywnej dla warunków ekstremalnych, w których hydroizolacja rzeczywiście jest poddawana próbie. Zasadę tę potwierdzają również zapisy normy [3]. Przy braku danych geotechnicznych lub obiektowych nakazuje ona przyjąć poziom wody obliczeniowej na wysokości terenu lub najwyższej wody, a więc nie wariant orientacyjny, lecz najbardziej niekorzystny. Innymi słowy, tam gdzie brakuje wiedzy, norma każe zakładać scenariusz gorszy.

KLASY ZARYSOWANIA KONSTRUKCJI (R-E)

Klasyfikacja obciążenia wodą określa, przed czym izolacja ma chronić. Nie określa jednak, czy izolacja przetrwa ruchy podłoża (konstrukcji nośnej), na którym została wykonana. Aby uwzględnić ten aspekt normy DIN 18533-1 wprowadza w tym celu odrębną, komplementarną klasyfikację odporności na zarysowania podłoża (R-E) [3].

Pęknięcia podłoża mają trzy podstawowe przyczyny (które jednak bardzo rzadko występują samodzielnie): skurcz betonu, naprężenia termiczne oraz osiadanie konstrukcji. Skurcz hydratacyjny betonu generuje naprężenia rozciągające, szczególnie widoczne w elementach o dużej powierzchni i ograniczonej możliwości swobodnego

odkształcenia. Ruchy termiczne konstrukcji nakładają się na skurcz hydratacyjny, potęgując naprężenia w miejscach o zmiennej sztywności. Naturalne osiadanie bryły budynku dodaje trzeci komponent naprężeń – komponent o charakterze długoterminowym, trudnym do pełnego wyeliminowania nawet przy prawidłowo zaprojektowanym fundamencie.

Aktualna edycja normy wyróżnia cztery klasy rys (R1-E do R4-E), z których każda odpowiada rosnącej dopuszczalnej szerokości rysy oraz (przy wyższych klasach) wzajemnemu przemieszczeniu jej krawędzi (TABELA 3) [3].

Najwyższa klasa zarysowania podłoża pod hydroizolację (R4-E) została opracowana z myślą o drganiach i trzęsieniach ziemi, tj. zjawiskach relatywnie rzadkich w warunkach polskich. Znajduje ona jednak naturalne zastosowanie praktycznie na terenach eksploatacji górniczej, gdzie mechanika oddziaływania na podłoże budowlane jest analogiczna (choć norma tego zastosowania wprost nie wymienia). Deformacje ciągłe terenu górniczego (przechyłki, krzywizny i odkształcenia poziome) generują w podłożu rysy o rozwarcie i wzajemnym przesunięciu porównywalnym z progami klasy R4-E, podobnie jak deformacje nieciągłe (wstrząsy parasejsmiczne, tąpnięcia) właściwe dla terenów Górnego Śląska czy Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Klasyfikacja obiektu na terenie górniczym jako R4-E wydaje się uzasadnionym rozszerzeniem interpretacyjnym, zgodnym z założeniem klasyfikacji: identyfikacją najbardziej wymagającego scenariusza deformacyjnego, dla którego dobiera się materiał o najwyższej certyfikowanej elastyczności.

WSPÓLNE ZASTOSOWANIE KLASYFIKACJI W-E ORAZ R-E

Integracja obu klasyfikacji narzuca projektantowi podejście dwuwymiarowe. Nie wystarczy bowiem określić klasy oddziaływania wody bez jednoczesnej oceny zachowania się konstrukcji przy występujących obciążeniach mechanicznych. Praktyczna trudność polega na tym, że obie klasyfikacje bywają przypisywane przez różnych uczestników procesu projektowego. Klasę W-E określa zwykle osoba projektująca hydroizolację przyziemia na podstawie opinii geotechnicznej, natomiast klasę R-E determinuje konstruktor na podstawie obliczeń oraz przewidywanego zarysowania elementu. Brak koordynacji między tymi dwiema decyzjami prowadzi do sytuacji, w której poprawnie dobrany pod względem klasy obciążenia wodą materiał okazuje się niewystarczająco elastyczny wobec faktycznej klasy zarysowania konstrukcji, na której został ułożony. Ryzyko to jest szczególnie wysokie na terenach górniczych, gdzie klasa rys może być niedoszacowana przy braku świadomości opisanej powyżej analogii.

Zastosowanie sztywnych materiałów mineralnych w miejscach kwalifikujących się do wyższych klas zarysowania konstrukcji będzie »





FOT. Woda stojąca w odkrywcę przy ścianie, na której zaprojektowano i wykonano izolację przeciwwilgociową, jednoznacznie wskazuje na popełnione błędy – z drugiej strony brak wody nie stanowiłby potwierdzenia, że błędów nie popełniono; fot.: autor

błędem, niezależnie od poprawnie określonej klasy obciążenia wodą. Materiał niemożliwy rys pęknie razem z podłożem, tworząc nieszczelność tam, gdzie klasyfikacja obciążenia wodą sugerowała wystarczające zabezpieczenie.

STUDIUM BŁĘDU: WOLNA WODA GRUNTOWA KONTRA SPIĘTRZAJĄCA SIĘ WODA INFILTRACYJNA

W praktyce niepokojąco często powtarza się schemat błędu na tyle regularny, że może zasługiwać na miano klasycznego. Projektant (czasem wykonawca), podejmujący decyzję o wyborze materiału uszczelniającego bez odrębnego projektu hydroizolacji, koncentruje uwagę na poziomie wolnej wody gruntowej (ZWG), traktując go jako jedyne kryterium doboru klasy obciążenia. Pomija przy tym wodę infiltracyjną, która w gruncie nieprzepuszczalnym nie odpływa swobodnie, lecz spiętrza się ponad płaszczyznę fundamentu w okresach intensywnych opadów, tworząc lokalne, czasowe, ale w pełni realne ciśnienie hydrostatyczne.

Konsekwencją tego uproszczenia jest zaprojektowanie i wykonanie izolacji przeciwwilgociowej (odpowiedniej dla klasy W1.2-E) w warunkach faktycznie wymagających izolacji wodochronnej (tj. odpowiadających klasie W2.1-E lub wyższej). Izolacja przeciwwilgociowa nie jest projektowana na przenoszenie ciśnienia hydrostatycznego – jej specyfika zakłada kontakt jedynie z wilgocią gruntową, nie zaś z wodą pod ciśnieniem. Gdy zatem po opadach dochodzi do spiętrzenia wody wokół budynku posadowionego na gruntach nieprzepuszczalnych, nieposiadającego przy tym sprawnego drenażu, woda przenika przez izolację nieprzystosowaną do takiego obciążenia (**FOT.**). Nie dlatego, że materiał jest wadliwy, lecz dlatego, że dobrano go do błędnie określonej klasy.

Skutki tego błędu (o ile warunki hydrologiczne nie są stosunkowo niekorzystne) rzadko są natychmiastowe. W pierwszym sezonie po oddaniu budynku do użytku izolacja przeciwwilgociowa może wykazywać pozorną skuteczność. Spiętrzenie wody infiltracyjnej wymaga bowiem odpowiednio intensywnych i długotrwałych opadów, by osiągnąć ciśnienie zdolne pokonać barierę. Dopiero po kilku sezonach dochodzi do pierwszych, zwykle punktowych,

objawów zawilgocenia. W tym momencie mechanizm ujawnia dodatkowy, niedoceniany aspekt: przewlekłe, niewielkie zawilgocenie konstrukcji budynku (nawet jeśli nie prowadzi do widocznego zalania) stwarza warunki wilgotnościowe sprzyjające rozwojowi grzybów pleśniowych na powierzchniach wykończeniowych, szczególnie przy jednoczesnym ograniczeniu wentylacji pomieszczenia. Diagnoza takiego przypadku bywa myląca, jeśli koncentruje się wyłącznie na objawie biologicznym, pomijając jego źródło w błędnej klasyfikacji hydroizolacyjnej sprzed lat.

Rozpoznanie opisanego mechanizmu ma bezpośrednie znaczenie praktyczne przy opiniowaniu przyczyn zawilgocenia części podziemnych. Pytanie, które należy zadać w pierwszej kolejności, nie brzmi „czy zastosowano właściwy materiał”, lecz „czy klasyfikacja obciążenia wodą uwzględniła zachowanie wody infiltracyjnej w warunkach gruntu, na którym posadowiono budynek”. Weryfikacja tej hipotezy wymaga zestawienia trzech źródeł informacji: dokumentacji geotechnicznej (rodzaj gruntu, współczynnik filtracji, poziom zwierciadła wody gruntuwej w momencie wykonywania badań), dokumentacji projektowej (przypisana klasa obciążenia wodą) oraz danych meteorologicznych z okresu poprzedzającego ujawnienie się zawilgocenia. Korelacja między okresami intensywnych opadów a nasileniem objawów zawilgocenia jest jednym z mocniejszych argumentów przemawiających za hipotezą błędnej klasyfikacji, w odróżnieniu od stałego, niezależnego od pogody zawilgocenia, wskazującego raczej na stałe działanie wody gruntowej lub brak funkcjonalnej hydroizolacji.

HYDROIZOLACJA WTÓRNA – KLASYFIKACJA ODWRÓCONA

W przypadku budynków istniejących klasyfikacja obciążenia wodą oraz zarysowania konstrukcji traci częściowo swój pierwotny, projektowy charakter. Punktem wyjścia nie jest już przewidywane obciążenie z fazy projektowej, lecz stan faktyczny (zwykle już zdegradowanej) bariery hydroizolacyjnej wykonanej przy zastosowaniu technologii niewystarczającej w świetle obecnych standardów. W obiektach o wieku sięgającym kilku dekad spotyka się papę na osnowie tekturowej, klejoną lepikiem asfaltowym na gorąco, rozwiązanie, którego trwałość w świetle dzisiejszej wiedzy technicznej jest znikoma [22].

Dobór technologii wykonania hydroizolacji wtórnej uwzględni specyfikę pracy na obiekcie już istniejącym, tj. przede wszystkim ograniczony dostęp do ściany fundamentowej od strony gruntu, konieczność etapowania robót oraz częstą niemożność pełnej weryfikacji stanu izolacji pierwotnej przed przystąpieniem do prac naprawczych [23].

Dobór technologii naprawczej wymaga oceny nie tylko stanu izolacji pierwotnej, lecz również trzech dodatkowych czynników (z reguły niewystępujących na etapie projektowania budynków nowo wznoszonych):

- » dostępu do powierzchni przeznaczonej do uszczelnienia, ograniczonego często przez sąsiedztwo innych budynków, infrastrukturę podziemną lub zagospodarowanie terenu,
- » ryzyka naruszenia w trakcie prac odkrywkowych konstrukcji sąsiadujących,
- » realnych możliwości wykonawczych – pełne odkopanie fundamentu bywa ekonomicznie lub logistycznie niewykonalne, co skłania



do rozważenia alternatywnych metod (niewymagających odkopania przegród zagłębionych w gruncie), takich jak uszczelnienie od wewnątrz [24] czy iniekcje strukturalne lub kurtynowe [25].

Klasyfikacja obciążenia wodą pozostaje punktem odniesienia. Pozwala określić, jaki typ uszczelnienia wtórnego jest właściwy dla stwierdzonych warunków gruntowo-wodnych, ale jej zastosowanie jest wtórne wobec diagnozy stanu istniejącego, nie pierwotne wobec projektu.

PODSUMOWANIE

Klasyfikacja obciążenia wodą (W-E) oraz klasyfikacja rys (R-E), wprowadzone przez normę DIN 18533-1 [3], nie są tylko formalnością poprzedzającą właściwy dobór materiału. One determinują ten wybór, wyrażony w języku parametrów granicznych, wśród których kluczową rolę odgrywa współczynnik wodoprzepuszczalności gruntu k . Poprawność tej klasyfikacji zależy w całości od jakości badań geotechnicznych poprzedzających projekt, laboratoryjnego (w miarę możliwości) ustalenia współczynnika k , jak również uwzględnienia sezonowej zmienności poziomu wód gruntowych.

Jednym z najczęściej popełnianych błędów nie jest wybór niewłaściwego materiału hydroizolacyjnego, lecz błędne określenie klasy obciążenia wodą, poprzedzające ten wybór. W szczególności dotyczy to pomijania spiętrzającej się wody infiltracyjnej na rzecz obserwacji ograniczonej do poziomu wolnej wody gruntowej. Koszt naprawy takiego błędu (obejmujący zwykle odkopanie fundamentu i wykonanie izolacji wtórnej) wielokrotnie przewyższa koszt różnicy między wykonaniem na etapie wznoszenia budynku izolacji wodochronnej zamiast przeciwwilgociowej. Prawidłowe, udokumentowane określenie klasy obciążenia wodą oraz klasy zarysowania podłoża, oparte na rzetelnym rozpoznaniu geotechnicznym, stanowi pierwszy a zarazem najważniejszy krok decyzyjny w projektowaniu hydroizolacji przyziemia budynków.

LITERATURA

1. B. Monczyński, „Skuteczność wtórnych hydroizolacji poziomych wykonywanych metodą iniekcji chemicznej w murach ceglanych”, Grupa MEDIUM, Warszawa 2023.
2. B. Monczyński, „Grzyby pleśniowe w budynkach (cz. 1). Biologia i warunki wzrostu”, „IZOLACJE” 5/2026, s. 106–112.
3. DIN 18533-1:2026-06, „Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze”.
4. DIN 18195, „Bauwerksabdichtungen – Teil 1 bis Teil 10”.
5. M. Jackiewicz, „Hydroizolacja elementów budowli stykających się z gruntem. Norma DIN 18533 – nowe ujęcie tematu hydroizolacji”, „IZOLACJE” 11/12/2017, s. 68–73.
6. DIN 18533-2:2026-06, „Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 2: Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen”.
7. DIN 18533-3:2026-06, „Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 3: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen”.
8. B. Monczyński, „Materiały stosowane do wtórnej hydroizolacji budynków – hybrydowe masy uszczelniające”, „IZOLACJE” 10/2022, s. 130–135.
9. Deutsche Bauchemie e.V., „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit flexiblen polymermodifizierten Dickbeschichtungen (FPD)”, Frankfurt am Main 2020.
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r., nr 75, poz. 690, z późn. zm.).
11. B. Francke, „Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych. Część C: Zabezpieczenia i Izolacje. Zeszyt 5: Izolacje wodochronne tarasów”, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2025.
12. Deutsche Bauchemie e.V., „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit mineralischen Dichtungsschlämmen (MDS)”, Frankfurt am Main 2020.
13. Deutsche Bauchemie e.V., „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (PMBC)”, Frankfurt am Main 2018.
14. E. Cziesselski, „Lufsky Bauwerksabdichtung“, Teubner, Wiesbaden 2006.
15. DIN 18130-1, „Baugrund – Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Laborversuche”.
16. Z. Witun, „Zarys geotechniki”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2000.
17. PN-EN ISO 17892-11:2019-05, „Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 11: Badania filtracji”.
18. DIN 4095-1:2026-06, „Baugrund – Einwirkungen auf erdberührte Bauteile durch Wasser im Baugrund und Dränung zum Schutz der Bauteile – Teil 1: Begriffe und Wassereinwirkungen”.
19. B. Monczyński, „Odwadnianie budynków za pomocą drenażu opaskowego”, „IZOLACJE” 3/2023, s. 144–149.
20. B. Ksit, B. Monczyński, „Zabezpieczenie elementów budynku znajdujących się w gruncie. Izolacje przeciwwodne i przeciwwilgociowe”, Wydawnictwo Verlag Dashofer, Warszawa 2011.
21. B. Monczyński, „Co leży u podstaw niezawodności hydroizolacji budynków?”, „IZOLACJE” 5/2023, s. 22–27.
22. B. Monczyński, „Hydroizolacja przyziemnych części nowo wznoszonych budynków”, „Inżynier Budownictwa” 6/2012, s. 44–49.
23. B. Monczyński, „Wtórna hydroizolacja budynków wg znowelizowanych wytycznych WTA – cz. 1. Podstawy”, „IZOLACJE” 6/2025, s. 108–115.
24. B. Monczyński, „Wtórna hydroizolacja budynków wg znowelizowanych wytycznych WTA – cz. 3. Hydroizolacje wykonywane od wewnątrz”, „IZOLACJE” 9/2025, s. 68–76.
25. B. Monczyński, „Iniekcje uszczelniające – kurtynowa oraz strukturalna”, „Buduj z Głową” 3/2023, s. 101–107.

BARTŁOMIEJ MONCZYŃSKI rzeczoznawca budowlany, mykologiczny i kosztorysowy oraz biegły sądowy. Inżynier budownictwa, absolwent dwóch politechnik: łódzkiej (studia magisterskie) oraz poznańskiej (doktorat). Od 2005 r. jest związany z branżą chemii budowlanej. Od samego początku działalności w tej dziedzinie budownictwa jego zainteresowania koncentrują się wokół zagadnień

dotyczących zabezpieczania budynków przed wodą, ze szczególnym uwzględnieniem renowacji budynków zawilgoconych, w tym zabytków architektury. Jest autorem i współautorem ponad stu publikacji technicznych i naukowo-technicznych na temat hydroizolacji w budownictwie, diagnostyki oraz renowacji zawilgoconych budynków, a także budownictwa ekologicznego.



Renowacja budynku a naprawa tarasów i balkonów

► Układy drenażowe w pracach renowacyjnych balkonów – dylatacja brzegowa i próg drzwiowy

Building renovation and terrace and balcony repairs.

Drainage systems in balcony renovation work – edge expansion joint and door threshold

ABSTRAKT

W artykule omówiono różne warianty układów drenażowych w pracach renowacyjnych balkonów. Szczególną uwagę zwrócono na szczegóły wykonania dylatacji brzegowej i progu drzwiowego, w tym przejścia bezbarierowego.

Słowa kluczowe: renowacja budynku, prace renowacyjne, naprawa tarasu, naprawa balkonu, dylatacja brzegowa, woda opadowa, odprowadzenie wody, próg drzwiowy

This article discusses various drainage options for balcony renovations. Particular attention is paid to the details of the edge expansion joint and door threshold, including the barrier-free access.

Keywords: building renovation, renovation works, terrace repair, balcony repair, edge expansion joint, rainwater, water drainage, door threshold

Artykuł jest kontynuacją tekstu opublikowanego w numerze 2/2026, a w tej części skupimy się na dylatacji brzegowej i progu drzwiowym.

Dylatacja brzegowa teoretycznie powinna być łatwa do wykonania, jednak nie jest. Problem polega na tym, że powłoki wodochronne połaci (**RYS. 1–5** w części 5¹) muszą być odpowiednio wywinięte na poszczególne warstwy ściany. W praktyce wykonanie wygląda w sposób pokazany na **FOT. 1–5**. Zdarza się, że projekt pokazuje ten detal w sposób pokazany na **RYS. 1**. Oba warianty są błędne. Jak zatem wykonać ten detal? Znowu mamy dwa zagadnienia: termika oraz szczelność dla wody. Ścianę w miejscu wykonania tarasu w sposób pokazany na **FOT. 1–2** zobrazowano na **FOT. 6–7**. Jak widać, problem może być poważny.

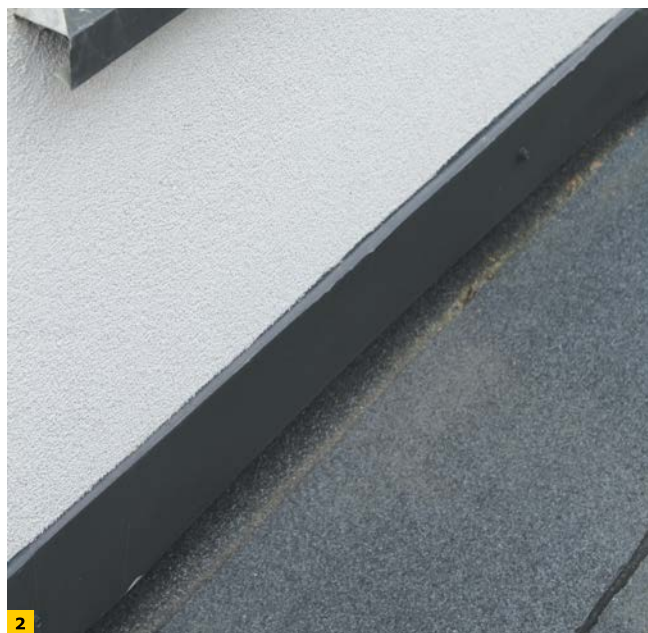
Przeanalizujmy wariant styku połaci balkonu (lub tarasu) z ociepleniem z obu stron ze ścianą ocieploną w systemie ETICS. Mamy tu w rzeczywistości dwa osobne detale: bezpośrednie wywinięcie powłok hydroizolacyjnych i termoizolacji na ścianę oraz zamocowanie górnej krawędzi materiałów rolowych do części konstrukcyjnej ściany oraz do termoizolacji.

Paroizolacja wykonywana jest najczęściej z materiałów rolowych (folia/membrana, papa samoprzylepna, membrana bitumiczna), rzadziej z bezspoinowych (masa KMB) i musi być wywinięta na konstrukcyjną część ściany (pod warstwę termoizolacyjną) w taki sposób, aby była szczelnie połączona z izolacją główną. Gdy pełni funkcję izolacji głównej (międzywarstwowej), musi być wywinięta na ścianę, przynajmniej do poziomu 15–20 cm powyżej posadzki (często jest to górna krawędź cokoła).

Aplikacja samego materiału jest relatywnie prosta. Membranę samoprzylepną należy rozwinąć i ułożyć na płaskiej, twardej powierzchni. Po rozprostowaniu się materiału docina się go dożądanego kształtu, wycina kształtki do uszczelnienia naroży i krawędzi i ponownie roluje. Materiał należy ciąć ostrym narzędziem (np. nożem) tak, aby nie uszkodzić krawędzi. Podłoże (płytę konstrukcyjną lub warstwę spadkową) trzeba zagruntować zalecanym przez producenta gruntownikiem (roztwór asfaltowy) i odczekać aż wyschnie. Następnie w narożniku układa się klin z materiału termoizolacyjnego. Z początku pasa membrany samoprzylepnej należy ostrożnie odebrać papier ochronny (zalecane jest jego zrolowanie) i starannie przykleić odsłonięty pas membrany do warstwy spadkowej tak, aby nie powstały pęcherze (dociskać za pomocą szmat, szczotek, wałków itp. narzędzi od osi pasa membrany ku krawędziom). Dalsze części pasa membrany przykleja się w analogiczny sposób. Na koniec całą powierzchnię jeszcze raz trzeba docisnąć do podłoża. Pasy membrany łączy się na zakładki szerokości minimum 10 cm, wykonywane zgodnie z kierunkiem spływu wody. Ewentualną drugą warstwę przykleja się w analogiczny sposób, z przesunięciem zakładów o połowę szerokości pasa membrany.

W taki sam sposób przygotowuje się podłoże przy stosowaniu papy termozgrzewalnej (gruntowanie, klin w narożniku). Papę należy rozwinąć, ułożyć na twardej powierzchni, a po rozprostowaniu się jej dociąć do żądanych wymiarów, wyciąć kształtki do uszczelnienia naroży i krawędzi i ponownie zrolować. Przy cięciu papy (np. ostrym nożem) należy uważać, aby nie uszkodzić jej krawędzi. Papę termozgrzewalną zgrzewa się z podłożem za pomocą palnika, a płomień powinien podgrzewać zarówno podłoże, jak i papę. Ogrzany fragment trzeba natychmiast docisnąć do podłoża wałkiem szerokości pasa papy, natomiast płomień palnika powinien być ciągle przemieszczany, aby uniknąć zniszczenia papy. Pasy papy łączy się na zakładki szerokości minimum 10 cm,

¹ „Renowacja budynku a naprawa tarasów i balkonów (cz. 5). Układy drenażowe w pracach renowacyjnych balkonów”, „IZOLACJE” 2/2026 s. 48–54.



FOT. 1–5 Często spotykany sposób wykonania i „uszczelnienia” dylatacji brzegowej układów z płytami/deskami na podstawkach dystansowych/wspornikach; fot.: autor

wykonywane zgodnie z kierunkiem spływu wody. Ewentualną drugą warstwę układa się w analogiczny sposób, z przesunięciem zakładów o połowę szerokości pasa papy.

Niekiedy pojawia się pytanie, czy papę stosowaną na warstwę paroizolacyjną można układać na sucho. Jak najbardziej, konieczne jest jednak zgrzanie lub sklejenie zakładów. Taka papa nie powinna być układana „na zakład”, a absolutnie niedopuszczalne jest jej układanie „na styk”. Jeżeli jednak warstwa ta ma być jednocześnie hydroizolacją, należy wykonać ją z papy zgrzanej lub przyklejonej do podłoża.

Jakie mogą się tu pojawić problemy? Po pierwsze wygięcie papy pod kątem 90°. Pojawiają się od czasu do czasu opinie, że dopuszczalne jest takie wygięcie papy (zwykle jest to opinia wykonawcy, gdy broni się przed zarzutem błędnego wykonania tego detalu). Odpowiedź nie jest taka oczywista. Papa paroizolacyjna nie musi być na elastycznej osnowie, w tym miejscu nie ma oddziaływań

termicznych wymuszających stosowanie pap na osnowie elastycznej (poliesterowej, mieszanej z przewagą poliestru). Mało tego, papa na welonie szklanym nie powinna być wywijana na inne płaszczyzny.

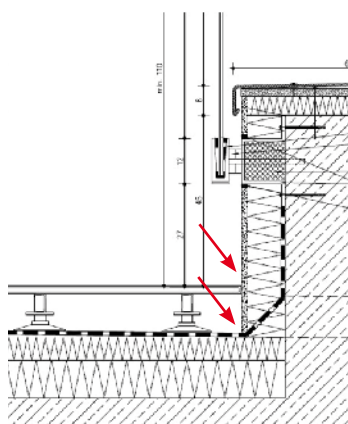
Także papy/membrany paroizolacyjne z wkładką aluminiową bywają dość sztywne – nie zawsze można je wywijać na pionowe krawędzie (dla konkretnie zastosowanej papy należy sprawdzić zalecenia producenta).

Drugi problem to brak możliwości zgrzania papy termozgrzewalnej do podłoża. Taka sytuacja może wystąpić np. w obszarze stolarki okiennej.

W takiej sytuacji wykonawcy często radzą sobie w następujący sposób. Jeżeli wywiniecie na pionową krawędź nie jest możliwe, papę paroizolacyjną należy dosunąć do samej ściany, w narożniku ułożyć klin z materiału termoizolacyjnego i wykonać „nakładkę” z samoprzylepnej membrany bitumicznej (RYS. 2).

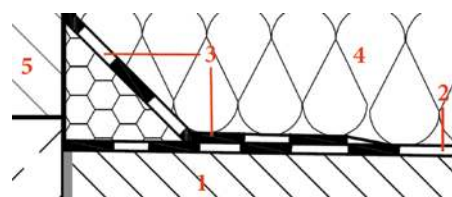


FOT. 6–7 Ściana w miejscu wykonania tarasu w sposób pokazany na FOT. 1–2; widok od wewnątrz; fot.: autor



RYS. 1 Błędny sposób wykonania dylatacji brzegowej, brak hydroizolacji w miejscu zaznaczonym strzałką; rys.: autor

Nieco inaczej wygląda sytuacja, gdy stosuje się membrany samoprzylepne, a inaczej w przypadku pap samoprzylepnych na osnowie z folii HDPE (folia + warstwa bitumu). Ze względu na warstwę folii taka membrana może być wywijana pod kątem prostym na przyległe ściany. W przypadku każdej innej papy/membrany, z punktu widzenia trwałości eksploatacyjnej,



RYS. 2 Uszczelnienie dylatacji brzegowej nakładką z membrany samoprzylepnej; rys.: autor

1 – płyta balkonu/warstwa spadkowa, 2 – papa paroizolacyjna, 3 – nakładka z samoprzylepnej membrany samoprzylepnej, 4 – termoizolacja połaci, 5 – ściana

w narożnikach należy zawsze stosować kliny lub wariant z nakładką.

Folie paroizolacyjne mogą być wywijane na ścianę pod kątem prostym, tu problemu nie ma. Mogą być klejone do podłoża lub układane na sucho (w tym ostatnim przypadku krawędzie należy zgrzać/skleić/zwulkanizować).

Do wykonania izolacji głównej na termoizolacji stosuje się najczęściej samoprzylepne membrany bitumiczne lub papy termozgrzewalne. O ile zamocowanie samoprzylepnej membrany do EPS-u czy XPS-u nie jest problemem, to zgrzanie papy już tak. Wówczas należy pierwszą warstwę papy ułożyć na sucho i zgrzać



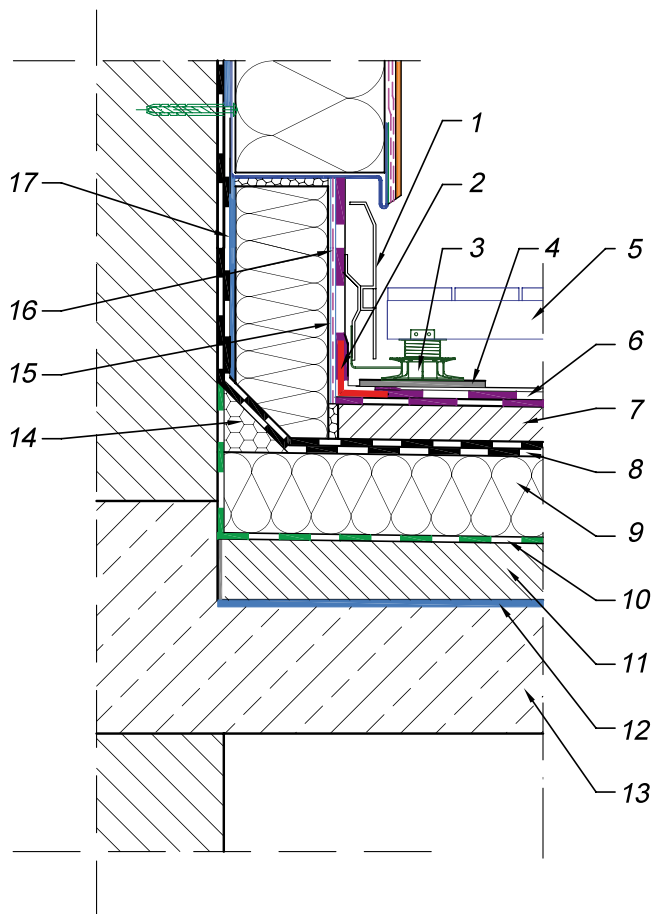
FOT. 8 Izolacja główna połaci (na termoizolacji) mocowana do części konstrukcyjnej ściany, pod termoizolacją ETICS; fot.: autor



FOT. 9 Termoizolacja cokolika ułożona po wykonaniu izolacji głównej; fot.: autor



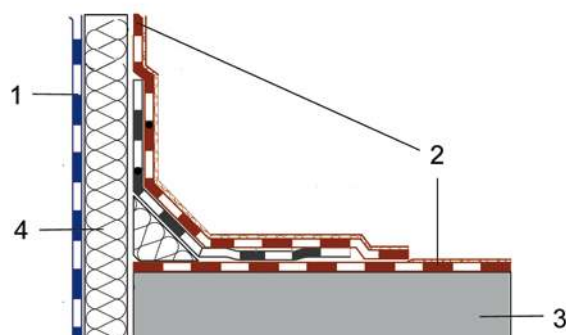
FOT. 10–11 Bezkrzytyczne przyklejenie membrany często skutkuje efektem pokazanym w.w zdjęciach; fot.: Renoplast



RYS. 3 Detal dylatacji brzegowej. Izolacja pod podstawkami dystansowymi z materiałów bezspoinowych; rys.: Atlas

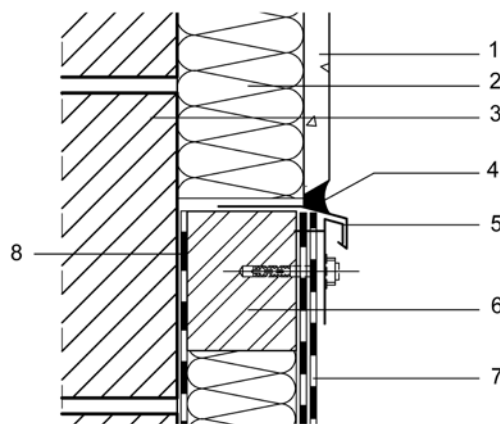
1 – listwa cokołowa, 2 – taśma uszczelniająca, 3 – podstawa dystansowa/wspornik, 4 – przekładka z geowłókniny (opcjonalnie), 5 – deski tarasowe na legarach, 6 – izolacja pod podstawkami dystansowymi (materiał bezspoinowy typu szlam/masa hybrydowa), 7 – jastrych dociskowy, 8 – izolacja główna (2 x papa polimerowo-bitumiczna), 9 – termoizolacja potaci, 10 – paroizolacja (folia paroizolacyjna), 11 – warstwa spadkowa, 12 – warstwa szczepna, 13 – płyta konstrukcyjna, 14 – klin, 15 – klej do warstwy zbrojącej, 16 – siatka zbrojąca, 17 – pianka poliuretanowa do przyklejenia termoizolacji cokołika

do siebie jedynie zakładają. Natomiast drugą warstwę papy należy zgrzać całościowo do pierwszej. Ta powłoka wodochronna musi być mocowana do konstrukcyjnej części ściany (FOT. 8). Materiały rolowe cechują się jednak tzw. pamięcią kształtu, dlatego dobrą praktyką jest zastosowanie listwy dociskowej. Na FOT. 9 pokazano termoizolację cokołika ułożoną po wykonaniu izolacji głównej. Tak



RYS. 4 Sposób wywinięcia izolacji z bitumicznych materiałów rolowych pod podstawkami dystansowymi na termoizolację cokołika; rys.: Nexler

1 – izolacja główna, 2 – izolacja pod podstawkami dystansowymi, 3 – jastrych dociskowy, 4 – termoizolacja cokołu



RYS. 5 Zasada mocowania górnej krawędzi izolacji z rolowych materiałów pod podstawkami dystansowymi; rys.: [5]

1 – tynk strukturalny na warstwie zbrojącej, 2 – termoizolacja, 3 – część konstrukcyjna ściany, 4 – elastyczna masa dylatacyjna lub uszczelniając dekarski, 5 – obróbki blacharskie, 6 – element montażowy (np. balik drewniany lub specjalny element termoizolacyjny), 7 – izolacja pod podstawkami dystansowymi, 8 – izolacja główna

wariant jest typowym układem dla powierzchniowego odprowadzenia wody – na izolacji głównej wykonuje się jastrych dociskowy, na termoizolacji cokołika warstwę zbrojącą, a izolacja podpłytkowa na powierzchni jastrychu wywija się na warstwę zbrojącą.

Układ drenażowy wymaga nieco innego podejścia. Założmy w pierwszym wariancie, że wykonywany jest jastrych dociskowy »

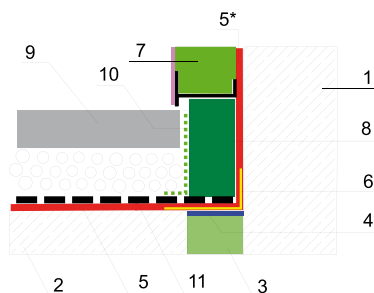
»



12

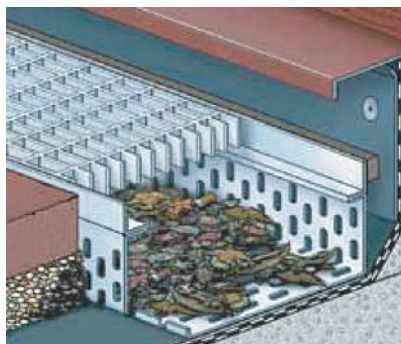
13

FOT. 12-13 Elementy pozwalające na mechaniczne mocowanie rolowych materiałów hydroizolacyjnych do termoizolacji; rys.: Dosteba



RYS. 7 Balkon na łączniku izotermicznym z drenażowym odprowadzeniem wody – schemat uszczelnienia dylatacji, gdy izolację wykonano z materiałów bezspoinowych – przykładowy detał przy ścianie – warstwa użytkowa z płyt betonowych/kamiennych ułożonych na płukanim kruszywie. Bezwzględnie wymagane jest wywinicie izolacji na ścianę (pod termoizolacją); rys.: autor

1 – ściana budynku, 2 – płyta konstrukcyjna, 3 – łącznik izotermiczny, 4 – warstwa zbrojąca na łączniku izotermicznym, 5 – izolacja pod podstawkami dystansowymi (izolację 5* wykonać do poziomu 10–15 cm powyżej listwy cokołowej), 6 – taśma uszczelniająca, 7 – ocieplenie ściany, 8 – ocieplenie cokołu – polistyren ekstrudowany (XPS), 9 – płyty betonowe/kamiennie, 10 – warstwa drenująca z płukanego, łamanego kruszywa, 11 – mata drenażowa



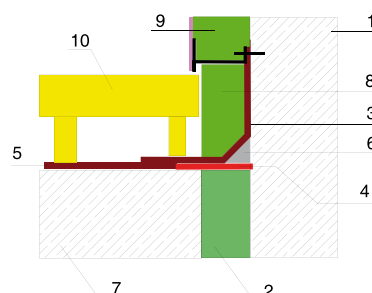
RYS. 9 Kratka odwodnieniowa musi być zabezpieczona przed liśćmi i innymi zanieczyszczeniami; rys.: Gutjahr

(na nim musi być izolacja pod podstawkami dystansowymi/wspornikami, wywijana na warstwę zbrojącą). Jeżeli izolacją pod wspornikami jest materiał bezspoinowy (szlam, masa hybrydowa), to sytuacja jest prosta – uszczelnieniem dylatacji jest taśma wklejona w powłokę hydroizolacyjną, a sam cokolik może być wykończony np. płytkami ceramicznymi, specjalną listwą (RYS. 3) lub zostawiony bez wykończenia.

Co w przypadku membran EPDM, PVC czy pap? Bezkrityczne przyklejenie membrany często skutkuje efektem pokazanym na FOT. 10-11. Także nieprawidłowe zamocowanie papy skutkuje

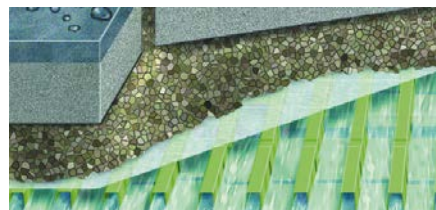


RYS. 6 Listwa cokołowa dedykowana materiałom rolowym; rys.: Renoplast



RYS. 8 Balkon na łączniku izotermicznym z drenażowym odprowadzeniem wody – schemat uszczelnienia dylatacji, gdy izolację wykonano z papy termozgrzewalnej – przykładowy detał przy ścianie – warstwa użytkowa z deski tarasowej. Bezwzględnie wymagane jest wywinicie izolacji na ścianę (pod termoizolacją); rys.: autor

1 – ściana budynku, 2 – łącznik izotermiczny, 3 – nakładka z samoprzylepnej membrany bitumicznej, 4 – warstwa zbrojąca na łączniku izotermicznym lub samoprzylepna taśma butylowa, 5 – izolacja pod podstawkami dystansowymi z papy termozgrzewalnej (izolację wykonać do poziomu 10–15 cm powyżej listwy cokołowej), 6 – klin, 7 – płyta połaci, 8 – ocieplenie cokołu – polistyren ekstrudowany (XPS), 9 – ocieplenie ściany, 10 – deska tarasowa na legarach

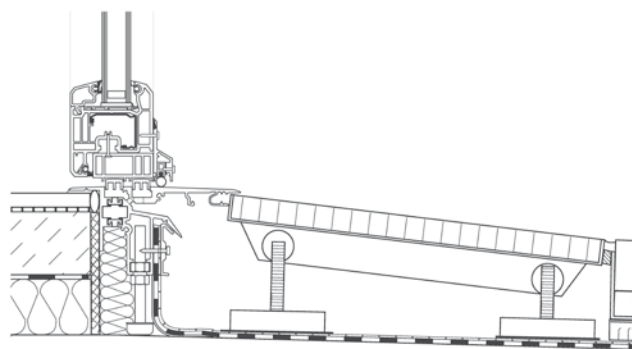
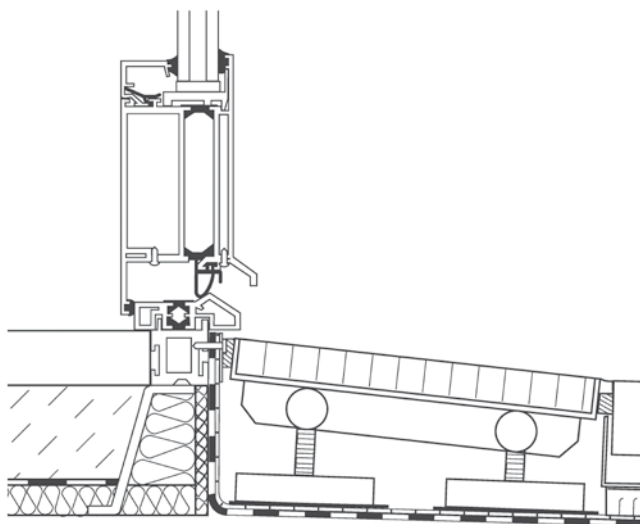


RYS. 10 Przy warstwie użytkowej z płyt na warstwie kruszywa woda opadowa musi być wprowadzana w warstwę drenażową za pomocą specjalnych kanałów; rys.: Gutjahr

późniejszymi zawilgoczeniami (problem pogłębia się, gdy izolacja główna nie jest zamocowana do części konstrukcyjnej ściany).

Mamy tu w rzeczywistości dwa niewralgiczne połączenia: styk ściana-potać oraz zamocowanie pionowej krawędzi izolacji na termoizolacji cokołu.

Zacznijmy od tego pierwszego detalu. Sposób wywinicia paroizolacji i izolacji głównej na termoizolacji będzie identyczny do pokazanego na RYS. 2-3, inaczej będzie jednak wyglądało wywinicie na termoizolację strefy cokołowej izolacji bezpośrednio pod podstawkami dystansowymi. Pokazano to na RYS. 4.



RYS. 11–12 Zasady mocowania hydroizolacji przy niskim progu i przejściu bezbarrierowym; rys.: Gutjahr

Charakterystyczna jest tu nakładka z papy/membrany stanowiąca izolację pionowej części cokołka i łącząca się z izolacją poziomą pod podstawkami dystansowymi. Nakładka ta mocowana jest mechanicznie do elementu (6) z RYS. 5. Teoretycznie mógłby to być balik drewniany, jednak wstawienie takiego elementu mogłoby spowodować powstanie nieakceptowanego mostka termicznego. Zamiast drewnianego krawędziaka można zastosować specjalne bloki montażowe przeznaczone do montażu bez mostków cieplnych w elewacji ocieplanej styropianem (EPS) i wełną skalną różnych elementów przenoszących obciążenia (FOT. 12–13). Takie elementy

ponadto nadają się jako podkładki izotermiczne do umiarkowanych obciążeń.

W przypadku stosowania membran z tworzywa sztucznego czy kauczuku nie jest wymagane wykonanie klinów, niezbędne jest jednak mechaniczne zamocowanie krawędzi do podłoża.

Ostatnią czynnością jest wykończenie cokołka. Zastosowanie materiałów rolowych wymaga w zasadzie zastosowania specjalnych listew cokołowych (RYS. 6). Zwykle stanowią one także mechaniczne zamocowanie i zabezpieczenie poziomej, wywiniętej na przegrodę izolacji pod podstawkami dystansowymi. Ich sposób »

PROMOCJA

DO ŚCIĄgniĘCIA

bezpłatny e-book

NOWE WYDANIE PORADNIKA

eb
ekspert**budowlany**.pl





FOT. 14 Balustrada pełna + niski próg/przeście bezbarierowe wymaga szczególnej uwagi; fot.: autor

mocowania dedykowany jest do podłoża mineralnego, szczelność na wodę spływającą po elewacji zapewnia specjalna uszczelka dociskowa. Nie wymagają one stosowania klinów, niedopuszczalne jest jednak pominięcie mechanicznego zamocowania krawędzi do podłoża.

Znacznie prościej można wykonać ten detal w przypadku płyty wspornikowej nieocieplanej lub mocowanej na łączniku izotermicznym (RYS. 7-8). Ze względu na specyfikę konstrukcji docieplenie strefy cokołowej musi być w tym przypadku wykonane z polistyrenu ekstrudowanego (XPS). Zasady wykonania robót będą identyczne do opisanych powyżej.

Co z progiem drzwiowym? Teoretycznie sposób wykonania i uszczelnienia progu powinien być łatwiejszy. Ale różnie z tym bywa. Naturalną chęcią jest wykonanie tzw. niskiego progu (różnica poziomów posadzka w pomieszczeniu – próg-posadzka balkonu do 5 cm) lub przejścia bezbarierowego (różnica poziomów do 2 cm). Jest to spowodowane tym, że w przypadku układów drenażowych wykonuje się tzw. ukryty próg – poziom hydroizolacji jest niższy niż poziom posadzki. Co się z tym wiąże? Kiedy jest to dopuszczalne i pod jakimi warunkami? Konieczne jest skuteczne i szybkie odprowadzanie wody opadowej bezpośrednio spod drzwi. Dlatego układ drenażowy i zastosowanie specjalnego korytka/kratki pozwalają na bezproblemowe odwodnienie progu bezbarierowego. Oczywiście pod warunkiem wcześniejszego zastosowania odpowiednich rozwiązań technicznych (znów wracamy do koncepcji uszczelnienia, grubości warstw i zapasu wysokości, przy zachowaniu absolutnej szczelności ze względu na wodę opadową czy ciągłości warstw termoizolacyjnych w przypadku ocieplenia płyty balkonowej). Nie można jednak tego problemu sprowadzać jedynie do zamontowania kratki wpustowej. Mamy tu do czynienia z dwoma problemami: obecnością wody rozbrzygowej (co samo w sobie nie jest ani zaskoczeniem, ani wielkim problemem) oraz spiętrzającej się wody odprowadzanej przez kratkę. Dlaczego spiętrzającej i co z tego wynika?

Przy intensywnych opadach i zbyt wolnym odprowadzaniu wody może się okazać, że przy progu drzwiowym dojdzie do powstania spiętrzenia. Dodatkowym niebezpieczeństwem jest fakt, że krawędź powłoki wodochronnej może znajdować się poniżej poziomu warstwy użytkowej, a zatem przy powstaniu „zatoru” znajdzie się wręcz w wodzie.

Jak zatem rozwiązać ten problem? Kratka wpustowa musi być zabezpieczona przed zapchaniem np. przez opadłe liście czy inne zanieczyszczenia (RYS. 9). Dla wariantu z podstawkami dystansowymi pustka pod płytami posadzki wystarcza do skutecznego odprowadzenia wody. Gorzej, gdy warstwę użytkową stanowią płyty na warstwie płukanego kruszywa. Wówczas należy dokonać niewielkiej modyfikacji strefy przy kratce (RYS. 10). Pozwala ona odprowadzić wodę z kratki bezpośrednio do warstwy drenującej. Pochylenie kratki w kierunku pości redukuje rozbryzgiwanie się wody oraz umożliwia wykonanie izolacji do poziomu nie niższego niż poziom warstwy użytkowej, co zmniejsza ryzyko penetracji wody pod powłokę hydroizolacyjną (tego typu rozwiązanie jest też mniej wrażliwe na ewentualne inne błędy wykonawcze – szczegóły w dalszej części cyklu). Kilka przykładów pokazano na RYS. 11-12. Proszę zwrócić uwagę, że w przypadku hydroizolacji z materiałów rolowych obligatoryjne jest mechaniczne mocowanie krawędzi powłoki wodochronnej do przeznaczonej do tego celu części stolarki. Oznacza to konieczność stosowania stolarki przeznaczonej do wykonania niskiego progu czy przejścia bezbarierowego.

Prezentowane na RYS. 11-12 rozwiązania technologiczno-materiałowe mają jedną wspólną cechę: odpowiednią różnicę poziomów pomiędzy posadzką w pomieszczeniu. Często problemem jest brak możliwości obsadzenia drzwi dedykowanych układom drenażowym. Przyczyną może być sposób i miejsce obsadzenia pierwotnych drzwi na balkon lub możliwość ocieplenia wyłącznie od wewnątrz. Innymi słowy, miejsce obsadzenia drzwi i poziom progu jest stały, natomiast konieczne jest wykonanie bezbarierowego przejścia. Sporo kłopotów eksploatacyjnych przysporzyć może także balustrada pełna (i nie chodzi tu o pokazane na FOT. 14 uszkodzenia balustrady). Szczegóły znajdują Państwo w kolejnych częściach cyklu.

LITERATURA

1. M. Rokieli, „Hydroizolacje w budownictwie. Projektowanie. Wykonawstwo”, wyd. III, Grupa MEDIUM, Warszawa 2019.
2. M. Rokieli, „Tarasy i balkony. Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót”, wyd. IV, Grupa MEDIUM, Warszawa 2021.
3. M. Rokieli, „ABC izolacji tarasów”, Grupa MEDIUM, Warszawa 2015.
4. A. Einemann, W. Herre, M. Siegwart, M. Silberhorn, W. Storch, „Balkone, Loggien und Terrassen. Planung, Konstruktion, Ausfuehrung”, Rudolf Muller Verlag, 2016.
5. „Abc der Bitumenbahnen. Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit Polymerbitumen- und Bitumenbahnen“, Industrieverband Bitumen-Dach- und Dichtungsbahnen e.V., 2008.

MACIEJ ROKIEL absolwent Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej. Rzecznik budowlany SITPMB-NOT ze specjalnością ochrona budynków przed wodą i korozją biologiczną, rzeczoznawca mykologiczny PSMB. Od ponad 20 lat jest związany z branżą chemii budowlanej. Autor

wielu opracowań, ekspertyz i opinii, referatów naukowych oraz licznych publikacji i artykułów dotyczących poprawnych rozwiązań technologiczno-materiałowych hydroizolacji balkonów, tarasów, pomieszczeń mokrych, basenów oraz zagadnień związanych z kompleksową renowacją starych, zawilgoconych i zasolonych budynków.



Elastikschlamm UV
Elastyczna masa uszczelniająca (MDS)



Frankosil 1K Plus
Preparat uszczelniający (FLK)
bezzropuszczalnikowy.
Hybryda poliuretanowa.



Mineral-flex 2K
Masa uszczelniająca (FPD)
nieprzenikalna dla radonu.
Powłoka hybrydowa.



Wyjątkowe wykończenie tarasów -
kamienny dywan BORNIT!

KAMIENNY DYWAN



BORNIT
HYDROIZOLACJE

QUALITÄTS-
MANAGEMENT
Wir sind zertifiziert
Regelmäßige freiwillige
Überwachung nach ISO 9001:2008



+48 77 440 41 71

www.bornit.com.pl

✉ bok@bornit.com.pl

 PROF. DR HAB. INŻ. ŁUKASZ DROBIEC ORCID: 0000-0001-9825-6343

Zawilgocenie ścian w budynku jednorodzinnym – studium przypadku

Damp walls in a single-family building – a case study

ABSTRAKT

W artykule opisano przypadek powstania zawilgoceń na ścianach parteru niepodpiwniczonego budynku jednorodzinnego. Na etapie wznoszenia obiektu, chcąc poprawić błędy projektu budowlanego, zmieniono sposób zaizolowania części podziemnej budynku. Po wystąpieniu zawilgoceń kierownik budowy oraz wykonawca zostali oskarżeni o spowodowanie uszkodzeń. Wykonane odkrywki wykazały jednak, że przyczyną powstania uszkodzeń jest zasypanie wykopu drenażu gruntem spoistym i zbyt wysokie ukształtowanie terenu przy budynku. Prace te wykonała inwestorka bez wiedzy i kontroli ze strony kierownika budowy oraz wykonawcy.

Słowa kluczowe: zawilgocenia ścian, podciąganie kapilarne, izolacja przeciwwilgociowa, izolacja przeciwwodna, drenaż

This article describes a case of dampness on the ground-floor walls of a single-family home without a basement. During the construction phase, in an attempt to correct design flaws, the isolation method for the building's underground section was changed. After the dampness occurred, the construction manager and the contractor were charged with causing the damage. However, excavations revealed that the damage was caused by the drainage trench being filled with cohesive soil and the excessively high terrain surrounding the building. This work was carried out by the investor without the knowledge or supervision of the construction manager and the contractor.

Keywords: wall dampness, capillary action, damp proofing, waterproofing, drainage

W artykule opisano przypadek powstania zawilgoceń ścian parteru w niepodpiwniczonym budynku jednorodzinnym. Na etapie budowy obiektu, w celu poprawy błędów projektowych, zmieniono układ warstw izolacji. Po oddaniu obiektu do użytkowania wystąpiły zawilgocenia ścian wewnętrznych parteru spowodowane podciąganiem kapilarnym. Kierownik budowy i wykonawca zostali oskarżeni o spowodowanie uszkodzeń. Odkrywki wykazały jednak, że przyczyna uszkodzeń nie jest związana ze zmianą sposobu izolacji części podziemnej budynku.

OPIS BUDYNKU

Analizowany budynek wzniesiono w technologii tradycyjnej jako piętrowy, murowany, ze stropami gęstożebrowymi. Obiekt posadowiono na żelbetowych ławach fundamentowych. Ściany fundamentowe wykonano jako murowane z bloczków betonowych. Ściany kondygnacji nadziemnych wykonano z pustaków ceramicznych na zwykłej zaprawie. Zastosowano stropy gęstożebrowe Teriva. Więźba dachowa drewniana z kratowymi dźwigarami prefabrykowanymi. Widok budynku w stanie surowym otwartym pokazano na **FOT.**

Zgodnie z badaniami geotechnicznymi wykonanymi na potrzeby projektu budowlanego budynek postawiono w warstwie pyłów w stanie półzwałym (do około 0,5–1,1 m poniżej poziomu terenu – ppt.) oraz glin pylastych w stanie twarodoplastycznym (do 2,2 ppt.). Budynek posadowiono więc w gruntach nieprzepuszczalnych. Zabezpieczenie przed wilgocią budynku zaprojektowano w postaci izolacji przeciwwodnej na ścianach fundamentowych oraz izolacji przeciwwilgociowej na warstwie chudego betonu pod wylewką posadzki na gruncie. Na **RYS. 1** pokazano projektowany przekrój budynku.

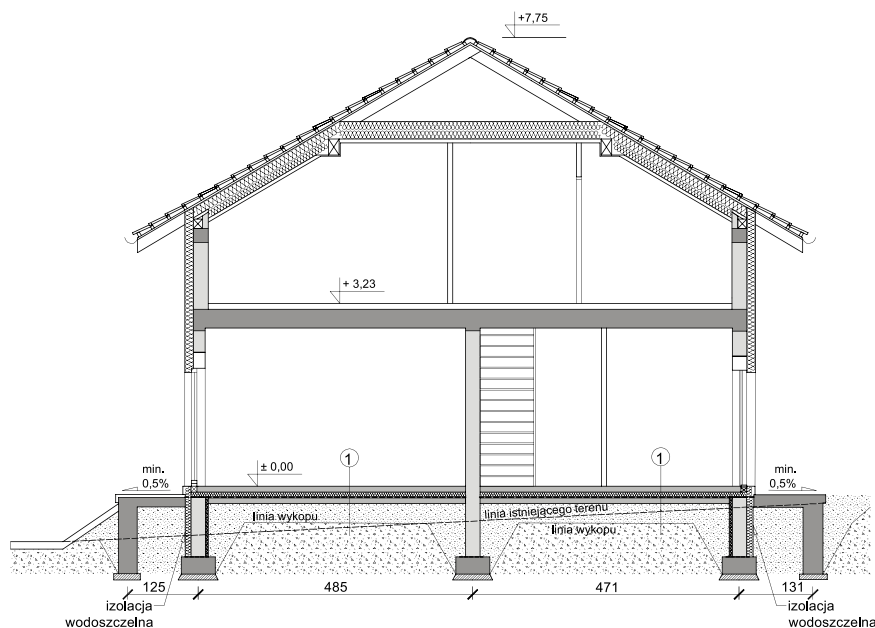


FOT. Widok budynku; fot.: autor

ZMIANA ZAŁOŻEŃ PROJEKTOWYCH

Projekt budowlany zakładał posadowienie budynku w gruntach nieprzepuszczalnych bez doprowadzenia wody z okolic fundamentu. Nie jest to zbyt szczęśliwe rozwiązanie. Wody opadowe, spływając pod ściany budynku, będą bowiem wypełniały wykop fundamentowy. Chwilowe obciążenie wodami opadowymi pokazano na **RYS. 2A**. Na zasadzie naczyń połączonych poziom wody w wykopie fundamentowym będzie dążył do równowagi, do poziomu najniższej położonego terenu, gdzie woda będzie mogła odpływać poza wykop (**RYS. 2B**). Oczywiście nie da się zaizolować chudego betonu pod ławami fundamentowymi, dlatego należy się spodziewać, że woda, działająca na ściany zewnętrzne pod ciśnieniem, wypełni również przestrzenie wewnętrzne wykopu.

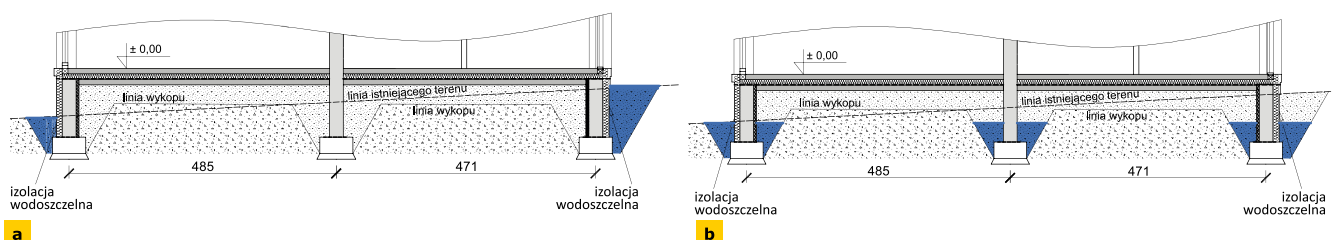
Jak widać na **RYS. 2** projekt zakładał pozostawienie fundamentów i murów fundamentowych w wodzie, przez cały czas eksploatacji



RYS. 1 Przekrój przez projektowany budynek; rys.: autor

Podłogę na gruncie zaprojektowano w następujący sposób (przekrój ①, licząc od góry):

- płytki gresowe/panele,
- jastrych cementowy 6 cm,
- folia PVC,
- styropian XPS 10 cm,
- izolacja przeciwwilgociowa – papa termozgrzewalna,
- chudy beton 10 cm,
- podsypka piaskowa 20 cm,
- grunt rodzimy (nieprzepuszczalny).



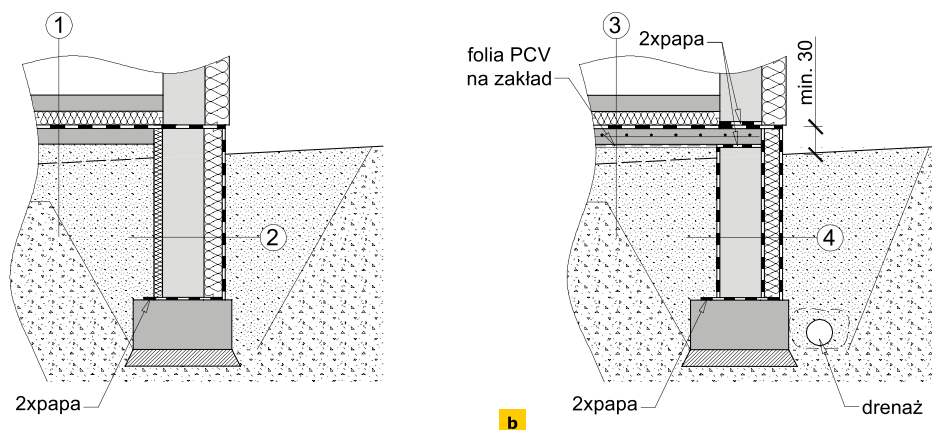
RYS. 2 Obciążenie wodą opadową zaprojektowanych fundamentów: a) chwilowe w okresie deszczu nawalnego, b) ustabilizowane; fot.: autor

budynku. Takie rozwiązanie niekorzystnie wpływa na trwałość materiałów budowlanych, w tym na trwałość izolacji przeciwwodnych. Postanowiono zatem zmodyfikować projektowane rozwiązanie przez wykonanie drenażu, którego zadaniem jest odprowadzenie wód opadowych z okolic ścian i ław fundamentowych oraz przez zmianę sposobu rozwiązania posadzki na gruncie. W projektowanym rozwiązaniu posadzki na gruncie izolacja przeciwwilgociowa z papy zaprojektowana została na warstwie chudego betonu ułożonego na gruncie. Słabym miejscem w projektowanym rozwiązaniu jest dylatacja między chudym betonem a ścianami fundamentowymi – posadzka, pracując niezależnie od ścian fundamentowych, będzie bowiem

inaczej osiadać, co może doprowadzić do przerwania izolacji przeciwwilgociowej z papy. Postanowiono zamiast posadzki na chudym betonie wykonać zbrojoną płytę żelbetową, opartą na ścianach fundamentowych, co eliminuje problem różnicy osiadań. Na **RYS. 3** pokazano porównanie projektowanego rozwiązania izolacji budynku z przyjętym rozwiązaniem zamiennym. Rozwiązanie zamienne jest nieistotną zmianą z punktu widzenia ustawy Prawo budowlane [1].

Przekrój ① opisano powyżej (przy **RYS. 1**). Projektowany przekrój ② składa się z następujących warstw (licząc od lewej):

- » izolacja termiczna (w projekcie brak sprecyzowanego materiału i grubości),



RYS. 3 Porównanie projektowanego rozwiązania izolacji części podziemnych budynku (a) z rozwiązaniem zamiennym (b); fot.: autor

- » » ściana fundamentowa,
- » izolacja termiczna (w projekcie brak sprecyzowanego materiału i grubości),
- » izolacja przeciwwodna (w projekcie brak sprecyzowanego materiału i grubości),
- » grunt przepuszczalny.

W zamiennym rozwiązaniu podłogi ③ przyjęto następujące warstwy (licząc od góry):

- » płytki gresowe/panele,
- » jastrych cementowy 10 cm,
- » folia PVC,
- » styropian XPS 10 cm,
- » izolacja przeciwwilgociowa – 2×emulsja asfaltowo-kauczukowa (Dysperbit),
- » płyta żelbetowa zbrojona 10 cm,
- » podsypka piaskowa 20 cm,
- » grunt rodzimy (nieprzepuszczalny).

W zamiennym rozwiązaniu ścian fundamentowych ④ przyjęto następujące warstwy (licząc od lewej):

- » izolacja przeciwwilgociowa – 2×emulsja asfaltowo-kauczukowa (Dysperbit),
- » ściana fundamentowa,
- » izolacja przeciwwilgociowa – 2×emulsja asfaltowo-kauczukowa (Dysperbit),
- » izolacja termiczna – polistyren ekstrudowany XPS,
- » wyprawa cementowa zbrojona siatką,
- » izolacja przeciwwilgociowa – 2×emulsja asfaltowo-kauczukowa (Dysperbit),
- » folia kubełkowa,
- » grunt przepuszczalny.

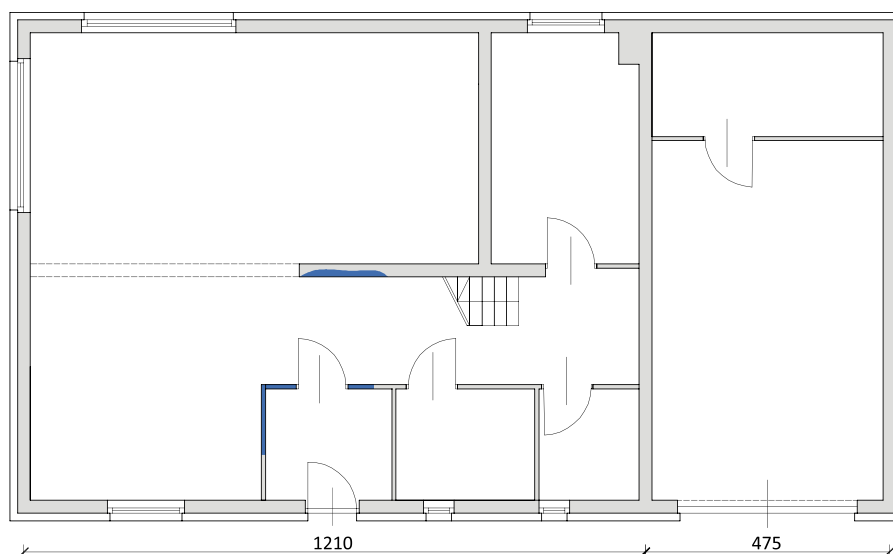
Wykonanie drenażu pozwoliło na uniknięcie spiętrzenia wody i jej oddziaływania na ściany fundamentowe pod ciśnieniem [2–4]. W przypadku wody niezalegającej, lecz spływającej wzdłuż ścian fundamentowych litera przedmiotu [2–7] dopuszcza zastosowanie izolacji przeciwwilgociowej, a nie przeciwwodnej. W pracy [3] zwraca się dodatkowo uwagę, że w przypadku posadowienia w gruntach nieprzepuszczalnych zastosowanie izolacji przeciwwilgociowej musi być warunkowane drożnością drenażu.

Podczas budowy obiektu, gdy wzniesione były już ściany parteru, okazało się, że wykonawca nie wykonał papy nad płytą stropową i pod ścianami parteru. Kierownik budowy nakazał początkowo podcinanie murów i wprowadzanie papy pod ściany. Niestety zabieg ten, trudny technologicznie do wykonania, powodował uszkodzenie warstwy izolacji powłokowej na płycie żelbetowej. Kierownik odstąpił zatem od wykonania podcinania murów i wprowadzania papy. W tym miejscu należy wskazać, że warstwa papy pod ścianami miała pełnić funkcję warstwy poślizgowej umożliwiającej odkształcenia termiczno-skurczowe murowanej ściany. Zabezpieczenie przed podciąganiem kapilarnym wód opadowych stanowiła bowiem wcześniej wykonana na płycie żelbetowej przeciwwilgociowa izolacja powłokowa. Kierownik budowy podjął zatem pewne ryzyko, narażając ściany na możliwość powstania zarysowań i poinformował o tym wykonawcę oraz inwestora. Na szczęście mury z ceramiki mają raczej tendencję do pęcznienia niż skurczu i rysy takowe nie powstały. Później okazało się, że wykonawca nie wykonał również warstw papy nad murami fundamentowymi i pod płytą żelbetową. Warstwy te pełnią podobną funkcję jak powyższe na płycie – umożliwiają swobodne odkształcenia skurczowe płyty żelbetowej. Na szczęście jednak nie doszło do uszkodzeń ścian fundamentowych wynikających ze skurczu betonu płyty żelbetowej.

Na etapie kończenia prac wykończeniowych i przed zasypaniem drenażu wykonawca zszedł z budowy, gdyż nie otrzymał zapłaty za wykonaną pracę. Dalsze prace kontynuowała inwestorka na własną rękę. Kierownik budowy nie był informowany o wykonywanych pracach, w tym o zasypywaniu drenażu i kształtowaniu powierzchni działki.

USZKODZENIA OBIEKTU

Jesienią, po około pół roku od oddania obiektu do użytkowania, wystąpiły zawilgocenia ścian parteru do wysokości około 30 cm powyżej poziom posadzki. Uszkodzenia miały charakter kapilarnego podciągania wody i były zlokalizowane w okolicy wiatrołapu na ścianach działowych oraz jednej wewnętrznej ścianie nośnej. Miejsca uszkodzeń pokazano na RYS. 4. Kierownik budowy oraz wykonawca zostali oskarżeni o spowodowanie uszkodzeń.



RYS. 4 Rzut parteru. Miejsca powstania zawilgocenia ścian; fot.: autor

PRZYCZYNY POWSTANIA USZKODZEŃ

Należy zwrócić uwagę, że izolacja przeciwwilgociowa wykonana w obiekcie jest zgodna ze sztuką budowlaną i z wytycznymi literatury [2-7]. Emulsja asfaltowo-kauczukowa (Dysperbit) zamyka pory w betonie i zabezpiecza przed podciąganiem kapilarnym wody. Aby doszło do zawilgocień ścian spowodowanych wodą podciąganą kapilarnie z fundamentów, izolacja ta musiałaby zostać „przebita” wodami pod ciśnieniem. Taki przypadek byłby możliwy jedynie w przypadku, gdy poziom wody wokół budynku byłby wyższy niż poziom izolacji. Oznacza to, że cały budynek do poziomu okien tarasowych parteru musiałby być zalany wodą. Istniejący spadek terenu uniemożliwia taką sytuację.

Wykonano od góry odkrywkę posadzki w wiatrołapie. Stwierdzono, że na warstwie izolacji powłokowej występują krople wody. Potwierdza to fakt, że izolacja powłokowa jest szczelna oraz że nie dochodzi do podciągania kapilarnego z dołu. W przypadku podciągania kapilarnego nie doszłoby bowiem do wykroplenia na poziomie izolacji. Oględziny wykazały również, że grunt zalegający przy ścianach budynku ukształtowano nie 30 cm poniżej poziomu izolacji na płycie żelbetowej (zob. RYS. 3B), lecz w przybliżeniu na poziomie tej izolacji. Odkrywki gruntu przy ścianach budynku wykazały, że zasyp drenażu wykonano gruntem spoistym (nieprzepuszczalnym) z domieszką odpadów budowlanych. Stwierdzono ponadto, że przy budynku nie wykonano projektowanych płyt żelbetowych ze spadkami na zewnątrz budynku przed wejściami i wjazdami do garażu (zob. RYS. 1). Zadaniem tych elementów było niedopuszczenie wód opadowych pod ściany budynku.

Przyczyną powstania zawilgocień ścian jest zatem nieodpowiednie zasypianie drenażu i zbyt wysokie ukształtowanie terenu przy budynku. Wody opadowe spływające po terenie, nie mogąc swobodnie spłynąć do rur drenarskich, zalegają pod ścianami budynku i wpływają do jego wnętrza, na wykonaną powłokową izolację przeciwwilgociową.

PODSUMOWANIE

Zawilgocień w przedmiotowym budynku nie można rozpatrywać jedynie w kontekście wykonania/niewykonania papy na płycie lub pod płytą posadzki, lecz należy ją rozpatrywać jako cały wykonany system (izolacja przeciwwilgociowa + drenaż + zmieniona płyta posadzki). System ten gwarantuje zabezpieczenie ścian parteru przed podciąganiem kapilarnym wód znajdujących się pod płytą posadzki. Przyczyną powstania uszkodzeń było zasypianie wykopu drenażu gruntem spoistym i zbyt wysokie ukształtowanie terenu przy budynku. W ten sposób zaburzono działanie przyjętego systemu zabezpieczenia budynku przed wodą opadową. Wykonanie izolacji zgodnie z projektem, przy podobnym zasypianiu wykopów i ukształtowaniu terenu wokół budynku dałoby identyczny lub nawet gorszy efekt w postaci zawilgocień ścian. Część wód opadowych w analizowanym przypadku jest bowiem, zdaniem autora, odprowadzana przez drenaż pomimo zasypiania go gruntem spoistym.

LITERATURA

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (DzU z 2026 r., poz. 524, 605, 646).
2. A. Kaczkowska, „Podstawowe izolacje budowlane”, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2022.
3. M. Rokieli, „Hydroizolacje w budownictwie”, Grupa MEDIUM, Warszawa 2019.
4. R. Wójcik, „Ochrona budynków przed wilgocią i wodą gruntową”, [w:] P. Klemm (red.), „Budownictwo ogólne” t. II, Arkady, Warszawa 2005, s. 913–981.
5. W. Żenczykowski, „Budownictwo ogólne” t. IV „Izolacje i roboty wykończeniowe”, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1960.
6. B. Francke, „Nowoczesne hydroizolacje budynków” Zeszyt 1 „Zabezpieczenia wodochronne części podziemnych budynków”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022.
7. M. Rokieli, „Hydroizolacje podziemnych części budynków i budowli”, wyd. IV, Grupa MEDIUM, Warszawa 2019.

ŁUKASZ DROBIEC ukończył Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej, gdzie pracuje do chwili obecnej. W 2004 r. obronił z wyróżnieniem pracę doktorską, za którą w 2005 r. otrzymał wyróżnienie Ministra Infrastruktury. W 2014 r. z wyróżnieniem uzyskał stopień doktora habilitowanego. W 2020 r. uzyskał tytuł profesora nauk technicznych. Zawodowo interesuje się konstrukcjami murowymi i żelbetowymi. Jest autorem i współautorem ponad 500 publikacji, w tym 23 książek i podręczników. Posiada pełne uprawnienia budowlane i jest rzeczoznawcą budowlanym. Członek i wiceprzewodniczący Sekcji Konstrukcji

Betonowych KILiW PAN, członek Międzynarodowej Rady Ochrony Zabytków ICOMOS, członek KT 233 i KT 252 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, członek International Masonry Society, European Autoclaved Aerated Concrete Association, Stowarzyszenia Konserwatorów Zabytków i Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa. W 2017 r. otrzymał indywidualną nagrodę Marszałka Województwa Śląskiego za wybitne osiągnięcia w dziedzinie konserwacji zabytków. W 2021 r. uzyskał indywidualną nagrodę Ministra Edukacji i Nauki za znaczące osiągnięcia w zakresie działalności wdrożeniowej.

PROMOCJA



Wszystkie numery można zamówić:

telefonicznie: 533 981 839 lub 22 512 60 50

lub e-mailem: acartailler@medium.media.pl

Przegląd betonów z kruszyw lekkich: mikrostruktura, właściwości mechaniczne i aspekty technologiczne

Lightweight aggregate concrete: microstructure, mechanical performance and technological aspects

ABSTRAKT

Beton z kruszyw lekkich (LWAC) to kompozyt na bazie cementu, w którym obniżoną gęstość uzyskuje się poprzez zastosowanie porowatych kruszyw. Pozwala to na osiągnięcie korzystnego bilansu między właściwościami strukturalnymi a mniejszym ciężarem własnym. W porównaniu z betonem zwykłym (NWC), LWAC charakteryzuje się odmiennymi właściwościami mechanicznymi, transportowymi i trwałością, które są uwarunkowane cechami lekkich kruszyw oraz ich interakcją z matrycą cementową. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie przeglądu zagadnień związanych z LWAC, w tym klasyfikacji lekkich kruszyw i betonów, fundamentalnych różnic między LWAC a NWC oraz kluczowych mechanizmów rządzących ich zachowaniem. Praca opiera się na krytycznej analizie i syntezie dostępnej literatury. Szczególną uwagę zwrócono na porowatość i sztywność kruszywa, mikrostrukturę strefy przejściowej (ITZ), transport wilgoci oraz aspekty technologiczne, takie jak wstępne nasączenie kruszywa wodą i urabialność mieszanki. Analiza pokazuje, że pomimo niższego modułu sprężystości, LWAC może osiągać zadowalającą nośność, oferując jednocześnie mniejszą gęstość i korzystne parametry użytkowe. Jednocześnie jego projektowanie i produkcja wymagają ścisłej kontroli składu mieszanki oraz warunków wilgotnościowych. W artykule omówiono również najnowsze osiągnięcia, w tym kruszywa z recyklingu i sztuczne, mineralne dodatki do cementu oraz zbrojenie rozproszone, co podkreśla potencjał LWAC w budownictwie zrównoważonym.

Słowa kluczowe: beton z kruszyw lekkich (LWAC), kruszywa lekkie, strefa przejściowa (ITZ), moduł sprężystości, trwałość, pielęgnacja wewnętrzna, gospodarka o obiegu zamkniętym

Lightweight aggregate concrete (LWAC) is a cement-based composite in which reduced density is achieved through the use of porous aggregates. This allows for a favorable balance between structural properties and lower self-weight. Compared to normal weight concrete (NWC), LWAC is characterized by different mechanical, transport, and durability properties, which are determined by the characteristics of the lightweight aggregates and their interaction with the cement matrix. The aim of this article is to provide an overview of issues related to LWAC, including the classification of lightweight aggregates and concretes, the fundamental differences between LWAC and NWC, and the key mechanisms governing their behavior. The work is based on a critical analysis and synthesis of the available literature. Particular attention was paid to the porosity and stiffness of the aggregate, the microstructure of the transition zone (ITZ), moisture transport, and technological aspects such as pre-wetting of the aggregate and mix workability. The analysis shows that despite its lower elastic modulus, LWAC can achieve satisfactory load-bearing capacity while offering lower density and favorable performance parameters. However, its design and production require strict control of the mix composition and moisture conditions. The article also discusses recent developments, including recycled aggregates and artificial mineral cement additives, as well as dispersed reinforcement, which highlights the potential of LWAC in sustainable construction.

Keywords: Lightweight Aggregate Concrete (LWAC), lightweight aggregates, transition zone (ITZ), modulus of elasticity, durability, interior maintenance, circular economy

Betony lekkie stanowią jedną z dynamicznie rozwijających się grup materiałów stosowanych we współczesnym budownictwie, a choć ich intensywny rozwój technologiczny przypada przede wszystkim na XX i XXI w., to geneza ich stosowania sięga okresu Cesarstwa Rzymskiego.

Ówczesni budowniczowie stawali wówczas przed wyzwaniem wznoszenia obiektów o wyjątkowo dużych rozmiarach i skomplikowanej geometrii, przy braku nowoczesnych narzędzi i technologii, które dziś ułatwiają projektowanie oraz realizację konstrukcji.

W takich warunkach poszukiwanie materiałów pozwalających na redukcję masy własnej konstrukcji przy zachowaniu niezbędnej wytrzymałości stawało się koniecznością. Naturalnym kierunkiem rozwoju stało się zatem wykorzystanie surowców o niższej gęstości, które umożliwiały osiągnięcie większych rozpiętości i bardziej zaawansowanych form architektonicznych. Właśnie w tym kontekście zaczęto stosować naturalne kruszywa porowate, takie jak pumeks czy tuf wulkaniczny, pozwalające przygotować mieszanki o obniżonej masie objętościowej, co najlepiej ilustruje kopuła Panteonu – jedna z najbardziej imponujących kopuł w historii architektury.

Po okresie antycznym zainteresowanie betonami lekkimi znacząco osłabło, a ich stosowanie miało charakter sporadyczny. Ponowny rozkwit nastąpił dopiero na przełomie XIX i XX w., kiedy rozwój inżynierii materiałowej umożliwił przemysłowe wytwarzanie lekkich kruszyw sztucznych, takich jak keramzyt (LECA) czy łupkoporyt. Jednym z pierwszych udokumentowanych zastosowań betonów lekkich opartych na kruszywie spęcznionym – protopłascie współczesnego keramzytu, znanym jako Haydite – była realizacja kadłuba betonowego tankowca USS Selma w 1919 r.

W drugiej połowie XX w. betony lekkie zaczęły być systematycznie rozwijane jako pełnoprawne materiały konstrukcyjne, a prowadzone badania koncentrowały się na poprawie ich właściwości mechanicznych, trwałościowych oraz technologii wytwarzania mieszanek o stabilnej strukturze. Szczególną uwagę poświęcano zależnościom pomiędzy parametrami kruszyw porowatych, wytrzymałością betonu, nasiąkliwością i urabialnością świeżej mieszanki, co pozwoliło na stworzenie pierwszych kompleksowych modeli projektowych dla betonów lekkich. To właśnie rozwój tych modeli oraz lepsze zrozumienie zachowania betonów lekkich w warunkach obciążenia umożliwiły ich wprowadzenie do konstrukcji nośnych, czego przełomowym przykładem była realizacja Water Tower Place w Chicago (1975 r.) – pierwszego wysokościowego budynku, w którego szkielecie szeroko zastosowano lekki beton konstrukcyjny.

W obliczu dynamicznego rozwoju technologii materiałowych, rosnących wymagań dotyczących efektywności energetycznej oraz dążenia do ograniczania emisji CO₂ betony lekkie ponownie zyskują na znaczeniu jako materiał o szerokim potencjale inżynierskim. Współczesne badania koncentrują się nie tylko na optymalizacji ich właściwości mechanicznych, lecz także na wykorzystaniu kruszyw recyklingowych, modyfikacji struktury matrycy cementowej czy zastosowaniu innowacyjnych form zbrojenia rozproszonego. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie przeglądu aktualnej wiedzy

dotyczącej betonów lekkich, ze szczególnym uwzględnieniem klasyfikacji i właściwości kruszyw, zasad projektowania mieszanek, aspektów technologicznych oraz możliwości zastosowania współczesnych odmian tego materiału. Omówiono zagadnienia obejmujące charakterystykę kruszyw lekkich, właściwości betonów lekkich, wybrane problemy projektowe i technologiczne oraz przegląd najnowszych kierunków rozwoju i praktycznych zastosowań, tworząc tym samym syntetyczny przegląd pozwalający na kompleksowe zrozumienie potencjału tego materiału.

KRUSZYWA I BETONY LEKKIE

Kruszywa lekkie

Kruszywa lekkie klasyfikuje się na podstawie gęstości nasypowej w stanie suchym, która zgodnie z wymaganiami wynosi $\leq 1200 \text{ kg/m}^3$ [1]. Dla porównania, gęstość nasypowa kruszyw zwykłych (żwirowych i łamanych) wynosi zazwyczaj $1400\text{--}1700 \text{ kg/m}^3$, co oznacza, że kruszywa lekkie charakteryzują się gęstością niższą o około 30–50% względem materiałów tradycyjnych. Norma przewiduje również oznaczanie gęstości ziaren, jednak parametr ten pełni funkcję informacyjną i służy przede wszystkim do oceny porowatości oraz właściwości technologicznych kruszywa, a nie do jego klasyfikacji [1]. Obniżona gęstość nasypowa wynika bezpośrednio z wysokiej zawartości porów w ziarnach kruszywa, co wpływa zarówno na zachowanie mieszanki betonowej, jak i na właściwości stwardniałego betonu.

W literaturze technicznej i opracowaniach materiałoznawczych wyróżnia się kilka równoległych sposobów klasyfikacji kruszyw lekkich, m.in. wynikających z różnic w ich pochodzeniu, mikrostrukturze, porowatości oraz technologii wytwarzania. Klasyfikacje obejmują podział według pochodzenia – obejmujący kruszywa naturalne, sztuczne i recyklingowe – szeroko stosowany w publikacjach

Kruszywa lekkie				
Naturalne	Sztuczne		Odpadowe	Z recyklingu
pochodzenia geologicznego, bez obróbki termicznej	Z naturalnych surowców mineralnych obróbka termiczna glin, ilów, łupków ilastych i mułowców	Z ubocznych produktów przemysłowych z popiołów lotnych, żużli i odpadów hutniczych	odpady niepoddane pełnemu przetworzeniu	pochodzące z odpadów rozbiórkowych i gruzu budowlanego
Charakterystyka:	Charakterystyka:	Charakterystyka:	Charakterystyka:	Charakterystyka:
naturalna porowatość; przewaga porów otwartych i/lub zamkniętych; średnia do wysokiej nasiąkliwość	przewaga porów zamkniętych (niska nasiąkliwość); jednorodny rozkład wielkości ziaren	mieszana porowatość (pory otwarte i zamknięte); odpowiednia wytrzymałość na ściskanie	przewaga porów otwartych → wysoka nasiąkliwość; nieregularny kształt i tekstura ziaren	przewaga porów otwartych → bardzo wysoka nasiąkliwość; duża zmienność mikrostruktury
Produkcja:	Produkcja:	Produkcja:	Produkcja:	Produkcja:
powstają naturalnie w procesach wulkanicznych, sedymentacyjnych i diagenety	ekspandowanie lub spiekanie w temperaturze $1000\text{--}1200^\circ\text{C}$; spienianie termiczne	spiekanie popiołów lotnych; ekspandowanie żużli; spienianie szkła odpadowego	produkty uboczne przemysłu energetycznego i wydobywczego; brak kontrolowanego procesu granulacji	kruszenie i sortowanie materiałów budowlanych; separacja frakcji pochodzących z recyklingu; technologia cold-bonding
Typowe kruszywa:	Typowe kruszywa:	Typowe kruszywa:	Typowe kruszywa:	Typowe kruszywa:
pumeks; skoria; tuf wulkaniczny; popiół wulkaniczny; diatomit; ekspandowany łupek ilasty	keramzyt (LECA); ekspandowany łupek ilasty i łupek; ekspandowany perlit; wermikulit	kruszywa z popiołów lotnych (np. typu Lytag); kruszywa z żużli ekspanowanych; kruszywa z popiołów spiekanych; kruszywa ze szkła ekspandowanego	żużel kotłowy; żużel paleniskowy; rozdrobnione porowate produkty uboczne przemysłu	kruszywo z recyklingu betonu (RCA); kruszona cegła; mieszane kruszywo z odpadów rozbiórkowych

» przeglądowych dotyczących betonów lekkich [2]. Równolegle funkcjonuje podział według technologii wytwarzania, obejmujący kruszywa spieczniane, spieniane, wytwarzane metodą cold-bonding lub autoklawizacji, co wynika z badań nad sztucznymi agregatami lekkimi otrzymywanymi z różnych surowców mineralnych i odpadowych [3]. Coraz większe znaczenie zyskuje również podejście oparte na mikrostrukturze i charakterze porowatości, gdzie analizuje się udział porów otwartych i zamkniętych, ich ciągłość oraz rozkład przestrzenny. Badania wykazały, że kruszywa lekkie mogą różnić się porowatością w stopniu przekładającym się bezpośrednio na ich nasiąkliwość, która według danych eksperymentalnych waha się od ok. 2% do ponad 45% [4, 5]. Wysoki udział porów otwartych powoduje gwałtowne pochłanianie wody zarobowej, co znacząco zwiększa ryzyko utraty urabialności mieszanki – cechę wyróżniającą betony lekkie na tle betonów zwykłych. Istotne jest przy tym nie tylko maksymalne nasycenie wodą, ale przede wszystkim dynamika absorpcji, ponieważ kruszywa lekkie w pierwszych minutach mogą wchłonąć nawet 50–95% nasiąkliwości oznaczanej po godzinie, co wymaga stosowania odpowiednich procedur nawilżania, preaktywacji lub wydłużenia czasu mieszania. Zróżnicowanie mikrostrukturalne kruszyw takich jak Lytag, Leca czy Liapor oraz kruszyw sztucznych wytwarzanych z frakcji recyklingowych dodatkowo podkreśla znaczenie klasyfikacji opartej na strukturze porów, ponieważ wpływa to na właściwości mieszanki betonowej oraz trwałość i wytrzymałość stwardniałego betonu [4–6].

Syntetyczne zestawienie grup i kryteriów klasyfikujących kruszywa lekkie przedstawiono na RYS. 1, który porządkuje najważniejsze parametry i stanowi punkt wyjścia do dalszej analizy ich wpływu na właściwości betonów lekkich.

Betony lekkie

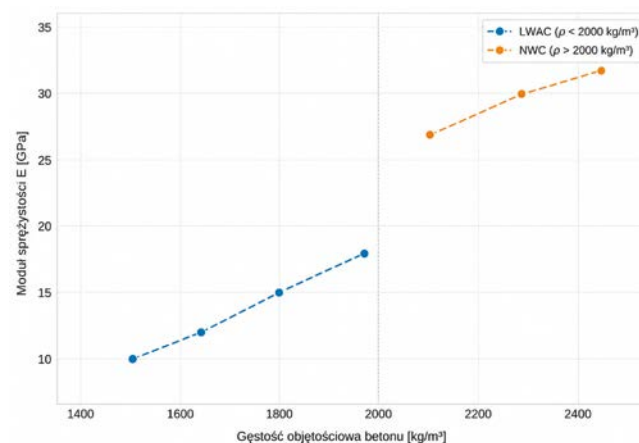
Betony lekkie stanowią grupę kompozytów cementowych, w których obniżona gęstość objętościowa wynika przede wszystkim z zastosowania kruszyw o strukturze porowatej. Zgodnie z wymaganiami klasyfikacyjnymi zalicza się do nich betony o gęstości w stanie suchym niższej niż 2000 kg/m³, przy czym ich nośność określana jest w klasach wytrzymałości LC (*lightweight concrete*) obejmujących zakres od LC8/9 do LC50/55 [7]. W zastosowaniach konstrukcyjnych wykorzystuje się jednak betony o klasach od LC12/13 wzwyż, zgodnie z zasadami projektowania przyjętymi dla konstrukcji żelbetowych [8]. Ze względu na szeroki zakres materiałów spełniających kryterium obniżonej gęstości, w literaturze wyróżnia się dodatkowo kilka typów betonów lekkich, różniących się mechanizmem uzyskiwania redukcji masy własnej oraz zakresem zastosowań.

Najszerzy termin LWC (*lightweight concrete*) obejmuje wszystkie betony, w których obniżona masa własna wynika z modyfikacji składu lub struktury materiału. W jego ramach wyróżnia się LWAC (*lightweight aggregate concrete*) – betony lekkie, w których redukcję gęstości uzyskuje się poprzez zastosowanie porowatych kruszyw lekkich, takich jak keramzyt, łupkoporyt czy szkło piankowe; rozwiązanie to pozwala zachować mechanizm pracy i pełne właściwości konstrukcyjne charakterystyczne dla betonów żelbetowych [2]. Odmienne podejście reprezentują betony komórkowe, klasyfikowane jako AAC (*autoclaved aerated concrete*) lub CLC (*cellular lightweight concrete*), w których niska gęstość jest efektem wprowadzenia do matrycy cementowej równomiernie rozłożonych porów powietrznych – czy to poprzez reakcje gazotwórcze, czy procesy spieniania. Ze względu na istotnie niższą wytrzymałość stosuje się je głównie w elementach przegrodowych i izolacyjnych [9]. Niezależnie jednak od sposobu uzyskania obniżonej gęstości, kluczowe znaczenie

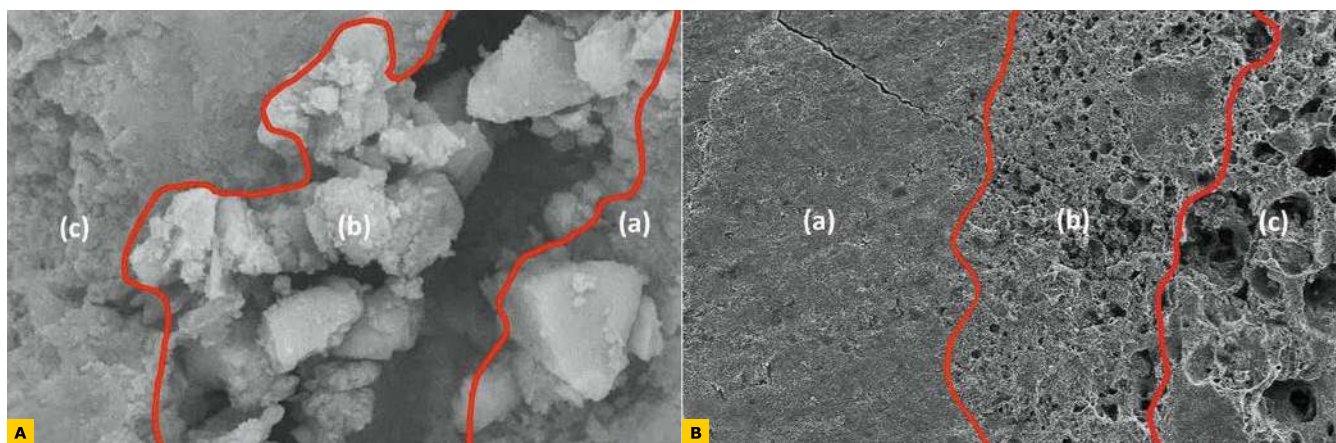
dla zachowania betonów lekkich ma wzajemne oddziaływanie kruszywa i matrycy cementowej, które kształtuje ich właściwości fizyczne, mechaniczne i trwałość.

Właśnie te zależności pomiędzy kruszywem a matrycą cementową determinują w LWAC zestaw właściwości odmiennych od betonów zwykłych, obejmujących przede wszystkim moduł sprężystości, skurcz, pęcznienie, wytrzymałość wczesną i długotrwałą, a także nasiąkliwość oraz odporność na penetrację wody i jonów chlorkowych. Ponieważ kruszywa lekkie charakteryzują się zróżnicowaną porowatością, odmienną budową wewnętrzną ziaren oraz różną zdolnością do wymiany wilgoci z matrycą cementową, ich wpływ na właściwości betonu jest znacznie bardziej złożony niż w przypadku betonów zwykłych [2–4]. To właśnie ta odmienna relacja pomiędzy kruszywem a zaczynem sprawia, że LWAC wykazują specyficzne mechanizmy odkształceń, transportu wilgoci czy kształtowania mikrostruktury, które zostaną omówione w kolejnych częściach rozdziału. Zrozumienie tych zależności stanowi klucz do interpretacji zachowania betonów lekkich oraz właściwej oceny ich parametrów użytkowych, w tym procesów reologicznych i zjawisk zachodzących na styku kruszywo–matryca.

Jedną z podstawowych zależności, które należy omówić w kontekście LWAC, jest relacja pomiędzy gęstością betonu a jego modułem sprężystości, stanowiąca jednocześnie najczęściej opisywaną różnicę względem betonów zwykłych. W betonach na kruszywie lekkim moduł sprężystości jest silnie determinowany właściwościami samego kruszywa, którego sprężystość (5–20 GPa) jest istotnie niższa niż dla kruszyw naturalnych (60–90 GPa) [2]. W efekcie, przy podobnej wytrzymałości na ściskanie, LWAC wykazuje znacząco niższy moduł sprężystości niż beton zwykły. Dane zestawione przez Chandra i Berntssona [2] wskazują, że dla betonów o wytrzymałości ok. 30–40 MPa moduł sprężystości LWAC wynosi zazwyczaj 10–18 GPa, podczas gdy dla betonów zwykłych (NWC) osiąga 27–32 GPa, co oznacza redukcję sztywności o około 30–50% przy porównywalnej nośności. Wyniki te pozostają zgodne ze współczesnymi obserwacjami eksperymentalnymi – w badaniach [10] LWAC o wytrzymałości rzędu 30 MPa osiągał moduł 12–17 GPa, podczas gdy beton zwykły o tej samej klasie wytrzymałości charakteryzował się modułem powyżej 28 GPa. Zależność tę zilustrowano na RYS. 2, gdzie dla betonów o porównywalnej wytrzymałości wyraźnie widoczne jest obniżenie modułu sprężystości wraz ze zmniejszaniem gęstości objętościowej betonu oraz przejściem od kruszyw



RYS. 2 Schematyczna zależność modułu sprężystości od gęstości objętościowej betonu dla LWAC i NWC przy porównywalnej wytrzymałości na ściskanie (~30–40 MPa); rys.: autor na podstawie [2, 10]



RYS. 3 Mikrostruktura strefy przejściowej ITZ: w betonie zwykłym (A) oraz lekkim (B), gdzie: (a) – matryca cementowa, (b) – strefa przejściowa ITZ, (c) – kruszywo;
rys.: autor na podstawie Figure 2 [14]

porowatych do kruszyw o wysokim module sprężystości, dominujących w betonach zwykłych.

Kolejnym istotnym aspektem odróżniającym betony lekkie od betonów zwykłych są ich właściwości związane z transportem wilgoci oraz nasiąkliwością, które w LWAC wynikają przede wszystkim z porowatości i zdolności sorpcyjnych kruszyw. Nasiąkliwość kruszyw lekkich wynosi zazwyczaj 10–15%, a w przypadku materiałów o bardziej rozwiniętej strukturze porów nawet 20–25%, podczas gdy dla kruszyw naturalnych mieści się zwykle w zakresie 1–3% [2, 4, 11]. Różnice te przekładają się na intensywniejszy transport kapilarny oraz podwyższone wartości współczynnika sorpcji – typowo 0,10–0,15 kg/m²·vh dla LWAC wobec 0,06–0,09 kg/m²·vh dla betonów zwykłych. W praktyce oznacza to, że LWAC szybciej osiąga stan podwyższonej wilgotności, ale jednocześnie wykazuje większe odkształcenia wilgotnościowe, szczególnie w elementach smukłych i poddawanych cyklicznym zmianom warunków środowiskowych [10, 11]. Korzystną konsekwencją wysokiej nasiąkliwości kruszyw jest natomiast możliwość wystąpienia efektu wewnętrznego dojrzewania, polegającego na stopniowym uwalnianiu wody z porów kruszywa, co ogranicza skurcz autogeniczny i redukuje ubytek masy w początkowym okresie suszenia o około 15–25% [2, 11, 12]. Mechanizm ten stabilizuje proces hydratacji i łagodzi lokalne przesuszenie matrycy, wpływając jednocześnie na kształtowanie porowatości i jednorodności strefy kontaktu kruszywo–zaczyn [4, 11]. Z uwagi na te zależności sposób przebiegu transportu wilgoci w LWAC pozostaje ściśle powiązany z mikrostrukturą strefy przejściowej ITZ (*interfacial transition zone*), co stanowi punkt wyjścia do jej omówienia w kolejnej części rozdziału.

Mikrostruktura strefy przejściowej ITZ w betonach lekkich różni się istotnie od obserwowanej w betonach zwykłych, co wynika przede wszystkim z porowatości i charakteru powierzchni kruszyw lekkich. Badania mikrostrukturalne wykazują, że w LWAC zaczyn może penetrować pory kruszywa na głębokość od kilku do kilkunastu mikrometrów, co prowadzi do bardziej rozmytej i jednorodnej struktury ITZ oraz redukcji jej porowatości o około 10–30% w stosunku do betonów na kruszywie naturalnym [13, 14]. Ilustruje to **RYS. 3**, przedstawiający porównanie ITZ w betonie zwykłym (A) oraz lekkim (B) na podstawie [14], gdzie wyraźnie widoczna jest szersza i bardziej porowata ITZ w betonie na kruszywie naturalnym oraz zagęszczona, częściowo penetrowana przez zaczyn ITZ w LWAC. Zjawisko to jest wzmacniane przez redystrybucję wilgoci z kruszywa wstępnie nasyczonego, która sprzyja równomiernej hydratacji w strefie

kontaktu i ogranicza powstawanie mikroszczelin związanych z lokalnym przesuszeniem matrycy [11, 12]. Wpływ zmodyfikowanej ITZ na właściwości mechaniczne LWAC potwierdzają badania wytrzymałościowe – w betonach o lepiej rozwiniętej i bardziej jednorodnej ITZ obserwuje się wzrost wytrzymałości na ściskanie o około 5–15% oraz poprawę wytrzymałości na rozciąganie i odporności na propagację pęknięć w porównaniu z betonami o bardziej porowatej i wyraźnie zaznaczonej ITZ [15]. Jednocześnie obrazy SEM/BSE wskazują, że w LWAC inicjacja mikropęknięć częściej zachodzi w matrycy cementowej niż w ITZ, co świadczy o mniejszym kontraście sztywności między fazami oraz większej zdolności ITZ do przenoszenia naprężeń [13]. W rezultacie strefa przejściowa w betonach lekkich nie stanowi wyraźnej strefy osłabienia, a jej właściwości pozostają silnie zależne od struktury i stanu nasycenia kruszywa, co ma istotne znaczenie zarówno dla wytrzymałości, jak i mechaniki pęknięcia LWAC.

ASPEKTY PROJEKTOWE I TECHNOLOGICZNE

Pomimo ponad stuletniej historii betony lekkie nadal stanowią niewielki segment rynku materiałów cementowych – szacuje się, że ich udział w globalnej produkcji nie przekracza 5% [16]. Wynika to przede wszystkim z większej wrażliwości mieszanek LWAC na zmienność właściwości kruszyw lekkich, co przekłada się na trudności w zachowaniu stabilnej urabialności, przewidywalnego efektywnego stosunku w/c oraz jednorodnej mikrostruktury ITZ. Zjawiskiem kluczowym dla technologii betonów lekkich jest intensywna, dynamiczna absorpcja wody przez porowate kruszywo, prowadząca do zmiany konsystencji mieszanki oraz jej zwięzłości w czasie mieszania.

Dynamiczna absorpcja wody przez LWA może w pierwszych 10 minutach odpowiadać 40–60% ich całkowitej nasiąkliwości [11, 12], co oznacza pochłanianie 10–25% wody zarobowej w mieszance. Już po 2–3 minutach zaczyn traci znaczną część wolnej wody, a mieszanka ulega zagęszczeniu. W konsekwencji efektywny stosunek w/c może ulec obniżeniu o 10–20% w zależności od wilgotności kruszywa [11]. Zjawisko to jest znacznie silniejsze niż w betonach zwykłych, dlatego projektowanie LWAC wymaga precyzyjnego bilansowania wody oraz kontroli stanu wilgotności kruszywa [17].

Wobec powyższego, istotnym zagadnieniem technologicznym jest sposób przygotowania kruszywa lekkiego. Zgodnie z obserwacjami Domagały [18], niewłaściwie dobrany zakres wstępnego nawilżenia może prowadzić do dwóch niekorzystnych efektów: nagłej utraty »

» konsystencji w przypadku kruszywa zbyt suchego, intensywnie absorbującego wodę, oraz osłabienia ITZ w przypadku dodania wody kompensacyjnej w ilości przekraczającej krótkoterminową chłonność kruszywa. W praktyce technologicznej stosuje się dwa podejścia ograniczające te zjawiska: pełne lub częściowe nasycenie wstępne kruszywa (SSD) albo korektę wodną w recepturze. Liczne badania dowodzą, że presaturacja kruszywa zwiększa stabilność konsystencji – redukując zmienność opadu stożka o 30–50% – oraz zmniejsza rozrzut wytrzymałości na ściskanie o 10–15% [11, 12, 17]. Z kolei metoda kompensacji wodnej, choć prostsza, może prowadzić do niestabilności konsystencji lub nadmiernego uplastycznienia ITZ, jeśli jej wielkość nie została dobrana precyzyjnie [18].

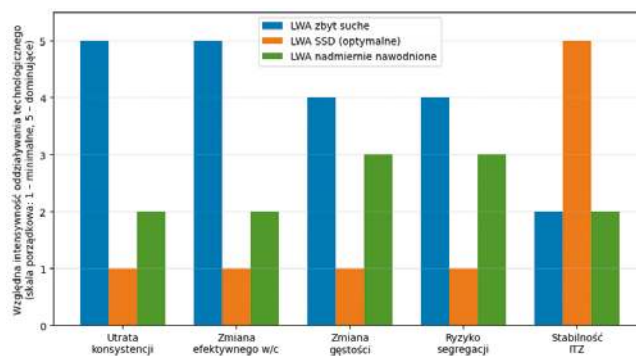
Ważnym zagadnieniem jest również wpływ wilgotności LWA na gęstość mieszanki. Zmiana wilgotności kruszywa o zaledwie 1% powoduje zmianę gęstości mieszanki o 20–40 kg/m³, natomiast różnice rzędu 2–3% mogą prowadzić do odchyłń sięgających 80–150 kg/m³ [16, 17, 18]. W praktyce laboratoryjnej wymaga to monitorowania wilgotności każdej partii kruszywa, a w produkcji przemysłowej – stosowania procedur szybkiego oznaczania nasiąkliwości i korekt recepturowych.

Kolejny istotny aspekt to sposób mieszania i kolejność dozowania składników. Badania nad dynamiką absorpcji wody przez LWA [11, 12, 17] wskazują, że mieszanki przygotowywane z kruszywem o niestabilizowanej wilgotności wymagają dłuższego czasu mieszania lub dodatkowego zagęszczania, a zbyt wczesne wprowadzenie kruszywa prowadzi do gwałtownego poboru wody i szybkiej zmiany konsystencji. Wytyczne dotyczące betonów lekkich [16] zalecają dozowanie kruszywa po wytworzeniu jednorodnego zaczynu cementowego oraz stosowanie skorygowanej ilości wody zarobowej, co ogranicza zmienność właściwości reologicznych mieszanki. Wskazuje się jednocześnie, że przy kruszywach o dużej sorpcji krótkoterminowej wtórne mieszanie może poprawić jednorodność struktury [18].

Znaczącym zagadnieniem technologicznym jest podatność mieszanki LWAC na segregację składników, wynikająca przede wszystkim z dużej różnicy gęstości pomiędzy matrycą cementową a porowatym, lekkim kruszywem. Wytyczne dotyczące betonów lekkich [16] wskazują, że ryzyko segregacji jest 2–4-krotnie wyższe niż w betonach zwykłych, zwłaszcza w mieszankach o podwyższonej płynności. Zjawisko to można ograniczyć poprzez stabilizację wilgotności kruszywa, stosowanie dodatków zwiększających lepkość matrycy lub napowietrzanie mieszanki [16, 19]. Domieszki modyfikujące lepkość mogą redukować intensywność segregacji nawet o 40–60%, zapewniając bardziej równomierny rozkład kruszywa w objętości i zmniejszając ryzyko lokalnej utraty gęstości [16, 19].

Proces pielęgnacji LWAC wymaga uwzględnienia zarówno wewnętrznej nawilżania wynikającego z uwalniania wody z kruszywa, jak i zwiększonego tempa wysychania powierzchni elementu. W literaturze wskazuje się, że w pierwszych dobach dojrzewania betony lekkie tracą wilgoć szybciej niż betony zwykłe, co może prowadzić do niekorzystnych gradientów wilgotności i lokalnych naprężeń skurczowych [11, 18]. Dlatego zalecane jest stosowanie wydłużonej pielęgnacji wilgotnościowej oraz ograniczenie cyrkulacji powietrza wokół elementów formowanych z LWAC.

Omówione powyżej aspekty technologiczne mieszanki LWAC znajdują swoje syntetyczne odzwierciedlenie na RYS. 4, który ilustruje, jak ścisłej kontroli wymaga technologia betonów lekkich w zakresie stanu wilgotności kruszywa, odpowiedniego prowadzenia procesu mieszania oraz właściwych warunków pielęgnacji. Mimo większej złożoności technologicznej niż w betonach zwykłych,



RYS. 4 Ocena wpływu wilgotności kruszywa lekkiego na kluczowe aspekty technologiczne mieszanki LWAC (1 – oddziaływanie minimalne, 5 – oddziaływanie dominujące); rys.: autor na podstawie [11, 12, 16–19]

badania [11, 12, 16–19] potwierdzają, że stabilne i jednorodne mieszanki LWAC mogą być uzyskiwane przy konsekwentnym stosowaniu opisanych procedur, co stanowi podstawę dla dalszych rozważań dotyczących współczesnych receptur betonów lekkich w kolejnym rozdziale.

WSPÓŁCZESNE KIERUNKI ROZWOJU

W ostatnich latach rozwój betonów lekkich koncentruje się nie tylko na redukcji gęstości objętościowej, lecz również na poprawie ich właściwości mechanicznych, trwałości oraz funkcjonalności. Współczesne badania obejmują m.in. zastosowanie zbrojenia rozproszonego, wykorzystanie kruszyw i dodatków pochodzących z recyklingu oraz modyfikację składu betonu w kierunku materiałów niskoemisyjnych i wielofunkcyjnych. Choć zbrojenie rozproszone było pierwotnie rozwijane i szeroko badane w odniesieniu do betonów zwykłych, w ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie jego zastosowaniem w betonach lekkich, gdzie odgrywa ono szczególnie istotną rolę w ograniczaniu kruchości materiału i stabilizacji zachowania po zarysowaniu. Poniżej przedstawiono najważniejsze kierunki rozwoju betonów lekkich, które obecnie dominują w badaniach naukowych i znajdują stopniowe zastosowanie w praktyce inżynierskiej.

Betony zbrojone włóknami i mikroprętami

Jednym z istotnych ograniczeń betonów lekkich, wynikającym z porowatej struktury kruszyw lekkich oraz osłabionej strefy przejściowej pomiędzy kruszywem a matrycą cementową, jest ich zwiększona kruchość oraz ograniczona odporność na pękanie w porównaniu z betonami zwykłymi [2, 9]. W odpowiedzi na te ograniczenia obserwuje się dynamiczny rozwój rozwiązań materiałowych opartych na zbrojeniu rozproszonym, którego celem jest poprawa ciągliwości, kontrola rozwoju rys oraz zwiększenie zdolności do przenoszenia obciążeń po zarysowaniu.

Zbrojenie rozproszone w postaci włókien stanowi obecnie jedno z najczęściej badanych rozwiązań modyfikujących właściwości betonów lekkich. Mechanizm jego działania polega na przenoszeniu naprężeń przez elementy zbrojące przecinające rysy, co prowadzi do opóźnienia ich propagacji oraz zwiększenia energii pękania materiału [20, 21]. Analiza wyników badań wskazuje, że zastosowanie włókien stalowych (np. prostych, hakowych lub fałstych), bazaltowych oraz syntetycznych (polipropylenowych) w betonach lekkich prowadzi do istotnej poprawy właściwości mechanicznych po zarysowaniu. W zależności od rodzaju i ilości zbrojenia rozproszonego

obserwowany wzrost tych parametrów może być rzędu 20–40% w porównaniu z betonami niezbrojonymi, przy zachowaniu zbliżonej gęstości objętościowej kompozytu [22, 23]. W badaniach eksperymentalnych odnotowano ponadto wzrost wytrzymałości na zginanie o 25–50%, a także znaczące zwiększenie energii pęknięcia oraz nośności rezydualnej po zarysowaniu, co ma kluczowe znaczenie dla pracy elementów cienkościennych i narażonych na obciążenia zmienne [22, 23].

Skuteczność zbrojenia rozproszonego zależy również od geometrii włókien. Wykazano, że zmiana kształtu włókien stalowych, w szczególności zastosowanie włókien falisto-haczykowatych w miejsce klasycznych włókien haczykowatych, prowadzi do korzystniejszych charakterystyk pracy elementów zginanych oraz poprawy efektywności zakotwienia włókien w matrycy cementowej, co przekłada się na wyższe wartości nośności i lepszą kontrolę rozwoju rys [24].

W przeciwieństwie do klasycznych włókien, które charakteryzują się niewielką średnicą i dużą smukłością, mikroprety (mini-bars) stanowią krótkie, względnie sztywne elementy zbrojące o większym przekroju poprzecznym, zdolne do przenoszenia wyższych sił rozciągających w strefach zarysowanych. Różnice geometryczne i mechaniczne pomiędzy włóknami a mikropretami prowadzą do odmiennych mechanizmów współpracy z matrycą cementową, co ma bezpośrednie konsekwencje dla nośności po zarysowaniu oraz charakteru rozwoju pęknięć. Badania wykazały, że zastosowanie mikropretów, w szczególności wykonanych z bazaltu, sprzyja zwiększeniu nośności elementów po zarysowaniu oraz opóźnieniu inicjacji rys, przy jednoczesnym zachowaniu stabilnej pracy w stanie zarysowanym, podczas gdy włókna wykazują korzystniejszy wpływ na energię pęknięcia i zdolność do rozpraszania rys [25].

Choć znaczna część badań nad mikropretami oraz zbrojeniem hybrydowym prowadzona była pierwotnie w odniesieniu do betonów zwykłych, opisywane mechanizmy współpracy włókien i sztywniejszych elementów zbrojących z matrycą cementową mają charakter uniwersalny i są w dużym stopniu niezależne od gęstości betonu. Najkorzystniejsze efekty mechaniczne uzyskuje się jednak w przypadku zbrojenia hybrydowego, łączącego włókna i mikroprety. W tego typu układach obserwuje się wyraźny podział ról elementów zbrojących, w którym włókna krótkie odpowiadają za kontrolę mikrorys i opóźnienie inicjacji pęknięcia, natomiast elementy dłuższe lub sztywniejsze przejmują obciążenia przy większych rozwarciach rys, co prowadzi do efektu synergii objawiającego się wzrostem energii pęknięcia, nośności po zarysowaniu oraz ciągliwości materiału [26, 27].

W ostatnich latach obserwuje się również rozwój betonów lekkich, w których zbrojenie rozproszone w postaci włókien oraz mikropretów łączone jest z matrycami o podwyższonej wytrzymałości. W tego typu kompozytach kluczowe znaczenie ma odpowiedni dobór rodzaju, geometrii oraz objętościowego udziału elementów zbrojących, co pozwala na aktywację mechanizmów mostkowania rys, co pozwala na ich rozwarcia. Badania wykazały, że zastosowanie układów hybrydowych, obejmujących włókna o zróżnicowanej długości i sztywności, sprzyja jednoczesnemu zwiększeniu nośności po zarysowaniu, energii pęknięcia oraz zdolności do kontrolowanego odkształcania materiału, nawet przy obniżonej gęstości objętościowej kompozytu [27].

Betony z kruszywami z recyklingu

Zastosowanie kruszyw z recyklingu stanowi jeden z głównych kierunków rozwoju współczesnych betonów, w tym betonów lekkich i modyfikowanych. W badaniach i zastosowaniach inżynierskich

wykorzystywane są przede wszystkim: kruszywa betonowe z rozbiórek (RCA), drobne frakcje betonowe powstające w procesach kruszenia i sortowania odpadów betonowych, odpady ceramiczne (np. cegła i dachówka), a także odpadowe szkło (szkło sodowo-wapniowe), popioły lotne oraz żużle hutnicze, jak również inne materiały odpadowe pochodzenia mineralnego, które mogą być zagospodarowane w technologii betonu [3, 5, 6, 28].

Materiały te znajdują zastosowanie w betonie na dwa zasadnicze sposoby. Pierwszy polega na ich bezpośrednim wykorzystaniu jako zamiennika kruszyw naturalnych w betonach konstrukcyjnych, co prowadzi do zmian właściwości materiałowych betonu. Literatura wskazuje, że przy częściowym zastąpieniu kruszywa naturalnego kruszywem z recyklingu (30–50%) wytrzymałość na ściskanie betonu obniża się zazwyczaj o 5–15%, natomiast przy pełnym zastąpieniu spadek ten może osiągać 20–25%, czemu towarzyszy wzrost odkształcalności i obniżenie sztywności materiału [6, 29].

Na poziomie elementów żelbetowych wpływ ten nie przekłada się jednak wprost na obniżenie nośności granicznej, ponieważ jej wartość jest w dużej mierze determinowana przez zbrojenie podłużne oraz mechanizm pracy przekroju po zarysowaniu. Badania belek żelbetowych wykonanych z betonów na kruszywie z recyklingu wykazały, że ich nośność graniczna pozostaje porównywalna z elementami referencyjnymi na kruszywie naturalnym, natomiast różnice ujawniają się przede wszystkim w zakresie sztywności i ugięć w stanie użytkowym, które wzrastają typowo o 10–20% [30, 31].

Drugi kierunek obejmuje przetwarzanie drobnych frakcji betonowych oraz innych odpadów mineralnych w sztuczne kruszywa lekkie, co stanowi bezpośrednie połączenie technologii recyklingu z betonami lekkimi. Kruszywa formowane z recyklingowanych drobnych frakcji betonu osiągają gęstość objętościową rzędu 900–1400 kg/m³ i umożliwiają uzyskanie betonów lekkich o wytrzymałości na ściskanie rzędu 15–30 MPa, przy nasiąkliwości kruszywa porównywalnej z innymi stosowanymi kruszywami lekkimi, takimi jak keramzyt [5].

2026
MATERIALS, STRUCTURES, TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT IN CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING
INTERNATIONAL CONFERENCE

ORGANIZERS
QUALITY AND PRODUCTION MANAGERS ASSOCIATION
DEPARTMENT OF BUILDING PROCESSES ENGINEERING, FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, CZESTOCHOWA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

THE CONFERENCE IS POINTED ON MODERN AND INNOVATIVE THEORETICAL AND PRACTICAL PROBLEMS OF SUSTAINABLE BUILDING AND EXCHANGE OF KNOWLEDGE AND EXPERIENCE BETWEEN THE SCIENTIFIC COMMUNITY AND INDUSTRY.

THE AIM OF THE CONFERENCE IS TO PRESENT THE LATEST MATERIAL, TECHNOLOGICAL, CONSTRUCTION AND SAFE SOLUTIONS FOR MANAGING THE INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROCESS IN MODERN CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING.

<https://wb.pcz.pl/nauka/mstm>
Czestochowa, Poland

NOV | 25-26 | 2026

REKLAMA

» Uzupełnieniem analiz technicznych są badania środowiskowe, które sytuują betony z kruszywami z recyklingu w szerszym kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym. Analizy cyklu życia wskazują, że zastosowanie kruszyw z recyklingu może prowadzić do redukcji potencjału emisji CO₂ betonu o 10–30%, przy czym efekt ten jest silnie zależny od odległości transportu oraz energochłonności procesów przetwarzania materiałów odpadowych [32]. Jednocześnie największe korzyści środowiskowe uzyskuje się w układach lokalnych, w których recykling odpadów budowlanych ogranicza zużycie surowców pierwotnych oraz ilość odpadów kierowanych na składowiska.

Betony z dodatkami mineralnymi i biokompozyty

Istotnym kierunkiem rozwoju współczesnych betonów lekkich jest modyfikacja składu matrycy cementowej poprzez zastosowanie dodatków mineralnych oraz komponentów pochodzenia odpadowego i biologicznego. W przypadku betonów lekkich rozwiązania te pełnią podwójną rolę: z jednej strony pozwalają na poprawę trwałości i stabilności właściwości użytkowych, z drugiej – umożliwiają ograniczenie zużycia cementu portlandzkiego i redukcję oddziaływania środowiskowego materiału.

W betonach lekkich najczęściej stosowanymi dodatkami mineralnymi są popioły lotne oraz żużle wielkopieczowe. Zastąpienie cementu tymi dodatkami w zakresie typowo stosowanym w betonach lekkich (ok. 20–40%) sprzyja poprawie trwałości betonu, w szczególności poprzez ograniczenie przepuszczalności oraz spowolnienie transportu jonów agresywnych, a także poprzez obniżenie efektów cieplnych związanych z hydratacją spoiwa. Efekty te mają szczególne znaczenie w LWAC, gdzie zwiększona porowatość kruszyw lekkich może sprzyjać intensyfikacji procesów transportu wilgoci i substancji agresywnych, a dodatki mineralne przyczyniają się do zagęszczenia matrycy cementowej oraz stabilizacji jej właściwości w długim okresie eksploatacji [2, 16, 33].

Odrębną grupę stanowią popioły z biomasy, które były dotychczas badane głównie w odniesieniu do betonów zwykłych. Badania

porównawcze wykazały, że mimo większej zmienności składu chemicznego w porównaniu z popiołami węglowymi, odpowiednio przetworzone popioły z biomasy mogą pełnić funkcję częściowego zamiennika cementu przy zachowaniu akceptowalnych parametrów wytrzymałościowych i trwałościowych [34]. Z uwagi na dominującą rolę matrycy cementowej w kształtowaniu właściwości betonów lekkich, a także analogiczne mechanizmy oddziaływania dodatków mineralnych na mikrostrukturę zaczynu, rozwiązania te mogą być rozważane również w LWAC, szczególnie w zastosowaniach o podwyższonych wymaganiach środowiskowych [2, 18].

Ponadto w ostatnich latach rośnie zainteresowanie geopolimerami jako alternatywnym spoiwem w betonach, w tym w betonach na kruszywach lekkich. Ich zastosowanie prowadzi do zastąpienia klasycznej hydratacji cementu portlandzkiego procesem aktywacji alkalicznej, polegającym na reakcji wiązania materiałów bogatych w krzem i glin (np. popiołów lotnych lub żużli). Badania wskazują, że geopolimerowe spoiwa wytwarzane z odpadów mineralnych umożliwiają uzyskanie wytrzymałości na ściskanie rzędu 10–30 MPa, przy jednoczesnej redukcji emisji CO₂ nawet o 40–80% w porównaniu z betonami na cemencie portlandzkim [35]. Zakres ten odpowiada klasom wytrzymałości typowo stosowanym w betonach lekkich o charakterze niekonstrukcyjnym i półkonstrukcyjnym, jednak dalsze zastosowania konstrukcyjne wymagają spełnienia kryteriów projektowych analogicznych do tych określonych dla LWAC w dokumentach normowych i wytycznych [2, 16].

Prace przeglądowe dotyczące bio- i eco-betonów wskazują, że betony lekkie – ze względu na obniżoną masę własną, możliwość szerokiego wykorzystania dodatków mineralnych oraz kompatybilność z materiałami odpadowymi – stanowią naturalny obszar implementacji rozwiązań zgodnych z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym [36]. Jednocześnie literatura dotycząca betonów lekkich podkreśla, że redukcja masy własnej konstrukcji, ograniczenie zużycia cementu oraz poprawa trwałości eksploatacyjnej elementów stanowią kluczowe czynniki środowiskowe w całym cyklu życia obiektu

Kierunek modyfikacji	Główna funkcja	Wpływ mechaniczny	Wpływ trwałościowy	Potencjał środowiskowy
 Zbrojenie rozproszone (włókna, mikropręty)	Praca po zarysowaniu	● Nośność rezydualna ● Energia pękania	● Kontrola rys	● Neutralny
 Zbrojenie hybrydowe	Synergia mechanizmów	● Ciągliwość ● Kontrola rys	● Ograniczenie rozwoju rys	● Neutralny
 RCA (kruszywa z recyklingu)	Redukcja zużycia surowców pierwotnych	● Sztywność (SLS) ● Nośność graniczna (ULS)	● ITZ ● Nasiąkliwość	● Redukcja zużycia surowców pierwotnych
 LWA z recyklingu (sztuczne kruszywa lekkie)	Redukcja masy własnej	● Wytrzymałość ● Odształcalność	● Porowatość kruszywa	● Korzyść środowiskowa
 Dodatki mineralne	Modyfikacja matrycy	● Wytrzymałość	● Zagęszczenie matrycy ● Trwałość	● Korzyść środowiskowa
 Geopolimery	Zmiana spoiwa	● Wytrzymałość ● Tempo narastania wytrzymałości	● Skład mieszaniny ● Warunki dojrzewania	● Korzyść środowiskowa (redukcja śladu węglowego)

Legenda: ● wyraźnie korzystny wpływ ● korzystny wpływ ● neutralny/zależny od ● potencjalnie niekorzystny wpływ

TABELA Zestawienie głównych kierunków modyfikacji betonów oraz ich konsekwencji materiałowych; oprac. własne

[2, 10, 18]. W tym ujęciu LWAC przestają być jedynie materiałem o obniżonej gęstości, a stają się istotnym elementem systemowego zagospodarowania surowców mineralnych i odpadowych w nowoczesnym budownictwie.

Omówione w rozdziale kierunki modyfikacji betonów różnią się zarówno mechanizmem działania, jak i wpływem na właściwości mechaniczne, trwałościowe oraz środowiskowe. Ich syntetyczne porównanie przedstawiono w **TABELI**.

WNIOSKI

Analiza literatury wskazuje, że betony lekkie i modyfikowane stanowią dynamicznie rozwijającą się grupę kompozytów cementowych, w których właściwości materiałowe kształtowane są poprzez świadome łączenie rozwiązań technologicznych, materiałowych i środowiskowych. Współczesne podejście do projektowania tych materiałów coraz częściej odchodzi od kryteriów opartych wyłącznie na wytrzymałości na ściskanie na rzecz oceny wielokryterialnej, obejmującej zachowanie betonu po zarysowaniu, odkształcalność, trwałość oraz wpływ środowiskowy w całym cyklu życia.

Zastosowanie kruszyw lekkich oraz kruszyw z recyklingu prowadzi do istotnych zmian w sztywności i mechanizmach odkształceń betonu, które ujawniają się przede wszystkim w stanie użytkowym konstrukcji. Jednocześnie zbrojenie rozproszone, w szczególności w układach hybrydowych, umożliwia poprawę ciągliwości, nośności rezydualnej oraz kontroli rozwoju rys, kompensując ograniczenia wynikające z obniżonej sztywności matrycy.

Istotnym kierunkiem rozwoju pozostaje również modyfikacja matrycy cementowej poprzez dodatki mineralne oraz alternatywne spoiwa geopolimerowe, które sprzyjają poprawie trwałości i stabilności właściwości użytkowych betonów, a jednocześnie umożliwiają ograniczenie zużycia cementu portlandzkiego i redukcję emisji CO₂. Przyszły rozwój betonów lekkich i modyfikowanych będzie opierał się na synergicznym łączeniu kruszyw o obniżonej gęstości, zbrojenia rozproszonego oraz innowacyjnych spoiw, przy jednoczesnym uwzględnieniu wymagań konstrukcyjnych, technologicznych i środowiskowych.

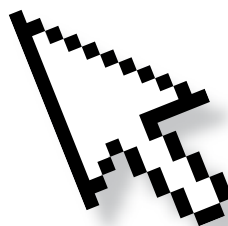
LITERATURA

1. PN-EN 13055-1, „Kruszywa lekkie – Część 1: Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i zaczynu”.
2. S. Chandra, L. Berntsson, „Lightweight Aggregate Concrete: Science, Technology and Applications”, Noyes Publications: Norwich, NY, USA 2002.
3. D.L. Chuan Hao, R.A. Razak, Z. Yahya, M.M. Al Bakri Abdullah, A. Abdullah, „Properties of Artificial Lightweight Aggregates from Various Industrial Wastes”, „Archives of Metallurgy and Materials” 2024. <https://doi.org/10.24425/amm.2024.151407>
4. L. Domagała, „The Properties of Lightweight Aggregates Pre-Coated with Cement Pastes and Their Suitability for Concrete”, „Materials” 2021, 14, 6417. <https://doi.org/10.3390/ma14216417>
5. E. Gosk, et al., „The Basic Properties of Lightweight Artificial Aggregates Made with Recycled Concrete Fines”, „Sustainability” 2024, 16, 9134. <https://doi.org/10.3390/su16209134>
6. M. Kosior-Kazberuk, M. Grzywa, „Recycled Aggregate Concrete as Material for Reinforced Concrete Structures”, „Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering” 2014, 7(2). <https://doi.org/10.5755/j01.sace.7.2.7135>
7. PN-EN 206, „Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.
8. PN-EN 1992-1-1, „Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków”.
9. N. Narayanan, K. Ramamurthy, „Structure and properties of aerated concrete: A review”, „Cement & Concrete Composites” 2000, 22, 321–329. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(00\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(00)00016-0)
10. J.A. Bogas, M.G. Gomes, S. Real, „Capillary absorption of structural lightweight aggregate concrete”, „Materials and Structures” 2015, 48, 2869–2883. <https://doi.org/10.1617/s11527-014-0364-x>
11. R. Henkensiefken, J. Castro, D. Bentz, T. Nantung, J. Weiss, „Water Absorption in Internally Cured Mortar Made with Water-Filled Lightweight Aggregate”, NIST: Gaithersburg, MD, USA, »



PROMOCJA

IZOLACJE.com.pl
budownictwo | przemysł | ekologia



- » 2009. <https://www.nist.gov/publications/water-absorption-internally-cured-mortar-made-water-filled-lightweight-aggregate>
12. D.P. Bentz, J. Weiss, „Internal Curing with Lightweight Aggregates”, ACI SP-270; American Concrete Institute: Farmington Hills, MI, USA 2011.
 13. P. Vargas, O. Restrepo-Baena, J.I. Tobón, „Microstructural analysis of interfacial transition zone (ITZ) and its impact on the compressive strength of lightweight concretes”, „Construction and Building Materials” 2017, 137, 381–389. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.101>
 14. J. Zhou, Y. Dong, T. Qiu, J. Lv, P. Guo, X. Liu, „The Microstructure and Modification of the Interfacial Transition Zone in Lightweight Aggregate Concrete: A Review”, „Buildings” 2025, 15, 2784. <https://doi.org/10.3390/buildings15152784>
 15. B. Chen, J. Liu, B. Li, „A Study of Interfacial Transition Zone in Lightweight Aggregate Concrete”, „Advanced Materials Research” 2011, 194–196, 935–939. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.194-196.935>
 16. ACI Committee 213. „Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete (ACI 213R-14)”; American Concrete Institute: Farmington Hills, MI, USA 2014.
 17. L. Domagała, „The Effect of Lightweight Aggregate Water Absorption on the Reduction of Water–Cement Ratio in Fresh Concrete”, w „Proc. 4th Int. Conf. Sustainable Construction Materials and Technologies (SCMT4)”; Las Vegas, NV, USA 2016. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815010930>
 18. L. Domagała, „Lekkie betony konstrukcyjne – projektowanie, wykonywanie, właściwości”, „Przegląd Budowlany” 2016, 9, 38–45.
 19. J.A. Bogas, A. Gomes, „A Simple Mix Design Method for Structural Lightweight Aggregate Concrete”, „Materials and Structures” 2013, 46, 1919–1935. <https://doi.org/10.1617/s11527-013-0029-1>
 20. T. Ponikiewski, J. Gołaszewski, M. Rudzki, M. Bugdol, „Determination of steel fibres distribution in concrete beams using X-ray computed tomography”, „Archives of Civil and Mechanical Engineering” 2015, 15, 558–568. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2014.08.008>
 21. A.M. Brandt, „Cement-Based Composites: Materials, Mechanical Properties and Performance”, Taylor & Francis: London, UK 2008.
 22. Q. Liao, et al., „A Review on the Mechanical Performance and Durability of Fiber-Reinforced Lightweight Concrete”, „The Journal of Building Engineering” 2024, 88, 109121. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.109121>
 23. H. Wei, et al., „Properties of Lightweight Aggregate Concrete Reinforced with Various Fibers”, „Materials” 2020, 13, 640. <https://doi.org/10.3390/ma13030640>
 24. T. Ponikiewski, G. Cygan, M. Boś, et al., „Wpływ kształtu włókien stalowych na właściwości mechaniczne betonu”, [w:] Materiały Konferencyjne Dni Betonu 2023; Wisła 2023. https://www.dnibetonu.com/wp-content/pdfs/2023/Ponikiewski_Cygan_Bos_inni.pdf
 25. J. Krassowska, M. Kosior-Kazberuk, M. Słowik, A. Akram, „The Potential of Concrete with Basalt Mini-Bars as Reinforcement”, „Economics and Environment” 2024, 88(1), 1–15. <https://ekonomiaisrodowisko.pl/journal/article/view/776>
 26. N. Banthia, R. Gupta, „Hybrid Fiber Reinforced Concrete (HyFRC): Fiber Synergy in High Strength Matrices”, „Materials and Structures” 2004, 37, 707–716. <https://doi.org/10.1007/BF02480516>
 27. A. Bentur, S. Mindess, „Fibre Reinforced Cementitious Composites”, 2nd ed.; Taylor & Francis: London, UK 2007.
 28. R.V. Silva, J. de Brito, R.K. Dhiri, „Properties and Composition of Recycled Aggregates from Construction and Demolition Waste Suitable for Concrete Production”, „Construction and Building Materials” 2014, 65, 201–217. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.117>
 29. C. Thomas, J. Setién, J.A. Polanco, P. Alaejos, M. Sánchez de Juan, „Durability of Recycled Aggregate Concrete: A Review”, „Construction and Building Materials” 2013, 40, 1054–1065. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.106>
 30. B. Sadowska-Buraczewska, D. Barnat-Hunek, M. Szafraniec, „Influence of Recycled High-Performance Aggregate on Deformation and Load-Carrying Capacity of Reinforced Concrete Beams”, „Materials” 2020, 13, 186. <https://doi.org/10.3390/ma13010186>
 31. B. Sadowska-Buraczewska, J. Kujawska, „Comparison of Mechanical Properties of Reinforced Concrete Beams Made with Recycled and Natural Aggregate”, „Advances in Science and Technology Research Journal” 2024, 18(6), 465–475. <https://doi.org/10.12913/22998624/190252>
 32. W. Xing, V.W.Y. Tam, K.N. Le, J.L. Hao, J. Wang, „Life Cycle Assessment of Recycled Aggregate Concrete on Its Environmental Impacts: A Critical Review”, „Construction and Building Materials” 2022, 317, 125950. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125950>
 33. A. Szcześniak, J. Zychowicz, A. Stolarski, „Influence of Fly Ash Additive on the Properties of Concrete with Slag Cement”, „Materials” 2020, 13, 3265. <https://doi.org/10.3390/ma13153265>
 34. S. Wang, „Comprehensive Study of Biomass Fly Ash in Concrete”, „Fuel” 2007, 86, 2210–2218. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.02.019>
 35. K. Kalinowska-Wichrowska, E. Pawluczuk, M. Bottryk, A. Nietupski, „Geopolymer Concrete with Lightweight Artificial Aggregates”, „Materials” 2022, 15, 3012. <https://doi.org/10.3390/ma15093012>
 36. M.J. Al-Kheetan, M.M. Rahman, D.A. Chamberlain, „Current Insight on Eco-Friendly Concrete: A Review”, „Buildings” 2025, 15, 682. <https://doi.org/10.3390/buildings15050682>

KRZYSZTOF KLIMASZEWSKI ukończył Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej, studia I i II stopnia, kierunek: Budownictwo, specjalizacja: Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie, a także w Katedrze Zarządzania Projektami Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie ukończył

Podyplomowe Studia Menedżerskie. Jest doktorantem w Katedrze Konstrukcji Budowlanych i Mechaniki Budowli. Pracuje jako menedżer projektów badawczo-rozwojowych z zakresu budownictwa prefabrykowanego panelowego i modułowego.

Konsekwencje stosowania hydrofobizatorów w aspektach reologicznym i mechanicznym oraz ich analiza w reżymie normy EN 934-3

Woda jest głównym czynnikiem powodującym degradację betonu, zapraw oraz innych materiałów kapilarno-porowatych. Przenikając do wnętrza struktury, przenosi rozpuszczone sole, przyspiesza korozję zbrojenia i powoduje uszkodzenia mrozowe.

Ochrona materiałów budowlanych przed wilgocią za pomocą domieszek hydrofobowych to standard we współczesnej technologii betonu i zapraw. Wśród najpopularniejszych środków znajdują się sole wyższych kwasów tłuszczowych – stearyniany i oleiniany. Choć skutecznie redukują podciąganie kapilarne, ich obecność w układzie mineralnym wywołuje szereg wtórnych konsekwencji. Jak te konkretne związki modyfikują reologię świeżej mieszanki, parametry mechaniczne stwardniałego kompozytu oraz jego długoterminową trwałość?

MECHANIZM DZIAŁANIA STEARYNIANÓW I OLEINIANÓW

Zarówno stearyniany, jak i oleiniany to związki powierzchniowo czynne (surfaktanty) o budowie amfifilowej. Składają się z polarnej, hydrofilowej „główki” oraz długiego, niepolarnego łańcucha węglowodorowego („ogona” hydrofobowego).

Stearyniany posiadają nasycony łańcuch węglowodorowy i działają jako natychmiastowa, fizyczna zaporę przeciwwodną, oleiniany zaś posiadają łańcuch nienasycony z jednym wiązaniem podwójnym, który tworzy hydrofobowe mydła wapniowe po reakcji z wodorotlenkiem wapnia w matrycy cementowej [1].

Podczas mieszania zapraw z wodą polarne główki (kationy metali takich jak Ca^{+2} , Zn^{+2} , Na^{+} , Mg^{+2}) mogą reagować ze składnikami cementu, podczas gdy hydrofobowe ogony kierują się na zewnątrz, wypełniając pory kapilarne. Zmienia to drastycznie kąt zwilżania powierzchni porów, blokując wnikanie wody. »

 **Innowacje inspirowane naturą**



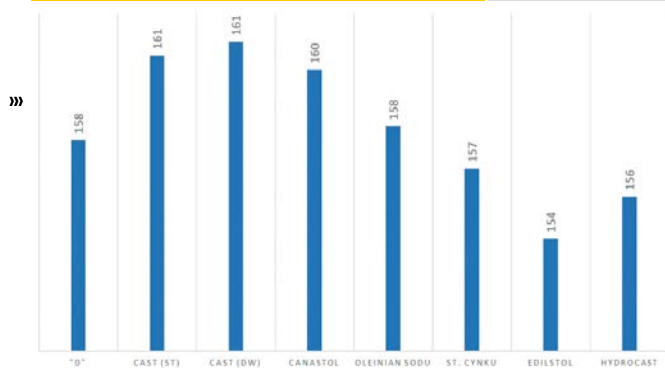
» Naturalne produkty z drewna i celulozy » Włókna, granulat, hydrozele

RETTENMAIER Polska Sp. z o.o.
ul. Bitwy Warszawskiej 1920r. 7b
02-366 Warszawa
tel. kom.: +48 600 423 423

CANASTOL®

- » Skuteczna hydrofobizacja – trwałe i odporne na warunki pogodowe elewacje
- » Poprawa właściwości roboczych – wydłużony czas otwarty
- » Zwiększenie wytrzymałości na ściskanie – lepsze parametry mechaniczne
- » Skuteczne uszczelnienie mikroporów – redukcja wykwitów solnych





RYS. 1 Konsystencja mieszanki mineralnej z zastosowaniem środków hydrofobowych JRS; rys.: autorka

ASPEKT REOLOGICZNY I ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY KONSYSTENCJĄ A ZAWARTOŚCIĄ POWIETRZA

Obecność środków hydrofobowych modyfikuje właściwości reologiczne matrycy mineralnej. W ostatnich badaniach wykonanych w Laboratorium EFEKT [2] oleinian sodu i stearynian cynku napowietrzały układ, a stearynian wapna zwiększał właściwości smarne, ułatwiał zagładzanie. Zrozumienie korelacji między konsystencją (płynnością) a stopniem napowietrzenia ma kluczowe znaczenie dla kontrolowania świeżej mieszanki.

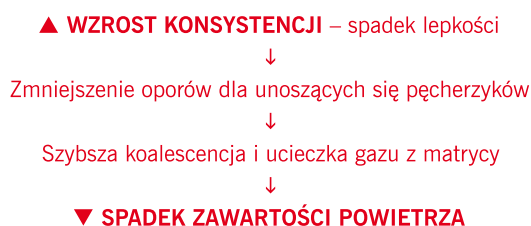
MECHANIZM „ŁOŻYSKA KULKOWEGO” – THE BALL-BEARING EFFECT

Będąc surfaktantami, stearyniany i oleiniany obniżają napięcie powierzchniowe wody zarobowej. Skutkuje to wprowadzaniem do układu mikroskopijnych pęcherzyków powietrza. Pęcherzyki te działają wewnątrz struktury fizycznej jak mikroskopijne łożyska kulkowe, redukując tarcia wewnętrzne pomiędzy ziarnami kruszywa a cząstkami cementu.

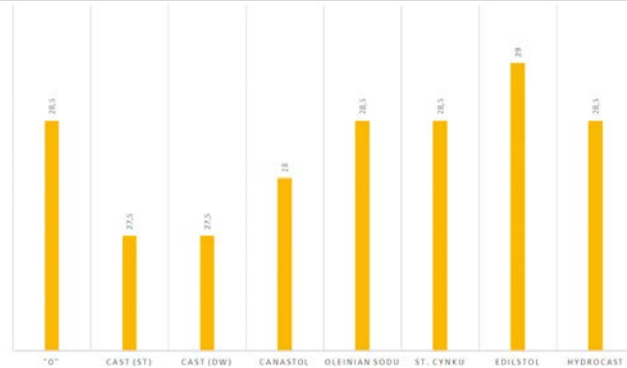
W rezultacie stearyniany wapnia w mieszankach mineralnych, w początkowej fazie wraz z niższą zawartością powietrza, wykazują wyraźny wzrost konsystencji. Mieszanka staje się bardziej plastyczna, ciekła i łatwiejsza w obróbce bez konieczności zwiększania ilości wody przy stałym wskaźniku w/c. Oleiniany, ze względu na obecność wiązania podwójnego w strukturze, wykazują znacznie większą zdolność do pienienia niż nasycone stearyniany.

MECHANIZM ZWROTNY: JAK WZROST KONSYSTENCJI OBNIŻA ZAWARTOŚĆ POWIETRZA

Dynamika zmian reologicznych szybko uruchamia jednak proces odwrotny. Zjawisko to opiera się na fizycznej zależności między lepkością matrycy a możliwością ewakuacji gazu:



Zgodnie z zasadami reologii, prędkość wznoszenia się pęcherzyka powietrza w cieczy jest odwrotnie proporcjonalna



RYS. 2 Zawartość powietrza mineralnej z zastosowaniem środków hydrofobowych JRS; rys.: autorka

do jej lepkości. Gdy pod wpływem domieszki drastycznie rośnie płynność, a opór matrycy maleje. Pęcherzyki łatwiej zderzają się ze sobą, łącząc się w większe skupiska (koalescencja). Większe pęcherze posiadają większą siłę wyporu, przez co błyskawicznie uciekają z mieszanki na powierzchnię podczas jej mieszania i transportu. W rezultacie bardzo płynna masa wykazuje tendencję do samoczynnego odpowietrzania się, a końcowa zawartość powietrza ulega obniżeniu.

ASPEKT MECHANICZNY I WYMAGANIA NORMOWE WEDŁUG EN 934-3

Zmiany wprowadzone w fazie reologicznej mają bezpośredni wpływ na parametry mechaniczne stwardniałego materiału. Domieszki do zapraw do murów stosowane w przemyśle muszą spełniać rygorystyczne wymagania normy EN 934-3 [3]. Norma ta określa, że 28-dniowa wytrzymałość na ściskanie zaprawy z domieszką musi wynosić minimum 70% wytrzymałości zaprawy kontrolnej.

Silniejsze właściwości napowietrzające oleinianów w porównaniu do stearynianów mogą prowadzić do wyraźniejszego spadku wytrzymałości mechanicznej układu. I choć teoretycznie każdy procent dodatkowego powietrza może obniżyć parametry mechaniczne, zależność ta nie zawsze się potwierdza. W przypadku stearynianów w naszych badaniach w laboratorium odnotowano odwrotny efekt. Zaprawy z domieszką stearynianu uzyskały wyższą wytrzymałość na ściskanie niż próbka kontrolna. Wynik taki spełnia, a wręcz przewyższa, wymagania normy EN 934-3, która jako kryterium akceptacji dla 28-dniowej wytrzymałości wskazuje minimum 70% wartości próby odniesienia.

WNIOSKI

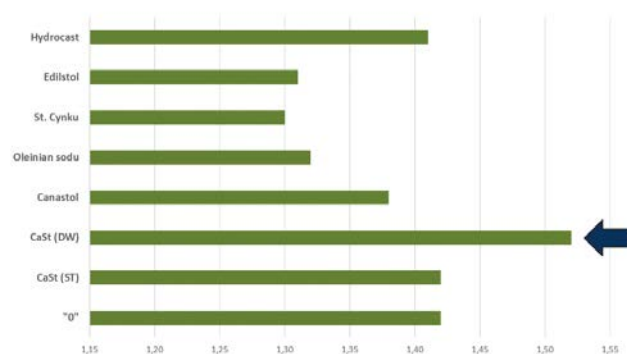
- » Wybór między stearynianami a oleinianami to klasyczny kompromis inżynierski.
- » Stearyniany są bezpiecznym wyborem konstrukcyjnym, ponieważ zapewniają stabilność mechaniczną przy dobrej hydrofobizacji.
- » Oleiniany sprawdzają się lepiej tam, gdzie kluczowa jest wysoka plastyczność i urabialność, np. w tynkach maszynowych czy zaprawach murarskich.
- » Norma EN 934-3 służy jako techniczne narzędzie kontrolne. Pozwala ona upewnić się, że obserwowany wzrost konsystencji nie doprowadzi do niekontrolowanego napowietrzenia lub zbyt szybkiego odpowietrzania zaprawy, gwarantując jednocześnie, że parametry mechaniczne stwardniałego materiału nie spadną poniżej krytycznej granicy 70%.

Artykuł powstał na podstawie referatu wygłoszonego na konferencji „Zakobuilding” 2026.

	Właściwość	Zaprawa wzorcowa	Metoda badania	Wymaganie*
1	Zawartość powietrza po zakończeniu mieszania określonego w normie	EN 480-13	EN 1015-7 Metoda A	Całkowita zawartość powietrza A1 = (17 +/-3)% objętości
2	Zawartość powietrza po 1 h przetrzymywania	EN 480-13	EN 1015-7 Metoda A	≥A1 – 3%
3	Zawartość powietrza przy wydłużonym mieszaniu	EN 480-13	EN 1015-7 Metoda A	≤A1 + 5% i ≥A1 – 5%
4	Zmniejszenia ilości wody wymagane do uzyskania znormalizowanej konsystencji	EN 480-13	EN 480-13	≥8% masy
5	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach	EN 480-13	EN 1015-11	Zaprawa badana ≥70% zaprawy kontrolnej

TABELA Wymagania dotyczące domieszek napowietrzających/uplastyczniających przy zachowaniu stałej konsystencji zgodnie z EN 934-3

*Wszystkie wymagania odnoszą się do tej samej badanej zaprawy.



RYS. 3 Wytrzymałość na ściskanie (MPa); rys.: autorka

LITERATURA

1. A. Ignerowicz, „Domieszki hydrofobowe w produkcji wyrobów wibroprasowanych”, „Materiały Budowlane”, 4/2012.
2. Materiały z konferencji „Zakobuilding”, marzec 2026.
3. EN 934-3, „Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 3: Domieszki do zapraw do murów. Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie”.

KATARZYNA WALUSIAK ukończyła Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki na AGH w Krakowie, Wydział Chemiczny na Politechnice Śląskiej w Gliwicach oraz studia podyplomowe na Politechnice Krakowskiej w zakresie farb i lakierów. Od 15 lat prowadzi badania w akredytowanym Laboratorium Chemii Budowlanej w Zabrze. Jest autorką wielu publikacji dotyczących chemii budowlanej.

Innowacje inspirowane naturą

ARBOCEL® - do systemów mineralnych

- › Mniejszy skurcz – eliminacja mikropęknięć – zwiększenie wytrzymałości
- › Redukcja kleistości – efekt „czystych narzędzi”, wysoki komfort pracy
- › Modyfikacja reologii, lepsza urabialność – łatwiejsza aplikacja
- › Optymalizacja kosztów receptury

› Naturalne produkty z drewna i celulozy

› Włókna, granulat, hydrożele

RETTENMAIER Polska Sp. z o.o.
ul. Bitwy Warszawskiej 1920r. 7b
02-366 Warszawa
tel. kom.: +48 600 423 423

 MICHAŁ CZYŻ

DR HAB. INŻ. TOMASZ M. MAJKA ORCID: 0000-0002-7913-0750

DR INŻ. ARTUR BUKOWCZAN ORCID: 0000-0001-9966-8219

Bezkotwowy system mocowania elewacji wentylowanych – analiza wstępnych wyników badań laboratoryjnych

Anchorless mounting system for ventilated facades – analysis of preliminary laboratory test results

ABSTRAKT

Artykuł przedstawia wyniki badań nad innowacyjnym bezkotwowym systemem mocowania elewacji wentylowanych Wido-Inw, ukierunkowanym na poprawę izolacyjności cieplnej oraz parametrów mechanicznych przegrody. Celem pracy było opracowanie rozwiązania umożliwiającego eliminację mostków termicznych generowanych przez konsole oraz łączniki mechaniczne, przy jednoczesnym zachowaniu wymaganej nośności konstrukcji. Metodologia badań obejmowała analizę ciepłą współczynnika przenikania ciepła z uwzględnieniem poprawek (ΔU_f , ΔU_g , ΔU_i), badania laboratoryjne i eksploatacyjne konsoli pasywnych Wido-Thermo-Grip w zakresie obciążeń pionowych i poziomych oraz ocenę dokładności geometrycznej elementów systemu. Wyniki wykazały, że zastosowanie konsoli pasywnych oraz bezprzełotowego mocowania izolacji pozwala na redukcję wpływu mostków termicznych do wartości pomijalnych obliczeniowo. Osiągnięto obniżenie wymaganej grubości izolacji nawet o ponad 50% (z ok. 38 cm do ok. 17,6 cm dla $U_c = 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$). Badania mechaniczne potwierdziły wysoką nośność systemu oraz istotny wpływ geometrii konsoli na zachowanie pod obciążeniem. Wyniki pomiarów geometrycznych wykazały wysoką dokładność i powtarzalność produkcji. Wnioskiem z badań jest stwierdzenie, że opracowany bezkotwowy system mocowania stanowi efektywną alternatywę dla tradycyjnych rozwiązań, umożliwiając jednocześnie poprawę efektywności energetycznej i optymalizację konstrukcyjną elewacji wentylowanych.

Słowa kluczowe: elewacje wentylowane, system bezkotwowy, mostki termiczne, izolacyjność cieplna, konsole pasywne

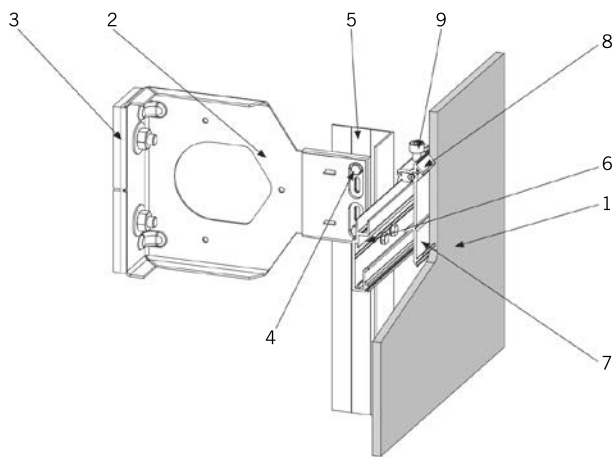
The paper presents the results of research on an innovative anchorless mounting system for ventilated facades, aimed at improving thermal insulation and mechanical performance of building envelopes. The objective of the study was to develop a solution eliminating thermal bridges caused by mounting brackets and mechanical fasteners while maintaining adequate structural load-bearing capacity. The methodology included thermal analysis of the heat transfer coefficient with correction factors (ΔU_f , ΔU_g , ΔU_i), laboratory and in-situ testing of Wido-Thermo-Grip passive brackets under vertical and horizontal loads, and evaluation of geometric accuracy and manufacturing quality. The results showed that the use of passive brackets and non-through insulation fixing significantly reduces the impact of thermal bridges to a negligible level in calculations. A reduction of insulation thickness by more than 50% was achieved (from approximately 38 cm to 17.6 cm for $U_c = 0.20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$). Mechanical tests confirmed high load-bearing capacity and demonstrated a strong influence of bracket geometry on structural behavior. Dimensional analysis indicated high manufacturing precision and repeatability. The study concludes that the developed anchorless system provides an effective alternative to conventional solutions, enabling both improved energy efficiency and optimized structural performance of ventilated facades.

Keywords: ventilated facades, anchorless system, thermal bridges, thermal insulation, passive brackets

Współczesne wymagania dotyczące efektywności energetycznej przegród zewnętrznych budynków wymuszają rozwój nowych rozwiązań konstrukcyjnych dla elewacji wentylowanych. Szczególnie istotnym problemem pozostaje eliminacja mostków termicznych generowanych przez elementy montażowe – konsole oraz łączniki mechaniczne.

W odpowiedzi na te wyzwania opracowano innowacyjny bezkotwowy system mocowania okładzin elewacyjnych, uzupełniony o bezmostkowy sposób mocowania izolacji [1–4]. Przez bezkotwowy

system mocowania rozumie się rozwiązanie konstrukcyjne niewymagające stosowania tradycyjnych kotew mechanicznych przechodzących przez warstwę termoizolacji i zakotwionych w ścianie nośnej. Natomiast określenie bezmostkowy odnosi się do sposobu mocowania, w którym wpływ elementów montażowych na właściwości cieplne przegrody jest pomijalny, tj. nie powstają istotne punktowe mostki termiczne, a dodatkowy współczynnik przenikania ciepła wynikający z zastosowanego systemu mocowania (ΔU) nie przekracza wartości $0,01 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, zgodnie z kryteriami przyjmowanymi w ocenie wpływu łączników mechanicznych na izolacyjność cieplną przegród.



RYS. 1 System bezkotwowego montażu niewidocznego mechanicznego zawierający podwójną konsolę Wido-Thermo-Grip, podkładkę Wido-Grip, zawieszki Wido-Inw3; rys.: autorzy

1 – płyta elewacyjna, 2 – podwójna konsola Wido-Thermo-Grip, 3 – podkładka izolacyjna Wido-Grip, 4 – wkret lub nit, 5 – profil aluminiowy Wido-Grip nośny typu „L”, 6 – profil Wido-Inw3, 7 – zawieszka Wido-Inw3 – część A, 8 – zawieszka Wido-Inw3 – część B, 9 – śruba regulacyjna

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację publikacji z numeru 6/2026 [5], w której przedstawiono założenia koncepcyjne oraz podstawy opracowanego bezkotwowego systemu mocowania elewacji wentylowanych. W pierwszej części omówiono przede wszystkim wpływ zastosowanych rozwiązań na ograniczenie mostków termicznych oraz ich znaczenie dla poprawy efektywności energetycznej przegród. W niniejszej publikacji rozszerzono zakres analiz o wyniki badań laboratoryjnych i eksploatacyjnych, obejmujących ocenę nośności mechanicznej, dokładności wykonania elementów systemu oraz szczegółową analizę parametrów cieplnych, co pozwala na kompleksową ocenę skuteczności opracowanego rozwiązania.

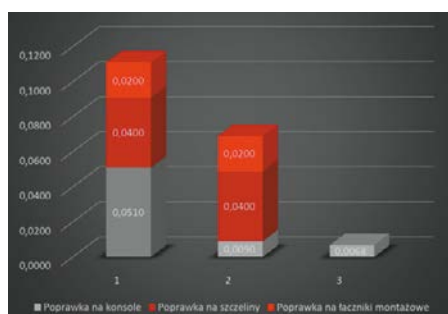
CHARAKTERYSTYKA BADANEGO SYSTEMU

Opracowany przez firmę Wido-Profil Sp. z o.o. system WIDO-Inw obejmuje trzy kluczowe elementy (RYS. 1):

- » bezkotwowe zawieszki do mocowania płyt,
- » pasywne konsole nośne o obniżonej przewodności cieplnej,
- » system bezprzelotowego mocowania izolacji.

Istotną innowacją jest eliminacja klasycznych kotew oraz ograniczenie liczby mostków termicznych, co bezpośrednio wpływa na poprawę parametrów cieplnych przegrody.

W niniejszej pracy zbadano system przedstawiony na RYS. 1.



RYS. 2 Straty na poprawki obliczeniowe W/(m²·K); rys. autorzy

1 – konsola aluminiowa, 2 – konsola nierdzewna, 3 – konsola pasywna

WYNIKI BADAŃ W ZAKRESIE IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ

Analiza wyników badań w zakresie izolacyjności cieplnej wykazała, że kluczowym problemem tradycyjnych systemów elewacji wentylowanych jest istotny udział mostków termicznych generowanych przez elementy montażowe, takie jak konsole oraz łączniki mechaniczne [6–9]. W klasycznym ujęciu całkowity współczynnik przenikania ciepła przegrody U_c wyznaczany jest jako suma wartości podstawowej oraz poprawek związanych z tymi elementami, przy czym ich udział może osiągać wartości rzędu kilkudziesięciu procent całkowitych strat cieplnych [10]:

$$U_c = U_0 + \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_i \quad (1)$$

gdzie:

U_0 – współczynnik przenikania ciepła przegrody bez uwzględnienia poprawek

ΔU_f – poprawka na łączniki mechaniczne służące do mocowania warstwy izolacji (przelotowe)

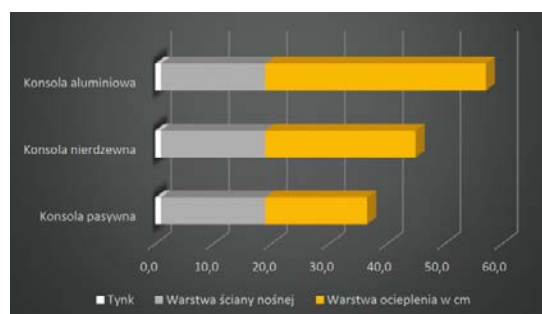
ΔU_g – poprawka na możliwe nieszczelności i możliwość cyrkulacji powietrza po cieplejszej stronie izolacji

ΔU_i – poprawka na konsole montażowe systemu elewacji panelowej.

W analizowanych rozwiązaniach konwencjonalnych wykazano, że poprawka związana z łącznikami mechanicznymi wynosi około 0,02 W/(m²·K), natomiast wpływ cyrkulacji powietrza i nieszczelności warstwy izolacyjnej osiąga wartość około 0,04 W/(m²·K). Najistotniejszym składnikiem pozostaje jednak poprawka związana z konsolami montażowymi, która w przypadku elementów aluminiowych wynosi około 0,051 W/(m²·K) (RYS. 2). Oznacza to, że sama obecność podkonstrukcji może w znaczący sposób pogarszać parametry cieplne przegrody, prowadząc do konieczności zwiększania grubości izolacji w celu spełnienia wymagań normowych.

Wprowadzenie konsoli pasywnych wykonanych ze stali nierdzewnej, o zmodyfikowanej geometrii i ograniczonym przekroju efektywnym, pozwoliło na drastyczne ograniczenie wpływu mostków termicznych. Uzyskane wartości poprawki ΔU_i na poziomie 0,0068–0,009 W/(m²·K) oznaczają redukcję strat nawet kilkukrotną względem konsoli aluminiowych. Wynik ten należy uznać za istotny z punktu widzenia projektowania przegród niskoenergetycznych, gdyż eliminuje konieczność kompensowania strat poprzez zwiększanie grubości warstw izolacyjnych.

Jeszcze większe znaczenie ma opracowanie bezkotwowego systemu mocowania izolacji, który pozwala na eliminację poprawek ΔU_f oraz ΔU_g . Wyniki badań empirycznych wykazały brak deformacji warstw izolacyjnych w miejscach styku oraz brak



RYS. 3 Warstwa ocieplenia uzupełniająca straty na poprawki U_c ; rys. autorzy

» nieszczelności, co przekłada się na to, że trzeba uwzględniać tych składników w bilansie cieplnym. W praktyce oznacza to, że jedynym istotnym składnikiem korekcyjnym pozostaje wpływ konsoli, który – jak wykazano – został znacząco ograniczony.

W kontekście projektowym efekty te przekładają się bezpośrednio na wymagania dotyczące grubości izolacji. Dla przyjętego poziomu $U_c = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ konieczna grubość warstwy termoz izolacyjnej wynosi około 38 cm w przypadku konsoli aluminiowych, 26 cm dla konsoli ze stali nierdzewnej, natomiast jedynie 17,6 cm dla konsoli pasywnych (RYS. 3). Oznacza to możliwość redukcji grubości izolacji nawet o ponad 50%, co ma istotne znaczenie zarówno techniczne, jak i ekonomiczne (mniejsza masa systemu, łatwiejszy montaż, zmniejszenie kosztów materiałowych).

Należy również podkreślić, że wpływ opracowanego systemu bezmostkowego na bilans cieplny przegrody jest pomijalny w sensie obliczeniowym. Zgodnie z wynikami badań, wpływ ten pojawia się dopiero na czwartym lub piątym miejscu po przecinku wartości

współczynnika przenikania ciepła, co oznacza, że w analizach projektowych prowadzonych do dwóch miejsc po przecinku można go pominąć. Jest to rezultat szczególnie istotny, ponieważ wskazuje na praktyczne wyeliminowanie wpływu systemu mocowania na efektywność energetyczną przegrody.

Zastosowanie stali nierdzewnej jako materiału konstrukcyjnego wpływa korzystnie na ograniczenie strat cieplnych. Wynika to z jej znacznie niższej przewodności cieplnej w porównaniu z aluminium, co – w połączeniu z odpowiednią geometrią elementu (np. redukcja przekroju poprzez otwory technologiczne) – pozwala na uzyskanie efektu „pasywności” konsoli.

WYNIKI BADAŃ MECHANICZNYCH KONSOLI PASYWNYCH

W TABELACH 1–4 zaprezentowano wyniki odporności na działanie siły pionowej i poziomej dla konsoli podwójnej Wido-Thermo-Grip o wymiarach 80–250x50x2 mm oraz 160–250x50x2 mm. Badania odporności na działanie sił poziomych i pionowych dla konsoli podwójnych Wido-Thermo-Grip wykazały zróżnicowane charakterystyki

Nr próbki	Siła przy przemieszczeniu równym 0,5 mm [N]	Siła F_m przy przemieszczeniu trwałym równym 0,5 mm [N]	Siła przy przemieszczeniu równym 1 mm [N]	Siła przy przemieszczeniu równym 3 mm [N]	Siła niszcząca F_t [N]
1	156,22	362,44	229,96	471,64	1403,20
2	156,87	229,41	200,62	392,58	1437,18
3	134,52	205,62	197,25	354,68	1292,53
4	112,37	194,99	186,38	329,73	1249,63
5	128,67	166,94	177,89	279,76	1251,89
6	144,25	235,67	201,73	386,96	1452,91
7	149,15	332,17	256,46	399,85	1382,80
8	141,72	289,00	244,30	402,56	1415,80
Średnia F_m	140,47	252,03	211,82	377,22	1360,73
Odchylenie standardowe	14,99	69,08	28,32	56,90	83,24
Wartość charakterystyczna $F_{u,5}$ [N]	110,49	113,87	155,18	263,42	1194,26

TABELA 1 Odporność na działanie siły pionowej konsoli podwójnej Wido-Thermo-Grip o wymiarach 80–250x50x2 mm

Nr próbki	Siła przy przemieszczeniu równym 1 mm [N]	Siła F_m przy przemieszczeniu trwałym równym 1 mm [N]	Siła niszcząca F_t [N]
1	1823,75	3651,39	8226,32
2	1477,95	3613,19	8108,40
3	1622,05	3154,13	7572,82
4	1455,10	3391,35	7273,34
5	1250,14	2995,84	7552,27
6	1656,46	3564,86	7784,67
7	1797,82	3634,78	7555,42
8	1607,86	3716,56	7959,12
9	1304,86	3042,80	7911,54
10	1388,64	3451,58	7789,88
Średnia F_m	1538,46	3421,65	7773,38
Odchylenie standardowe	195,83	266,79	290,22
Wartość charakterystyczna $F_{u,5}$ [N]	1162,47	2909,41	7216,16

TABELA 2 Odporność na działanie siły poziomej konsoli podwójnej Wido-Thermo-Grip o wymiarach 80–250x50x2 mm

Nr próbki	Siła przy przemieszczeniu równym 0,5 mm [N]	Siła F_m przy przemieszczeniu trwałym równym 0,5 mm [N]	Siła przy przemieszczeniu równym 1 mm [N]	Siła przy przemieszczeniu równym 3 mm [N]	Siła niszcząca F_t [N]
1	241,23	769,78	395,32	886,64	2868,67
2	280,72	703,69	453,04	899,10	2836,93
3	213,70	708,40	373,65	882,20	2939,07
4	246,85	776,73	410,70	914,55	2991,63
5	267,00	864,07	444,12	878,06	3093,57
Średnia F_m	249,90	764,53	415,37	892,11	2945,97
Odchylenie standardowe	25,68	65,07	33,02	14,82	102,20
Wartość charakterystyczna $F_{u,5}$ [N]	190,07	612,92	338,00	857,59	2707,84

TABELA 3 Odporność na działanie siły pionowej konsoli podwójnej Wido-Thermo-Grip o wymiarach 160–250x50x2 mm

Nr próbki	Siła przy przemieszczeniu równym 1 mm [N]	Siła F_m przy przemieszczeniu trwałym równym 1 mm [N]	Siła niszcząca F_t [N]
1	1891,55	4303,73	9403,52
2	1788,90	4663,50	8996,10
3	1920,73	4714,64	9600,01
4	1755,84	4628,56	8467,42
5	1868,42	4895,05	8640,74
6	2075,44	4853,77	8818,30
7	1643,99	4520,25	8836,31
8	1660,81	4506,54	8311,00
Średnia F_m	1825,71	4635,76	8884,18
Odchylenie standardowe	143,43	193,50	441,23
Wartość charakterystyczna $F_{u,5}$ [N]	1538,85	4248,76	8001,72

TABELA 4 Odporność na działanie siły poziomej konsoli podwójnej Wido-Thermo-Grip o wymiarach 160–250x50x2 mm

pracy w zależności od geometrii i grubości materiału. Analiza wyników badań odporności na działanie sił poziomych i pionowych dla konsoli podwójnych Wido-Thermo-Grip wskazała na istotny wpływ geometrii elementu oraz grubości materiału na charakter pracy konstrukcji.

W odniesieniu do obciążeń poziomych, odpowiadających przede wszystkim oddziaływaniu wiatru, oba analizowane rozwiązania wykazywały wysoką nośność i korzystne parametry pracy. Dla konsoli o większym przekroju, tj. 160–250×50×2 mm, średnia siła niszcząca wyniosła około 8884 N, natomiast wartość charakterystyczna około 8002 N. W przypadku konsoli smuklejszej, 80–250×50×1,5 mm, wartości te były niższe i wynosiły odpowiednio około 7773 N oraz 7216 N, co oznacza spadek nośności rzędu 10–15%. Różnice te wynikały przede wszystkim z większej wysokości przekroju oraz większej grubości materiału w pierwszym przypadku, co przekładało się na wyższą sztywność giętną i korzystniejszy rozkład naprężeń. Należy jednak podkreślić, że mimo mniejszej nośności wariant cieńszy nadal spełniał wymagania dla typowych obciążeń działających na elewacje wentylowane, co świadczy o jego poprawnej pracy konstrukcyjnej i możliwości zastosowania w mniej wymagających strefach obciążeniowych.

Istotnym aspektem jest również analiza przemieszczeń. W obu przypadkach wartości sił odpowiadających przemieszczeniom rzędu 1 mm utrzymywały się na poziomie około 1500–1800 N,

co świadczyło o dużej sztywności początkowej układu oraz ograniczonych deformacjach w zakresie pracy sprężystej. Oznacza to, że system zapewnia odpowiednią stabilność geometryczną elewacji w warunkach eksploatacyjnych i nie wpływa negatywnie na estetykę ani trwałość okładzin.

Znacznie większe różnice ujawniały się w przypadku obciążeń pionowych, związanych głównie z ciężarem własnym okładzin elewacyjnych. Dla konsoli 160–250×50×2 mm średnia siła niszcząca wynosiła około 2946 N, a wartość charakterystyczna około 2708 N. W przypadku konsoli 80–250×50×1,5 mm wartości te były ponad dwukrotnie niższe i wyniosły odpowiednio około 1361 N oraz 1194 N. Tak znacząca różnica wskazywała, że nośność pionowa była parametrem silnie zależnym od sztywności przekroju i grubości materiału, a także od lokalnych efektów wyboczeniowych i koncentracji naprężeń w strefie zamocowania [11].

W konsoli o większym przekroju obserwowano bardziej równomierny przebieg krzywej obciążenie–przemieszczenie oraz większą zdolność do przenoszenia obciążeń przy większych deformacjach (do kilku milimetrów), co świadczyło o korzystnym mechanizmie uplastycznienia i większej rezerwie nośności. W przypadku konsoli cieńszej deformacje pojawiały się wcześniej, a zakres pracy sprężystej był ograniczony, co może mieć znaczenie w sytuacjach długotrwałego obciążenia lub przy zastosowaniu ciężkich płyt elewacyjnych.

» Wyniki te prowadzą do istotnych wniosków projektowych. O ile obciążenia poziome są przenoszone efektywnie przez oba warianty, o tyle ostateczny dobór konsoli powinien być determinowany przede wszystkim przez analizę obciążeń pionowych. W praktyce oznacza to, że w systemach z ciężkimi okładzinami (np. ceramicznymi lub kamiennymi) preferowane powinny być konsole o większym przekroju i grubości, zapewniające odpowiedni poziom bezpieczeństwa. Z kolei w przypadku lekkich okładzin możliwe jest zastosowanie wariantu cieńszego, co pozwala na optymalizację kosztów i masy systemu, pod warunkiem odpowiedniego zagęszczenia punktów podparcia [12–13].

Warto również zwrócić uwagę na niewielkie wartości odchyłek standardowych dla uzyskanych wyników, co świadczy o wysokiej powtarzalności pracy elementów oraz stabilności procesu produkcyjnego. Relacja wartości charakterystycznych do średnich pozostaje korzystna w obu analizowanych przypadkach, co potwierdza niezawodność systemu i jego przewidywalne zachowanie w warunkach projektowych.

PODSUMOWANIE

Eliminacja mostków termicznych w systemach elewacji wentylowanych jest możliwa poprzez kompleksową modyfikację zarówno elementów nośnych, jak i sposobu mocowania izolacji. Opracowane rozwiązanie prowadzi do istotnej poprawy parametrów cieplnych przegrody, umożliwiając jednocześnie optymalizację grubości izolacji oraz spełnienie zastrzonych wymagań energetycznych obowiązujących we współczesnym budownictwie. Wyniki badań potwierdzają, że proces produkcyjny elementów systemu Wido-Thermo-Grip charakteryzuje się bardzo wysoką precyzją oraz powtarzalnością. Wszystkie analizowane parametry geometryczne spełniają wymagania normowe z dużym zapasem, co świadczy o wysokiej jakości wykonania. Uzyskany poziom dokładności należy uznać za w pełni wystarczający dla zapewnienia prawidłowej pracy konstrukcyjnej oraz trwałości systemu elewacji wentylowanej. Przeprowadzone badania mechaniczne jednoznacznie wskazują, że geometria i grubość konsoli mają kluczowy wpływ na jej zachowanie pod obciążeniem, szczególnie w zakresie sił pionowych. Konsola 160–250×50×2 mm zapewnia wyraźnie wyższą nośność i większą rezerwę bezpieczeństwa, natomiast konsola 80–250×50×1,5 mm stanowi rozwiązanie optymalne dla układów mniej obciążonych. Oba warianty mogą być skutecznie stosowane w systemach elewacji wentylowanych, pod warunkiem właściwego dopasowania do warunków eksploatacyjnych i przyjętego schematu statycznego.

Badania zostały zrealizowane w ramach projektu współfinansowanego z Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego, lata 2014–2020, Oś priorytetowa I: Gospodarka Wiedzy, Działanie 1.2: Badania i innowacje w przedsiębiorstwach, Poddziałanie 1.2.1: Projekty badawczo-rozwojowe przedsiębiorstw. RPMP.01.02.01-12-0739/16 – Opracowanie bezkotwowego systemu i sposobu mocowania elewacji wentylowanych.

LITERATURA

1. S. Kulczewska, W. Jezierski, „Analiza rozwiązań złożonych mostków termicznych pod względem udoskonalania ich parametrów cieplnych”, „Budownictwo i Architektura” 15(3)/2016, s. 99–106.
2. K. Schabowicz, M. Szymków, „Elewacje wentylowane z płyt włóknisto-cementowych w ujęciu prawnym”, „IZOLACJE” 9/2015, s. 60–65.
3. T. Steidl, P. Krause, „Punktowe mostki cieplne na etapie projektowania i oceny energetycznej budynków ogrzewanych”, „Materiały Budowlane” 1/2012, s. 57–62.
4. J. Sadauskienė, J. Ramanauskas, A. Vasylius, „Impact of point thermal bridges on thermal properties of building envelopes”, „Thermal Science”, 24(3B)/2020 s. 2181–2188.
5. M. Czyż, T.M. Majka, A. Bukowczan, „Bezkotwowy system mocowania elewacji wentylowanych”, „IZOLACJE” 6/2026, s. 40–43.
6. M. Grabowski, M.E. Poniewski, J. Wernik, „Testing the thermal properties of modern ventilated facade fastening systems”, „Scientific Reports” 13/2023, DOI: 10.1038/s41598-023-27748-4.
7. T.M. Majka, A. Byrda, K. Pielichowski, 2020, „Basalt Textile Reinforced Vinylester and Epoxy Resins for Anchors Used to Fasten Ventilated Building Facades”, „Applied Sciences” 10 (6839)/2020, <https://doi.org/10.3390/app10196839>
8. J. Barnat, O. Rubínová, A. Rubina, M. Bajer, M. Šmak, 2026, „Multi-Aspect Evaluation of Ventilated Façade Brackets with Thermal Breaks”, „Buildings” 16/2026, DOI: 10.3390/buildings16020398.
9. L. Runkiewicz, M. Runkiewicz, J. Sieczkowski, „Nowe zasady stosowania badań nieniszczących do oceny wytrzymałości i jednorodności betonów. Cz. 2”, „Builder” 283(2)/2021, DOI: 10.5604/01.3001.0014.6350.
10. A. Ambroziak, „Load capacity of steel-aluminium brackets under static and cyclic laboratory tests”, „Archives of Civil Engineering”, 67/2021, s. 85–99.
11. K. Nowak, A. Byrda, „Effect of mounting brackets on thermal performance of buildings with ventilated facades”, „Journal of Building Physics”, 43/2019, s. 46–56.
12. Y. Zhang, Y. Zhang, Z. Li, „A novel productive double skin facades for residential buildings: concept, design and daylighting performance investigation”, „Building and Environment” 212/2022, s. 19.
13. M. Kuhnhenne, M. Vontein, G. Pauli, S. Schaffrath, „Thermally improved steel substructures for metal facades”, „Stahlbau” 89/2020, s. 912–922.

MICHAŁ CZYŻ prezes firmy Wido-Profil. Ukończył Wydział Zarządzania i Marketingu Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

TOMASZ M. MAJKA pracuje w Katedrze Chemii i Technologii Polimerów Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej. Jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego – Oddział Kraków.

ARTUR BUKOWCZAN pracuje w Katedrze Chemii i Technologii Polimerów Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej. Jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego – Oddział Kraków.

Hydroizolacja dachowa w dobie fotowoltaiki

cz. 1

► Dach zielony solarny

Połączenie zielonego dachu z instalacją fotowoltaiczną przestało być architektoniczną ciekawostką. W wielu miastach lokalne plany zagospodarowania przestrzennego wymagają stosowania biologicznie czynnych pokryć – jest to warunek uzyskania pozwolenia na budowę. Dla projektantów i wykonawców to sygnał, że oba systemy będą coraz częściej współistnieć na jednej połaci – i że kluczowym elementem tego układu pozostaje hydroizolacja: najbardziej krytyczna, a zarazem najmniej widoczna warstwa całej konstrukcji.

Im wyższa temperatura paneli fotowoltaicznych, tym niższa ich sprawność. Ogniwa krzemowe tracą około 0,3–0,5% wydajności na każdy stopień Celsjusza powyżej standardowych warunków testowych (zazwyczaj 25°C). Substrat roślinny dachu zielonego obniża temperaturę powierzchni dachu, co przekłada się na niższą temperaturę powietrza pod panelami. Dzięki temu moduły pracują w optymalnych warunkach i generują wyższy uzysk energetyczny niż w przypadku paneli na dachu konwencjonalnym.

Zależność działa też w drugą stronę: panele PV osłaniają substrat przed intensywnym nasłonecznieniem i ograniczają utratę wilgoci z warstwy wegetacyjnej, wspierając retencję wody opadowej. Ten parametr ma rosnące znaczenie zarówno w kontekście regulacji środowiskowych, jak i certyfikacji BREEAM czy LEED.

CZEGO WYMAGAJĄ OD HYDROIZOLACJI OBA SYSTEMY ŁĄCZNIE

Dach zielony z panelami fotowoltaicznymi generuje unikalną kombinację obciążeń – stałą wilgoć, przerastanie korzeni, balast substratu, naprężenia od konstrukcji wsporczej PV oraz ruch serwisowy. W przeciwieństwie do innych systemów dachowych, kluczowym zagrożeniem staje się tu destrukcyjny wpływ korzeni na hydroizolację. To problem szczególnie trudny do wykrycia – degradacja poszycia bywa niezauważana przez kilka pierwszych sezonów. Konieczność kosztownych napraw ujawnia się często dopiero po latach, gdy instalacja PV jest już eksploatowana, co utrudnia dostęp do połaci i podnosi koszty interwencji.

Wymaganiom tym sprostają rozwiązania z serii **NEXLER Zielony Dach** – wysokomodyfikowane papy SBS na osnowie poliestrowej, które łączą elastyczność w niskich temperaturach z potwierdzoną odpornością na przerost korzeni.

Produkty objęto 25-letnią gwarancją – najdłuższą w tej kategorii na polskim rynku – odpowiadającą typowej żywotności instalacji PV wynoszącej 25–30 lat. Przy poprawnym wykonaniu hydroizolacji pozwala to zachować ciągłość ochrony przez cały okres eksploatacji paneli.

GEOMETRIA POŁACI, ODWODNIENIE I DETALE

Nawet poprawnie wykonany spadek nie gwarantuje pełnej skuteczności. W przypadku dachu zielonego ryzyko niedrożności wpustów jest wyższe, a nasycony wodą substrat powoduje dodatkowe parcie hydrostatyczne na hydroizolację. Połączenie dachu zielonego z fotowoltaiką **wymaga precyzyjnego zarządzania wodą opadową** – jej nadmiar musi swobodnie odpływać, ale część wilgoci powinna być zatrzymana w warstwie wegetacyjnej. Zadanie to realizują membrany akumulacyjno-drenażowe, np. **NEXLER NexGreen Duo BB 20/200 P**. Łączą one obie funkcje dzięki perforacji odprowadzająco-napowietrzającej i ośmiokątnej strukturze wgłębień z wysokoudarowego HDPE, zapewniając jednocześnie zwiększoną wytrzymałość na ściskanie przy balastowych systemach mocowania PV.

Osobnym **wyzwaniem są detale** – atyki, przejścia kablowe i punkty mocowania systemu nośnego. To statystycznie najczęstsze miejsca nieszczelności, a w środowisku balastu biologicznego czy mechanicznego problemy ujawniają się szybciej i w trudniej dostępnych punktach. W takich strefach skuteczniejsza od materiałów rolowych jest płynna powłoka hydroizolacyjna – **NEXLER Connect NexGreen**, jednoskładnikowa żywica poliuretanowo-bitumiczna, tworząca bezszwową warstwę o wysokiej przyczepności do różnych podłoży i udokumentowanej odporności na przerastanie korzeni.

ODPOWIEDZIALNOŚĆ PROJEKTOWA

Dach zielony z fotowoltaiką wymaga systemowego doboru materiałów uwzględniającego pełną perspektywę eksploatacyjną – nie jednego sezonu, lecz 25–30 lat. Projektant i wykonawca, sięgając po rozwiązania o certyfikowanej odporności na korzenie, udokumentowanych parametrach mechanicznych, potwierdzonej trwałości i ze wsparciem technicznym producenta, zapewniają nie tylko szczelność dachu. Minimalizują również ryzyko kosztownych napraw oraz przestojów instalacji przez cały cykl życia systemu PV. W takim układzie hydroizolacja nie jest jedynie warstwą zabezpieczającą przed wodą, ale elementem decydującym o trwałości całego systemu dachowego.

W kolejnej części cyklu: dach klasyczny pokryty papą jako podłoże dla fotowoltaiki – wymagania ogniowe, obciążenia mechaniczne i ekologiczne wartości dodane nowoczesnych pap bitumicznych.



KONTAKT



NEXLER Sp. z o.o.
ul. Łużycka 6, 81-537 Gdynia
tel. 58 781 45 85
info@nexler.com, www.nexler.com

Piankowe termoizolacje poliuretanowe w dachach pochyłych

► Połączenia PIR z wełną w dachach pochyłych

Na wielu imprezach targowych firmy pokazują modele dachów pochyłych, w których między krokwiemi jest wełna mineralna, a na krokwiach leżą płyty PIR. Są to eksponaty przygotowane w celu ofertowania płyt PIR do remontowanych dachów, które mają być dodatkowo docieplone. Jest to uzasadnione działaniem stricte marketingowe, ponieważ z oczywistych powodów bardzo wiele budynków powinno być w najbliższym czasie docieplonych.

Rozpatrując jednak te propozycje w kontekście realnych korzyści, można mieć wiele wątpliwości z powodu ogromnej różnicy we właściwościach dyfuzyjnych obu wymienionych rodzajów termoizolacji. Wełny są dyfuzyjne, a płyty PIR należą do materiałów blokujących przepływ pary wodnej (TABELA 1).

Z tego powodu, jeżeli w wełnie jest jakaś ilość pary wodnej, to może ona dojść do nieprzepuszczających jej okładzin płyty PIR i wtedy w pewnych zakresach temperatur będzie występować kondensacja tej pary. Powstała w ten sposób woda spłynie w dół do wełny i jej izolacyjność się obniży. Skala tych procesów jest tym większa, im większa jest różnica w izolacyjności cieplnej obu stykających się materiałów. Warto przypomnieć, że te dwie cechy – dyfuzyjność i izolacyjność cieplna – są ze sobą ściśle związane, bo kierunek przepływu pary wodnej (kierunek dyfuzji) jest zawsze taki sam jak kierunek przepływu ciepła. Natomiast ciepło zawsze przepływa z ośrodka o wyższej temperaturze do ośrodka o niższej. Ma to duże znaczenie dla przepływu pary wodnej w wełnie i dla rozpatrywanego zjawiska gromadzenia się pary pod płytami PIR. Jak się łatwo domyśleć, im tej pary jest mniej w wełnie, tym mniejsze jest prawdopodobieństwo powstawania kropli pod PIR-em w omawianym modelu (RYS. 1). Z tego powodu zwolennicy teorii pozwalającej na układanie płyt PIR na krokwiach, między którymi jest wełna, sugerują, że w starych budynkach już wyschniętych nie ma wilgoci technologicznej i pary w wełnie jest mało. Inni uważają, że nawet w nowych budynkach tej pary wodnej jest na tyle mało, że ilości kondensatu powstającego na granicy dwóch różnych termoizolacji nie może być dużo. Jest

to bardzo optymistyczne założenie. Szczególnie w Polsce, gdzie paroizolacje układa się wadliwie.

W trakcie jednej z rozmów, jaką przeprowadziłem na imprezie targowej z młodym inżynierem, dowiedziałem się, że przy pewnych proporcjach wysokości obu termoizolacji nie będzie skroplin, które mogą zagrozić przegrodzie. Na pytanie, jak określić te proporcje odpowiedział, że wystarczy „obliczyć punkt rosy” dla kilku wersji tych proporcji (niektóre firmy je arbitralnie określają). Wyliczenia dokonuje się według obligatoryjnej dla projektantów normy PN-EN ISO 13788 [1]. Ten sposób rozumowania warto omówić. Traktowanie wyliczeń wykonanych według tej normy jako realnie występujących parametrów cieplno-wilgotnościowych w przegrodach jest niestety nagminnie popełnianym błędem. Wynika to z faktu „oszczędzania czasu” przez stosujących normę inżynierów, którzy jej nie czytają w całości i nie analizują jej sensu. Kupują (lub dostają) gotowe programy komputerowe „wyliczające punkt rosy” i dlatego wierzą w to, co one wyliczają. W związku z tym zacytuję kilka ważnych deklaracji autorów tej normy.

W rozdziale „Zakres normy”, opisującym metody zalecanych obliczeń, jest informacja: *Zastosowana metoda zakłada, że wilgoć budowlana wyschła i nie jest brana pod uwagę w całym szeregu ważnych zjawisk fizycznych, obejmujących:*

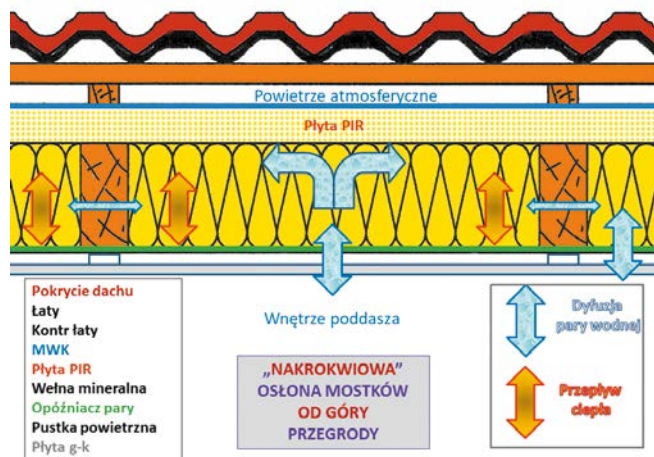
- zależność współczynnika przewodzenia ciepła od wilgoci,
- uwalnianie i absorpcję ciepła utajonego,
- zmienność właściwości materiałów w zależności od wilgotności,
- podciąganie kapilarne i transport wilgoci w fazie ciekłej wewnątrz materiałów,
- ruch powietrza przez pęknięcia lub wewnątrz przestrzeni powietrznych,
- zdolność materiałów do zawilgocenia sorpcyjnego.

W konsekwencji metoda ma zastosowanie tylko do takich konstrukcji, w których te efekty można pominąć.

W rozdziale „Dane wejściowe do obliczeń – Warunki wilgotnościowe” w uwadze 1 jest zapis: *Opisana w niniejszej normie metoda obliczeń dotyczy stanu ustalonego. Jednak w rzeczywistości zmiany temperatury powietrza zewnętrznego i promieniowania*

Termoizolacja	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/(m·K)]	Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ
Wełna mineralna	0,032–0,039	1,2–1,5
OKPUR (otwartokomórkowy)	0,035–0,038	2–6,5
ZKPUR (zamkniętokomórkowy)	0,021–0,025	25–65
PIR rdzeń bez okładzin	0,021–0,025	30–60
Okładzina aluminiowa (0,05 mm) płyt PIR: ekwiwalentna dyfuzyjnie grubość warstwy powietrza S_d [m]		1500

TABELA 1 Zestaw najważniejszych cech materiałów termoizolacyjnych stosowanych w dachach podawanych przez producentów

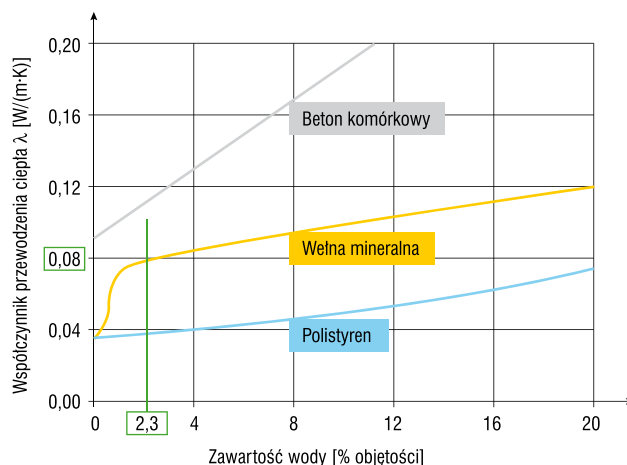


RYS. 1 Układ materiałów tworzących przegrodę dachową po jej nakrokwiowym dociepleniu płytami PIR opisany w tekście; rys.: autor

słonecznego, bezwładność sorpcji i ogrzewanie z przerwami mogą wpływać na warunki wilgotności powierzchni. W szczególności dotyczy to obszaru mostka cieplnego, złożonego z materiałów budowlanych o wysokiej bezwładności cieplnej. Czynnikiem ten nie uwzględnia zachowania mieszkańców, które może mieć znaczący wpływ na wentylację.

Natomiast w rozdziale „Obliczanie kondensacji międzywarstwowej” w „Postanowieniach ogólnych” czytamy: W niniejszym rozdziale podano metodę określenia rocznego bilansu wilgoci oraz obliczania maksymalnej ilości wilgoci zakumulowanej z powodu kondensacji wewnętrznej. W metodzie tej zakłada się, że cała wilgoć budowlana wysycha.

Zaleca się, by niniejsza metoda uważana była raczej za sposób oszacowania, niż za narzędzie służące do dokładnego przewidywania.



RYS. 2 Wykres prezentuje zależność współczynnika przewodzenia ciepła od wilgotności wybranych materiałów budowlanych. W przypadku wełny mineralnej stosowanej w dachach nawet kilkuprocentowe zawilgocenia zmniejszają jej izolacyjność (wzrasta przewodzenie ciepła); rys.: autor

Jest ona przydatna przy porównywaniu różnych budynków i oceny skutków modyfikacji. Nie dostarcza dokładnych prognoz wilgotnościowych wewnątrz budowli w warunkach eksploatacji, nie jest także właściwa do obliczeń związanych z wysychaniem wilgoci budowlanej [podkreślenia autora].

Norma ta jest obligatoryjna (odnotowana w WT) i projektanci muszą wykonywać obliczenia parametrów wilgotnościowo-cieplnych projektowanych przegród według podanej w niej metody na zasadzie bilansów rocznych. Taki nakaz ma następujące cele:

- » zmobilizować projektantów do wybierania (przez porównywanie) optymalnych energetycznie systemów materiałowych,
- » unormować zasady porównywania systemów materiałowych proponowanych do zbudowania przegród budowlanych dla uniknięcia manipulacji.

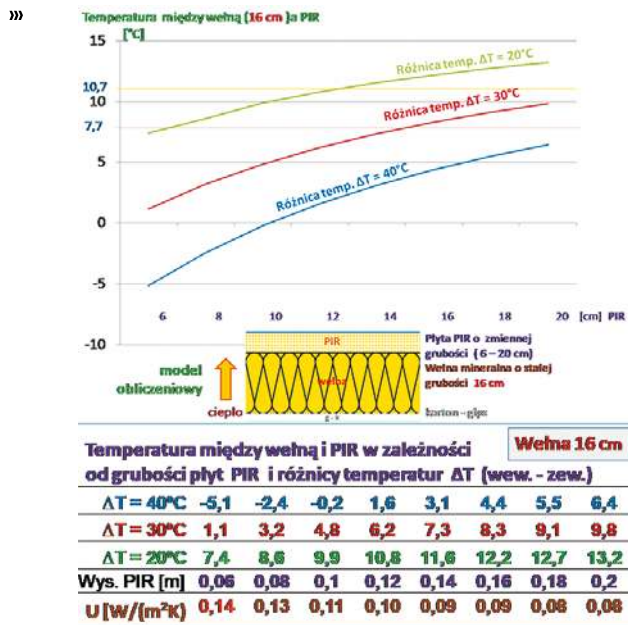
IZOLACJE

Krzysztof Patoka

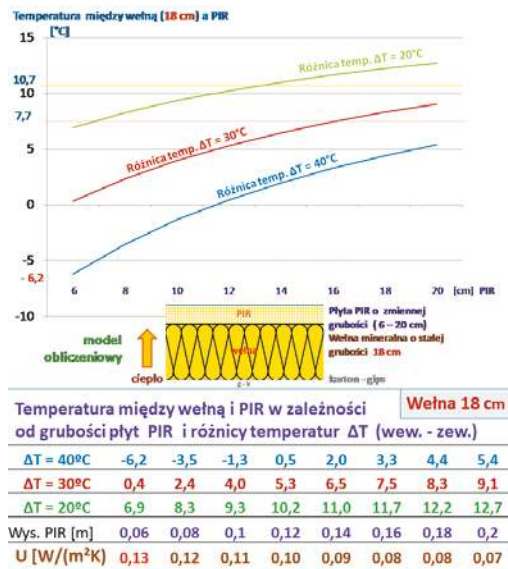
Dach wentylowany

Projektowanie · Wykonawstwo · Dobór materiałów

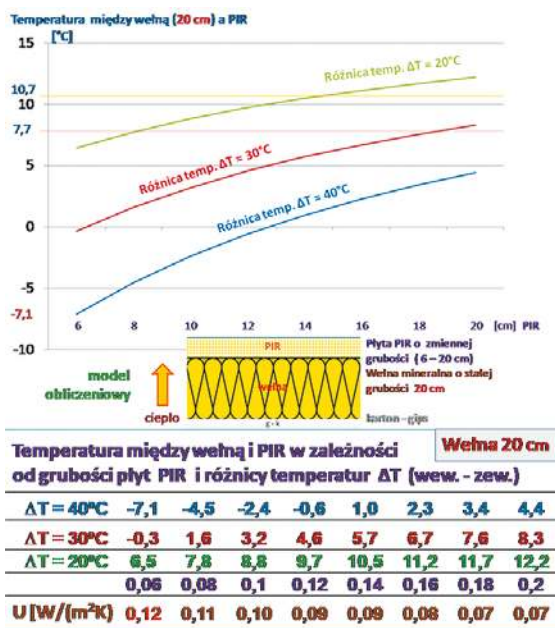
Zamów na ksiegarniatechniczna.com.pl



RYS. 3 Zmienność wysokości temperatur pod płytami PIR w zależności od grubości tych płyt i różnicy temperatur. Linie żółta i fioletowa to temperatury punktu rosy. Opis w tekście; rys.: autor



RYS. 4 Ta sama zależność co na RYS. 3, ale dla wełny o większej grubości, która zmniejsza ilość ciepła docierającego do płyt PIR; rys.: autor



RYS. 5 Ten sam zestaw co na RYS. 3 i RYS. 4, ale dla jeszcze grubszej wełny. Zaskakujące jest to, że punkt rosy wyznacza grubszą płytę PIR – linie różowa i fioletowa; rys.: autor

Natomiast wyliczenia poziomów wilgoci i przepływów ciepła za pomocą tej metody nie mogą być uznane jako prezentujące realne przepływy ciepła i wilgoci w przegrodach z wielu powodów:

1) Norma zakłada stabilne warunki przepływu ciepła i wilgoci czyli stałość temperatur i poziomu wilgoci oraz stałe kierunki przepływu ciepła, co w rzeczywistości nie występuje w żadnej przegrodzie budowlanej, ponieważ w rzeczywistości na przegrodzie działa wiele czynników tak zmiennych, że ich uwzględnienie nie jest możliwe do realizacji szczególnie w bilansie rocznym.

2) Norma zakłada „idealne” działanie wszystkich materiałów użytych do budowy przegrody, a w rzeczywistości decydują staranność wykonania i realne cechy materiałów. Wystarczy nieszczelnie ułożyć paroizolację, aby przepływy powietrza zmieniły wszystkie parametry wielokrotnie i o wiele poziomów (w Polsce jest to nagminnym błędem wykonawczym).

3) Innym mocnym przykładem jest dobrze znana zmienność izolacyjności termicznej materiałów w zależności od zawilgocenia (RYS. 2), temperatury lub obciążeń mechanicznych itp.

W związku z tym posługiwanie się tą normą ma sens jedynie w celach porównawczych oraz badawczych. Badawczych to znaczy, że przy założonych uproszczeniach warunków obliczeniowych możemy wykorzystać te obliczenia do stwierdzenia, jaki wpływ na badane zjawiska mają zmiany zasadniczych parametrów przegrody. Na przykład: wymiary i rodzaje materiałów termoizolacyjnych, wymiary konstrukcyjne więźby dachowej, w której umieszczamy termoizolację, wpływy wzajemne materiałów, relacje wymiarowe itp. Takie porównania dają wiedzę ogólną dotyczącą zachowania się przegród zewnętrznych dla różnych wariantów materiałowych pod wpływem zmian temperatury.

Wychodząc z takiego założenia, w 2018 r. dokonałem obliczeń temperatury na połączeniu wełny mineralnej i płyt PIR (w układzie z RYS. 1) w różnych wariantach wymiarowych za pomocą programu Excel. Wyniki opublikowałem w artykule [2]. Analizowałem w nim szacunkowe obliczenia rozkładu temperatur w przegrodzie dachowej, w której podczas remontu ułożono płyty PIR na wełnie mineralnej znajdującej się między belkami więźby dachowej, czyli układ materiałów przedstawia się tak jak na RYS. 1. Płyty PIR są dołożone od góry przy okazji wymiany pokrycia dachu. Sprawdzenie opisanego układu polegało na analizie szacunkowych obliczeń wykonanych według metod określonych w normach PN-EN ISO 13370 [3] i PN-EN ISO 6946 [4], które proponują metody obliczeniowe przy takich samych założeniach (omówionych wyżej) jak norma PN-EN ISO 13788 [1]. Temperatury między dwoma warstwami termoizolacyjnymi obliczałem w wzorów bazujących na uproszczonej metodzie Glasera, która jest też podstawą obliczeń w normie [1].



Temperatura powietrza [°C]	Temperatura punktu rosy [°C] przy wilgotności względnej powietrza:													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-0,1	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

TABELA 2 Temperatura punktu rosy [°C] w zależności od wilgotności względnej powietrza (według [8])

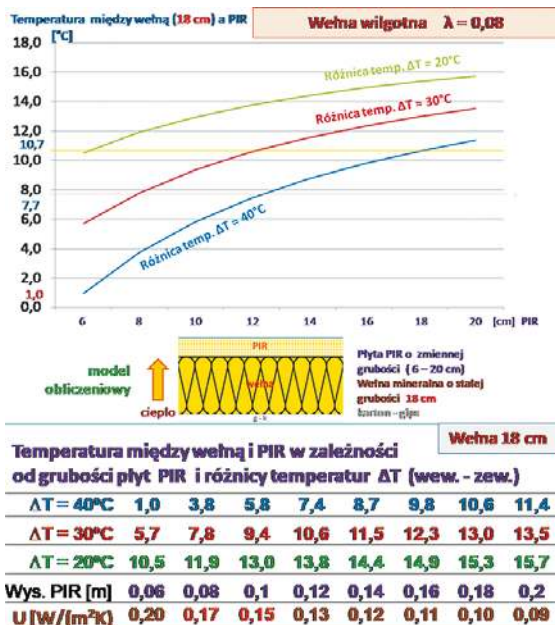
Temperatura powietrza wilgotnego RH = 100% [°C]	Zawartość pary wodnej [g/m³]	Temperatura powietrza wilgotnego RH = 100% [°C]	Zawartość pary wodnej [g/m³]	Temperatura powietrza wilgotnego RH = 100% [°C]	Zawartość pary wodnej [g/m³]
-20	0,9	10	9,4	24	21,8
-15	1,4	12	10,7	25	23,1
-10	2,1	14	12,1	26	24,4
-8	2,5	15	12,9	28	27,2
-6	3,0	16	13,7	30	30,4
-4	3,5	17	14,5	32	33,8
-2	4,1	18	15,4	34	37,6
±0	4,8	19	16,3	36	41,7
2	5,6	20	17,3	38	46,2
4	6,4	21	18,4	40	51,1
6	7,3	22	19,5	45	65,4
8	8,3	23	20,6	50	82,3

TABELA 3 Zawartość pary wodnej w powietrzu o maksymalnej wilgotności (RH = 100%) w zależności od temperatury (według [8])

W tych rachunkach zostały wyliczone opory cieplne określone zgodnie z zaleceniami normy PN-EN ISO 6946 [4], a podany na **rys. 3-5** zmieniający się (w zależności od grubości płyt PIR) współczynnik U jest policzony jako odwrotność całkowitego oporu cieplnego uproszczonej przegrody dachowej. W rezultacie przeprowadzonych obliczeń szacunkowych okazało się, że efektem ułożenia płyt PIR po stronie zimnej dachu jest powstanie wyraźnego zagrożenia gromadzenia się skroplin w wełnie. Zagrożenie to jest bardzo realne, ponieważ płyty PIR mają bardzo duży opór dyfuzyjny i powstające skropliny nie będą mogły opuścić przegrody.

ANALIZA WYNIKÓW OBLICZEŃ

Podstawowe parametry z układu materiałowego z **rys. 1** zostały policzone w zestawie trzech różnic temperatur między powietrzem wewnętrznym a zewnętrznym. Założyłem stałą temperaturę wewnętrzną wynoszącą 20°C i zmienną temperaturę zewnętrzną o wielkościach: -20°C, -10°C i 0°C, co dało trzy różnice temperatur ΔT o wymiarze 40K, 30K i 20K. Jako kryterium oceny, czy w wełnie powstaną skropliny, użyłem temperatur punktu rosy dla powietrza o wilgotności względnej R_h 45% (kreska fioletowa na rysunkach) »



RYS. 6 Zestaw wyliczonych temperatur dla wilgotnej wełny o podwyższonym przewodzeniu ciepła, co zwiększa ilość ciepła docierającego do płyt PIR; rys.: autor

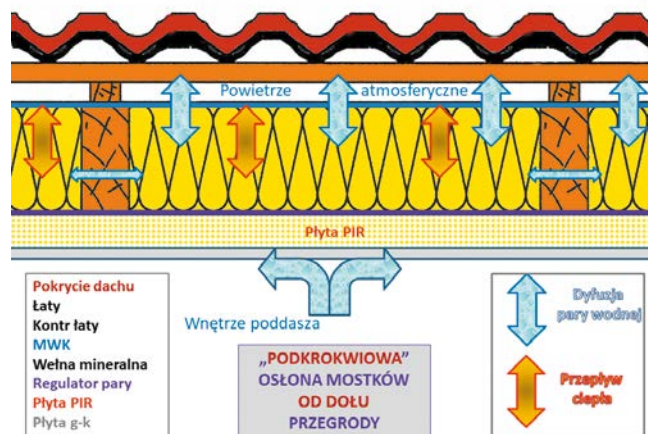
i 55% (kreska żółta) i temperaturze początkowej 20°C (odpowiednio $T_r = 7,7^\circ\text{C}$ dla $R_h = 45\%$ i $T_r = 10,7^\circ\text{C}$ dla $R_h = 55\%$). Założyłem, że powietrze wędrujące w wełnie ma temperaturę początkową i wilgotność taką, jaka jest we wnętrzu poddasza (20°C). Warto zauważyć, że „dłożone” od góry płyty PIR są w strefie zimnej przegrody dachowej, a wełna w cieplej. Dlatego powietrze docierające do płyt PIR od ich spodu przez wełnę ma temperaturę niższą niż można by się spodziewać. Wełna izoluje i ta część ciepła, która ucieka przez nią, nie jest w stanie ogrzać płyt PIR. Można stwierdzić, że płyty PIR izolują przed „dopływem” zimna i im są grubsze, tym do wełny dociera go mniej i temperatury na styku są wyższe.

1. Obliczony współczynnik przenikania ciepła U jest wystarczająco niski nawet dla najmniejszych wysokości obu termoizolacji według zaleceń WT obowiązujących od 2021 r. (dla dachów $U_{\max} = 0,15 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$). Przy grubości wełny 16 cm i PIR 6 cm (RYS. 3) jego wielkość to $0,14 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Jednak dla wełny o grubości 16 cm, przy $\Delta T = 40^\circ\text{C}$, nawet 20 cm PIR nie pozwala uzyskać na granicy z wełną temperatury punktu rosy ($7,7^\circ\text{C}$ – dla $R_h = 45\%$). Podobnie jest przy mniejszym spadku temperatur $\Delta T = 30^\circ\text{C}$, przy którym nawet 20 cm PIR nie pozwala uzyskać na granicy z wełną temperatury punktu rosy ($10,7^\circ\text{C}$ dla $R_h = 55\%$). Czyli wełna mimo niskiego U (dobrej izolacyjności) jest zagrożona powstawaniem skroplin na granicy z PIR, ponieważ temperatury na granicy są niższe od temperatury punktu rosy.

2. Gdy zakładamy, że wełna jest sucha ($\lambda = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ – RYS. 3–5), a różnica temperatur wynosi 40°C , to na granicy z PIR w wełnie będzie powstawać skroplina dla wszystkich grubości PIR mniejszych niż 26 cm (wielkość dodatkowo wyliczona). W rzeczywistości wełna jest zawilgocona, co zmniejsza jej izolacyjność (RYS. 2).

3. Im grubsza jest warstwa wełny (w założeniu obliczeń – suchej), tym większe jest zagrożenie powstawania skroplin na granicy wełna/PIR. Ten efekt zgadza się ze spostrzeżeniem, że PIR jest po stronie zimnej i przez grubszą wełnę dociera do jego dolnej granicy mniej ciepła. Najniższe temperatury z wykresów to dla wełny 16 cm (RYS. 3) $-5,1^\circ\text{C}$, dla 18 cm (RYS. 4) $-6,2^\circ\text{C}$, a dla 20 cm (RYS. 5) $-7,1^\circ\text{C}$ (przy płycie PIR 6 cm).

4. W tych rozważaniach trzeba koniecznie uwzględnić to, że współcześnie jest bardzo mało dni o temperaturze zewnętrznej



RYS. 7 Układ materiałów tworzących przegrodę dachową, w której likwidacja działania mostków termicznych, jakimi są krokwie, jest zrealizowana za pomocą płyt PIR zamocowanych od strony poddasza; rys.: autor

poniżej -20°C . Tegoroczna zima (styczeń i luty 2026 r.) była pod tym względem wyjątkowo zimna. Dlatego w tego typu rozważaniach trzeba uwzględnić proporcje ilości zimnych dni (-20°C) do ilości ciepłych (0°C) w zimnych okresach roku. Okaze się wtedy, że ilości skroplin będą głównie zależały od ilości dni o temperaturze powietrza atmosferycznego w granicach $\pm 5^\circ\text{C}$. Czyli jako kryterium oceny zagrożenia skroplinami należy raczej przyjąć obliczenia dla różnicy temperatur $\Delta T = 20\text{K}$. Przy takim założeniu można na podstawie zamieszczonych obliczeń (RYS. 3–5) wywnioskować, że na granicy wełny i płyt PIR temperatury będą wyższe niż punkt rosy przy proporcjach wysokości: dla krokwi i wełny 16 cm – płyty PIR o grubości $>12 \text{ cm}$, dla krokwi i wełny 18 cm – płyty PIR o grubości $>13 \text{ cm}$, a dla krokwi i wełny 20 cm – płyty PIR o grubości $>14,5 \text{ cm}$.

W tego typu rozważaniach trzeba uwzględnić fakt dużej zmienności izolacyjności wełny mineralnej pod wpływem wilgoci. Im zawilgoconiejsza wełna jest, tym jej współczynnik przewodzenia ciepła λ jest większy (RYS. 2 – według [5]). Największe przyrosty następują przy zwiększeniu wilgotności objętościowej do ok. 1%, a potem łagodnieją. Jednak przy wilgotności objętościowej około 2–4% współczynnik przewodzenia ciepła λ **podwaja się** w zależności od gatunku i rodzaju wełny. Z tego powodu w swoich obliczeniach [2] dotyczących remontu dachu postanowiłem zbadać zachowanie założonych systemów materiałowych w przypadku zwiększonych współczynników przewodzenia ciepła zawilgoconej wełny do wartości $\lambda = 0,08$ (RYS. 6) i $0,12 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ w [2]. W dachach z wadliwie ułożoną paroizolacją wełna może być jeszcze bardziej wilgotna. Oto co z tego wynika:

1. Przez mokrą wełnę więcej ciepła dociera od środka dachu do spodu PIR i tym wyższa jest temperatura na granicy wełna-PIR, im bardziej mokra jest wełna (RYS. 6). Mechanizm tego zjawiska i jego efekty są podobne do obliczeń prezentowanych na RYS. 3–5. Skropliny nie będą powstawały dopiero przy grubościach PIR 18 cm dla $\lambda = 0,08 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Przy wzroście zawilgoconości wełny bardzo wyraźnie zwiększa się współczynnik przenikania ciepła. Jest zgodny z obowiązującym obecnie ($0,15 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$) dopiero, gdy PIR ma grubość 8 cm (dla wełny o $\lambda = 0,08 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$).

2. Oczywiście, wielkość różnicy temperatur (ΔT) ma podstawowe znaczenie dla temperatur występujących między warstwami omawianych systemów materiałowych. Warto było przeprowadzić obliczenia szacunkowe dla kilku założonych temperatur zewnętrznych (zaprezentowane w [2]), ponieważ na ich podstawie można stwierdzić, że **klimat ma podstawowe znaczenie dla rozpatrywanych**

zagadnień. Jeżeli uwzględnimy wieloletnią już łagodność zim w Polsce, to możemy stwierdzić, że przy takim klimacie zagrożenie skroplinami w optymalnych zestawach wysokości termoizolacji może być znikome wobec istniejącego zawilgocenia starych dachów. Na **RYS. 6** krzywa zmian temperatur na styku mokrej wełny z PIR dla różnicy temperatur 20°C (0°C na zewnątrz) jest zawsze powyżej temperatury punktu rosy powietrza wewnętrznego o założonych parametrach (20°C i Rh = 55% – żółta kreska na wykresach). Jeżeli warstwa PIR będzie miała grubość 12 cm, to spełnimy z nadmiarem założenia WT ($U_{\max} = 0,15 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$) i krzywa zmian temperatur na styku mokrej wełny z PIR dla różnicy temperatur 30°C (-10°C na zewnątrz) jest od tej grubości PIR powyżej temperatury punktu rosy dla powietrza o 20°C i Rh = 55%. Natomiast zastosowanie płyt PIR o grubości 18 cm spowoduje uniknięcie skroplin nawet przy spadkach temperatur do -20°C na zewnątrz ($\Delta T = 40\text{K}$ dla powietrza o temp. 20°C i Rh = 55%).

3. Warto zauważyć, że założone temperatury punktu rosy są określone dla ciepłego powietrza wewnętrznego (20°C). Jeżeli jednak założymy, że temperatury na granicy obu termoizolacji są niższe, to również temperatura powietrza w tych miejscach będzie niższa i zbliżona do tych na granicy. Na przykład dla $\Delta T = 20\text{K}$ i grubości wełny 16 cm, a PIR 12 cm temperatura graniczna $T_g = 9,9^\circ\text{C}$ (**RYS. 3**), ale wtedy wilgotność względna powietrza osiągnie poziom Rh = 100%. Jednak tak naprawdę ważna jest wilgotność bezwzględna, którą w tych warunkach można uznać za stałą. Oznacza to, że ochłodzona ta sama ilość pary wodnej w powietrzu spowoduje po ochłodzeniu wzrost wilgotności względnej do wartości 100% (a wtedy punkt rosy $T_g = 9,9^\circ\text{C}$ wynosi $9,9^\circ\text{C}$). W takich parametrach powietrza skroplin nie będzie, pod warunkiem że do granicy nie dociera ciepłe powietrze wewnętrzne.

4. Jednak w rzeczywistości w polskim dachu **działają przewiewy**, które stale dostarczają ciepłe i wilgotne powietrze. To powoduje, że skropliny powstaną, a o **trwałości przegrody decyduje ilość skroplin**. Działanie przewiewów polega m.in. na tym, że powietrze przepływa stale w tych samych miejscach i są to w większości przypadków szczeliny istniejące w pobliżu drewnianych belek. Ilość skroplin zależy od przepływów powietrza przez dach.

5. Sprawność funkcjonowania ociepleń nakrokwiowych z płyt PIR w dużej mierze zależy od szczelności powietrznej tak zbudowanej przegrody, ponieważ PIR ma dwie istotne dla tego problemu cechy: wysoką rozszerzalność termiczną i dużą bezwładność termiczną (długo się nagrzewa i długo schładza). To ma znaczenie również w omawianym przypadku docieplania dachów remontowanych, ponieważ nałożenie płyt PIR nakrokwiowo zwiększa intensywność przewiewów (to jest ciekawy temat do oddzielnego omówienia).

KONKLUZJA

Oczywiście z powodu dużych uproszczeń w zaprezentowanych obliczeniach szacunkowych oraz mając na uwadze możliwe praktyczne zawilgocenia wełny, należy ostrożnie podchodzić do wynikających z tych obliczeń wniosków. Jednak warto było to policzyć, ponieważ wyniki pokazują ważne mechanizmy oparte o zjawiska naturalne.

Jak widać z tych szacunków, istnieją duże szanse, aby w ocenianym układzie materiałów (**RYS. 1**) łatwo powstawała skroplina. Decyduje ilość powstających skroplin. Gdy jest ich dużo, to istnieje bardzo duże zagrożenie dla wszystkich belek osłoniętych przez wełnę, ponieważ woda kondensatu stale wchłaniana przez drewno spowoduje jego butwienie w czasie zależnym od ilości skroplin. Natomiast ta ilość zależy od intensywności wymiany powietrza napływającego z wnętrza budynku przez wszelkie szczeliny – głównie w paroizolacji, ale również w innych miejscach przegrody.

Jak z tego wynika, docieplanie dachu przez nałożenie na starą wełnę płyt PIR (według systemu z **RYS. 1**) **ma sens tylko wtedy, gdy wiemy, czy paroizolacja w dachu jest ułożona prawidłowo**, czyli szczelnie. Oczywiście ważny jest również stan wełny – stopień jej zawilgocenia. Gdy paroizolacja jest szczelna, to i wełna jest mniej wilgotna. Tym bardziej, gdy na wełnie jest MWK. W takim przypadku nałożenie płyt PIR na wełnę (lub na MWK) spowoduje duże różnice w funkcjonowaniu przegrody po tak przeprowadzonym remoncie.

Niestety moje (i nie tylko) doświadczenia z ostatnich 30 lat dowodzą, że w Polsce co najmniej 99% dachów ma wadliwie ułożoną paroizolację. W większości tych przypadków oznacza to funkcjonowanie w tych dachach intensywnej wymiany powietrza (przewiewów), co skutkuje dużymi ilościami skroplin. Warto dodatkowo zauważyć, że w Polsce układanie płyt PIR w systemach „nakrokwiowych” rzadko poprzedzone jest prawidłowym uszczelnieniem dachu przed przewiewami. Pisaliśmy o tym szkodliwym zjawisku już w 2010 r. [7], ale bez większych efektów na budowach, ponieważ uproszczenia są tańsze. W publikacji [7] są rysunki pokazujące, jak uzyskać szczelność powietrzną w dachu z płytami PIR ułożonymi na krokwiach.

O drugiej wersji mieszanego systemu ocieplania dachów (wełna i PIR – **RYS. 7**) przeczytaj Państwo w następnym numerze „IZOLACJI”.

LITERATURA

1. PN-EN ISO 13788:2013, „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej dla uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacji międzywarstwowej – metody obliczania”.
2. K. Patoka, „Próba sprawdzenia współdziałania wełny i płyt PIR”, „Materiały Budowlane” 10/2018, s. 122–126.
3. PN-EN ISO 13370:2008, „Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metoda obliczeń.”
4. PN-EN ISO 6946:2008, „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
5. Praca zbiorowa „Atlas dachów – dachy spadziste”, MDM 2005, s. 72, wykres 2.2.1.5.
6. K. Patoka, „Ocena współdziałania wełny i płyt PIR”, „Materiały Budowlane” 11/2018, s. 38–40.
7. K. Patoka, „Fatalne połączenie: przewiew i skropliny”, „IZOLACJE” 2/2010.
8. DIN 4108-5:1981, „Wärmeschutz im Hochbau. Berechnungsverfahren”.

KRZYSZTOF PATOKA jest absolwentem Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. Jego działalność zawodowa związana jest z budownictwem. Od początku lat 90. XX w. jego specjalnością jest technika dachowa. Prowadził firmy remontowo-budowlane i handlowo-konsultacyjne. Pracował dla wielu producentów materiałów pokryciowych.

Ma uprawnienia rzemieślnicze w dziedzinie stolarki budowlanej i dekarstwa. Jest ekspertem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych oraz Polskiego Stowarzyszenia Dekarzy. Jest autorem wielu publikacji dotyczących dachów: poradników i artykułów w czasopiśmie branżowych.

ARCH. WOJCIECH LUBKIEWICZ

Wymogi instalacyjno-materiałowe dla miejsc doraźnego schronienia

Miejsce doraźnego schronienia nie może być traktowane wyłącznie jako wydzielona przestrzeń w garażu podziemnym. Już na etapie projektowania budynku trzeba przewidzieć instalacje, zapasy wody, rozwiązania sanitarne, wentylację, oświetlenie i zasilanie awaryjne, które umożliwią bezpieczne przebywanie ludzi.

Obowiązująca od początku 2025 r. ustawa z dnia 5 grudnia 2024 r. o ochronie ludności i obronie cywilnej wprowadziła do obiegu prawnego nowe pojęcie związane z ochroną ludności – miejsce doraźnego schronienia. Zgodnie z ustawą zasadniczo miejsca te powinny być organizowane na kondygnacjach podziemnych budynków mieszkalnych wielorodzinnych i w garażach podziemnych.

Budynki wielorodzinne z kondygnacją podziemną, na której np. jest zlokalizowany garaż, od początku bieżącego roku muszą być w taki sposób zaprojektowane, żeby w razie potrzeby mogły służyć jako obiekty zbiorowej ochrony – tzn. MDS-y. Szczegółowe wymagania dla miejsc doraźnego schronienia zostały określone w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie warunków organizowania oraz wymagań, jakie powinny spełniać miejsca doraźnego schronienia. Wśród nich są wymagania: funkcjonalne, konstrukcyjne, organizacyjne oraz szereg wymogów dotyczących instalacji.

W MDS-ach, lokalizowanych w podziemnych częściach budynków, zapewnia się instalacje lub przyłącza instalacyjne, umożliwiające dalsze rozprowadzenie instalacji lub podłączenie urządzeń, służące do:

- » zaopatrywania w wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi,
- » odprowadzania lub gromadzenia ścieków,
- » wentylacji i utrzymania w czasie schronienia nie krótszym niż 48 godzin stężenia objętościowego tlenu wynoszącego co najmniej 18% oraz dwutlenku węgla nie większego niż 2%,
- » dostarczania energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych do odbiorników,
- » oświetlenia światłem sztucznym całej powierzchni MDS-u z natężeniem oświetlenia, mierzonym na poziomie podłogi, nie mniejszym niż 50 lx,
- » ogrzewania,
- » odwodnienia stosownie do warunków gruntowo-wodnych,
- » odbioru komunikatów radiowych publicznej radiofonii.

Skoro autor rozporządzenia określił, że: „zapewnia się instalacje lub przyłącza instalacyjne umożliwiające dalsze rozprowadzenie instalacji lub podłączenie urządzeń”, to oznacza, że przy projektowaniu garażu podziemnego trzeba przewidzieć, gdzie w razie potrzeby zorganizowania MDS-u będą zlokalizowane punkty poboru wody, armatura sanitarna, a w której części garażu będą przebywać ludzie, żeby można było w sposób ekonomiczny rozwiązać instalację

elektryczną oświetleniową czy doprowadzić przewody wentylacyjne. Jak opisano w poprzednim artykule¹ – istnieją wzory służące do obliczenia liczby osób, które powinny znaleźć schronienie w danym budynku (tzw. pojemność MDS-u), i na ich podstawie oblicza się potrzebną powierzchnię, a finalnie wyznacza się miejsce dla lokalizacji MDS-u, uwzględniając wymagania konstrukcyjne stropu i pozostałych elementów konstrukcyjnych.

WODA

Woda w MDS-ie będzie potrzebna zarówno do przygotowywania posiłków, jak i na potrzeby toalet. Rozporządzenie określiło wymóg zapewnienia co najmniej jednego pomieszczenia higieniczno-sanitarnego, w którym na każde 75 osób pojemności MDS-u zapewnia się co najmniej jedną umywalkę i miskę ustępową lub ustęp suchy nieskanalizowany, przy czym liczba ustępów suchych nieskanalizowanych w stosunku do misek ustępowych podłączonych do kanalizacji nie może być większa niż 3:1. W przypadku MDS-u o pojemności do 200 osób dopuszcza się wykonanie tylko ustępów suchych nieskanalizowanych, przy czym na każde rozpoczęte 50 osób zapewnia się co najmniej jeden ustęp. W przepisie określono również minimalne wymiary kabiny ustępowej: powinna mieć najmniejszy wymiar poziomy w świetle co najmniej 0,9 m i powierzchnię przed miską ustępową co najmniej 0,6 na 0,9 m w rzucie poziomym, spełniającą również funkcję powierzchni przed umywalką – w przypadku jej zainstalowania w kabine ustępowej. Zatem wymagania dla wymiaru kabiny toalety nie odbiega od wymogów powszechnie stosowanych, a określonych w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Z praktycznego punktu widzenia warto tak usytuować toaletę przeznaczoną dla osób sprzątających budynek – zwykle zlokalizowaną na kondygnacji garażowej, w sąsiedztwie pomieszczenia na środki czystości – aby w razie potrzeby mogła być wykorzystywana również na potrzeby MDS-u.

Ważne jest, żeby instalacja kanalizacyjna bezawaryjnie odprowadzała ścieki przez cały czas przebywania ludności w MDS-ie, zatem należałoby zadbać, żeby przed włączeniem instalacji do sieci istniał zbiornik, który zgromadzi ścieki na wypadek awarii sieci. Wydaje się to konieczne w przypadku sieci kanalizacyjnej, która działa z zastosowaniem przepompowni, gdyż mogą one przestać działać np. z powodu przerwania dopływu prądu.

Podobnie jak w przypadku instalacji kanalizacji sanitarnej, również instalacja wodociągowa powinna działać bezawaryjnie i dostarczać wodę przez cały czas użytkowania MDS-u, niezależnie

¹ W numerze 6/2026 miesięcznika „IZOLACJE”



fol.: Adobe Stock

od tego, czy wodociąg publiczny będzie funkcjonował. Należałoby zatem zapewnić zapas wody na ten czas poprzez zastosowanie zbiornika na wodę.

POWIETRZE

O ile doprowadzenie instalacji wody czy kanalizacji sanitarnej do miejsc potencjalnych WC nie powinno rodzić większych problemów, o tyle zapewnienie wentylacji na czas nie krótszy niż 48 godzin może przysporzyć pewien kłopot. MDS jest bowiem miejscem bezpiecznym, o konstrukcji wzmocnionej, która ma wytrzymać zniszczenie, zawalenie się kondygnacji nadziemnych budynku. Zatem należy przewidzieć, że piony wentylacyjne budynku, które wyprowadza się ponad dach, wraz z budynkiem mogą ulec całkowitemu zniszczeniu. Wydaje się zatem oczywiste, że kanały, które będą służyć wentylacji MDS-ów, powinny być wyprowadzone poza strefę prognozowanego zagruzowania. Trzeba by również przewidzieć pomieszczenie techniczne, w którym będą zlokalizowane urządzenia do uzdatnienia powietrza do osiągnięcia poziomu zawartości tlenu wynoszącego co najmniej 18% oraz dwutlenku węgla nie większego niż 2%.

ŚWIATŁO, GAZ

Nietypowe rozwiązania dla garaży należy również przewidzieć dla instalacji oświetleniowej. W miejscu potencjalnego MDS-u trzeba by rozprzestrzenić instalację oświetleniową z oprawami o odpowiednim natężeniu oświetlenia, a także przewidzieć miejsce – pomieszczenie, gdzie będą usytuowane baterie bądź agregat prądowłoczy z zapasem paliwa i z którego instalacja elektryczna MDS-u zostanie rozproszona.

W przypadku budynków mieszkalnych wyposażonych w instalację gazową rozporządzenie w sprawie MDS-ów nałożyło pewne ograniczenie: w MDS-ie bowiem nie mogą znajdować się instalacje lub urządzenia gazowe, chyba że zapewniono możliwość odcięcia instalacji gazowych zaworami w obrębie MDS-u.

OGIEŃ

Miejsce doraźnego schronienia organizuje się tak, aby ograniczona była możliwość powstania w nim pożaru, a w przypadku jego wystąpienia ograniczone było rozprzestrzenianie się ognia i dymu we wnętrzu MDS-u, a także zapewniona była możliwość ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób.

Przepis nie nakłada wymogów w odniesieniu do materiałów budowlanych, które mogą być wykorzystane w MDS-ach, a w szczególności dotyczących wymogów odporności ogniowej czy też reakcji na ogień. Jedyną wytyczną w tym względzie pozostaje więc przywołana wyżej ogólna zasada ochrony przed powstaniem i rozprzestrzenianiem się pożaru. Można zatem wywnioskować, że pomieszczenia techniczne, w których będą umieszczone urządzenia i paliwa, powinny być wydzielone bądź oddzielone pożarowo od pozostałej części MDS-u, a wyroby budowlane, w tym instalacyjne i wykończeniowe nie powinny rozprzestrzeniać ognia. Na pewno okładziny ścian i sufitów powinny być niepalne i niekapiące pod wpływem ognia i temperatury. Zapewne również muszą spełniać wymagania jak wyroby projektowane w pomieszczeniach na pobyt ludzi oraz na drogach ewakuacyjnych. Co do reakcji na ogień poszczególnych materiałów należałoby jednak zasięgnąć opinii rzeczoznawców ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych.

WOJCIECH LUBKIEWICZ starszy projektant/architekt sprawdzający w pracowni projektowej SRDK Studio (www.srdkstudio.com). Jest ekspertem z ponad 20-letnim stażem zawodowym, który dziś wyznacza standardy w dziedzinie projektowania miejsc doraźnego schronienia (MDS).

Odpowiada za edukowanie środowiska architektów oraz deweloperów w zakresie nowych wymogów techniczno-budowlanych. Od 2005 r. członek oraz wiceprzewodniczący i przewodniczący Gminnej Komisji Urbanistyczno-Architektonicznej.

Zdrowe Budownictwo

Nowy cykl publikacji

Budownictwo coraz częściej definiujemy przez jego wpływ na człowieka. Zdrowie, komfort i jakość środowiska wewnętrznego przestają być dodatkiem, a stają się integralną częścią procesu inwestycyjnego. Ten obszar będzie zyskiwał na znaczeniu.





Grzegorz Przepiórka
Zastępca Redaktor Naczelnej
„IZOLACJE”

gprzepiorka@medium.media.pl

Kiedy zaczynam pisać ten tekst, od półtorej godziny obowiązuje kolejny tego lata alert o wysokich temperaturach. Doniesienia internetowych mediów są zaś następujące: Europa Zachodnia bije rekord temperatury, do Polski idą dwie potężne fale upałów, żar do 38°C. Z danych ministerstwa zdrowia jasno wynika, że najwięcej zgonów przypada na najgorętsze dni (179 osób, 29 czerwca, 40,5°C – rekord). Ponurej statystyki dostarcza też EuroMOMO, Europejskie Obserwatorium Śmiertelności – podczas fali upałów pod koniec czerwca odnotowano ponad 10 tys. nadmiarowych zgonów. Wysokie temperatury są szczególnie niebezpieczne dla osób starszych, przewlekle chorych i dzieci, ale nie pozostają bez wpływu na każdego z nas – decydują m.in. o jakości snu, produktywności, procesach poznawczych. Na koniec tego akapitu nadal nie mam dla Państwa dobrych wieści – fale upałów raczej nie są czymś incydentalnym, przyjdzie nam mierzyć się z nimi w kolejnych, w dodatku wydłużających się, sezonach letnich.

Jak zatem zaadaptować się do nowych warunków? Przede wszystkim minimalizując ekspozycję na niedogodne czy wręcz szkodliwe warunki, a najłatwiej to zrobić, chroniąc się w budynkach. Przy czym te, aby nie stać się klatkami ciepła, lecz oazami, muszą spełnić kilka warunków, wśród których jeden jest fundamentalny – na skuteczną ochronę obiektu przed upałem składa się nie pojedynczy element, ale zbiór rozwiązań stanowiących system. Bardzo ważną rolę w nim odgrywa izolacja, ale będzie ona sprzymierzeńcem, a nie przeciwnikiem w walce z upałem tylko wtedy, gdy inne elementy systemu też będą spełniać swoją antyupałową funkcję. O tym szeroko rozpisuje się w naszym cyklu dr inż. arch. Marta Promińska, a ja Państwu ten tekst – pomimo upałów i z powodu upałów – gorąco polecam!

+ DOŁĄCZ DO GRONA PARTNERÓW



PARTNERZY CYKLU ZDROWE BUDOWNICTWO





DR INŻ. ARCH. MARTA PROMIŃSKA

Zdrowie w czasie upału

► Wpływ izolacji, bezwładności cieplnej i ochrony przeciwsłonecznej na ryzyko przegrzewania

Izolacyjność cieplna przegród jest jednym z podstawowych parametrów określających jakość energetyczną budynku i najczęściej analizuje się ją w kontekście ograniczania strat ciepła w sezonie grzewczym. Coraz częstsze i dłuższe okresy wysokiej temperatury powodują jednak, że równie ważna staje się zdolność obiektu do ochrony użytkowników przed przegrzewaniem.

Dobrze ocieplona przegroda może ograniczać napływ ciepła z zewnątrz, lecz sama wartość współczynnika przenikania ciepła nie przesądza o warunkach termicznych we wnętrzu. O rzeczywistym ryzyku decydują także zyski słoneczne, powierzchnia i orientacja przeszkleń, ochrona przeciwsłoneczna, bezwładność cieplna, szczelność powietrzna, możliwość nocnego chłodzenia, sposób wentylacji oraz dostępność aktywnego chłodzenia. Przegrzewanie nie jest wyłącznie problemem komfortu. Wysoka temperatura wewnętrzna może oddziaływać na termoregulację, sen, sprawność poznawczą i produktywność, a przede wszystkim na bezpieczeństwo termiczne użytkowników.

BUDYNEK JAKO MIEJSCE EKSPOZYCJI NA WYSOKĄ TEMPERATURĘ

Wpływ fal upałów na zdrowie bywa opisywany przede wszystkim za pomocą temperatury powietrza zewnętrznego. Z punktu widzenia użytkownika o wielkości rzeczywistej ekspozycji decyduje jednak nie tylko pogoda, lecz także sposób, w jaki budynek reaguje na nią w kolejnych godzinach i dniach.

Człowiek nie doświadcza przez całą dobę temperatury podawanej przez stację meteorologiczną. Przebywa głównie w mieszkaniach, szkołach, biurach, szpitalach i innych pomieszczeniach. To obudowa budynku, przeszklenia, masa konstrukcyjna, wentylacja, instalacje oraz sposób użytkowania przekształcają warunki zewnętrzne w mikroklimat, któremu podlega organizm.

Budynek może ograniczać ekspozycję na upał, opóźniając napływ ciepła, zatrzymując promieniowanie słoneczne poza wnętrzem i umożliwiając usuwanie energii zgromadzonej w ciągu dnia. Może jednak również potęgować problem. W niekorzystnie zaprojektowanych obiektach temperatura wewnętrzna pozostaje wysoka także wtedy, gdy na zewnątrz zaczyna spadać. Badania naukowe wskazują, że budynki projektowane z myślą o zatrzymywaniu ciepła w chłodnym klimacie mogą podczas fal upałów przedłużać ekspozycję użytkowników, utrzymując podwyższoną temperaturę również po ustąpieniu dziennego maksimum [1].

Zjawisko to ma podstawowe znaczenie dla fizyki budowlanej. Nie wystarczy odpowiedzieć na pytanie, ile ciepła przenika przez metr

kwadratowy przegrody przy ustalonej różnicy temperatur. Trzeba również ustalić, ile energii słonecznej dociera do wnętrza, jak szybko nagrzewają się przegrody, gdzie znajduje się masa akumulacyjna, jak długo budynek przechowuje zgromadzone ciepło, czy nocą możliwe jest jego skuteczne odprowadzenie, co dzieje się podczas kilku kolejnych gorących dni oraz czy bez działania urządzeń mechanicznych pomieszczenia pozostają bezpieczne.

OD KOMFORTU CIEPLNEGO DO ZAGROŻENIA ZDROWOTNEGO

Wysoka temperatura w pomieszczeniu często jest uznawana za niedogodność: użytkownikowi jest gorąco, trudniej mu pracować, a sen staje się mniej komfortowy. Takie ujęcie jest jednak zbyt wąskie. Długotrwałe gorąco może przekraczać zdolność organizmu do utrzymania równowagi cieplnej i wpływać na funkcjonowanie wielu układów.

Organizm wymienia ciepło z otoczeniem poprzez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie, a także traci je wskutek parowania wody ze skóry i dróg oddechowych. W czasie upału szczególnego znaczenia nabiera parowanie potu. Skuteczność tych mechanizmów zależy nie tylko od temperatury powietrza, lecz także od wilgotności, ruchu powietrza, temperatury powierzchni otaczających człowieka, aktywności fizycznej, odzieży, nawodnienia i indywidualnego stanu zdrowia. W pomieszczeniu o nagranych ścianach, suficie i wyposażeniu człowiek może odczuwać silne obciążenie cieplne, nawet gdy sama temperatura powietrza nie wydaje się jeszcze ekstremalna.

Skutki wysokiej temperatury mogą obejmować wzrost zachorowalności i śmiertelności związanej m.in. z chorobami układu krążenia, układu oddechowego, nerek, układu mózgowo-naczyniowego oraz cukrzycą [1]. Szczególnie narażone są osoby starsze, małe dzieci, osoby przewlekle chore, użytkownicy niezdolni do samodzielnej zmiany warunków otoczenia oraz gospodarstwa domowe pozbawione dostępu do skutecznego chłodzenia albo niemogące ponosić jego kosztów. Z perspektywy projektowej nie należy jednak zakładać, że pozostali użytkownicy są odporni na oddziaływanie wysokiej temperatury. Badania pokazują, że pogorszenie funkcjonowania może wystąpić również u młodych, zdrowych osób [1].

CZY DOBRA IZOLACJA CHRONI PRZED UPAŁEM?

Najprostsza odpowiedź brzmi: może chronić, ale nie zawsze wystarcza. Warstwa izolacji cieplnej ogranicza przepływ energii przez przegrodę. W sezonie zimowym zmniejsza odpływ ciepła z wnętrza, natomiast latem może ograniczać jego dopływ przez rozgrzany dach lub ścianę. Jest zatem ważnym elementem ochrony przed przegrzewaniem.

Główne mechanizmy i sposoby ograniczania ryzyka



97



WNIOSKI

1. Dobrze ocieplony budynek może skutecznie ograniczać napływ ciepła przez dachy, ściany i pozostałe przegrody, dlatego izolacja stanowi jeden z podstawowych elementów ochrony użytkowników podczas upałów. Nie jest jednak samodzielną gwarancją bezpieczeństwa termicznego. Ryzyko przegrzewania wynika z bilansu całego budynku i zależy m.in. od wielkości zysków słonecznych, właściwości przeszkleń, skuteczności ochrony przeciwsłonecznej, masy i układu przegród, szczelności, sposobu wentylacji, zysków wewnętrznych oraz możliwości odprowadzania ciepła w ciągu dnia i nocy.
2. Przegrzewanie należy traktować jako problem zdrowotny, a nie wyłącznie jako kwestię komfortu, ponieważ może ono wpływać na termoregulację, jakość snu, koncentrację, produktywność i bezpieczeństwo użytkowników. Skutki te dotyczą nie tylko osób starszych, dzieci czy osób przewlekle chorych, lecz mogą występować również u ludzi młodych i zdrowych. W badaniu terenowym przeprowadzonym podczas fali upałów osoby mieszkające w budynkach bez klimatyzacji osiągały gorsze wyniki testów poznawczych niż mieszkańcy obiektów chłodzonych [1].
3. Ocena odporności budynku na wysokie temperatury nie może opierać się wyłącznie na współczynniku przenikania ciepła U. Parametr ten nie opisuje dynamiki przepływu energii, pojemności cieplnej materiałów, kolejności warstw ani zdolności budynku do nocnego schładzania. Izolacja ogranicza przepływ ciepła w obu kierunkach: pomaga chronić wnętrze przed nagrzewaniem, lecz po wystąpieniu znacznych zysków może również spowolnić oddawanie zakumulowanej energii. Z tego względu szczególne znaczenie ma zatrzymanie promieniowania słonecznego przed jego przeniknięciem przez przeszklenia. Skuteczna ochrona przeciwsłoneczna zmniejsza obciążenie cieplne pomieszczeń i ogranicza zapotrzebowanie na chłodzenie mechaniczne.
4. Bezwładność cieplna może opóźniać wzrost temperatury i łagodzić krótkotrwałe wahania, ale działa skutecznie jedynie jako część większego systemu. Zakumulowane w przegrodach ciepło musi zostać później usunięte, przede wszystkim przez nocne chłodzenie, wentylację lub odpowiednio zaprojektowane instalacje. Również szczelność powietrzna powinna być łączona z kontrolowaną wymianą powietrza. Przypadkowa infiltracja nie jest wiarygodną strategią chłodzenia, jednak szczelny budynek pozbawiony możliwości skutecznego usuwania ciepła może stopniowo się przegrzewać.
5. Aktywne chłodzenie może być niezbędne podczas ekstremalnych zdarzeń, nie powinno jednak zastępować działań pasywnych. Ograniczenie zysków słonecznych, prawidłowa izolacja, ochrona przeciwsłoneczna, wykorzystanie pojemności cieplnej oraz możliwość nocnego chłodzenia zmniejszają wymagany zakres pracy urządzeń, zużycie energii i obciążenie sieci elektroenergetycznej. Budynek powinien być oceniany także w sytuacji awarii zasilania lub niedostępności chłodzenia mechanicznego. Bezpieczeństwo termiczne oznacza bowiem zdolność obiektu do utrzymania przez określony czas warunków niezagrażających zdrowiu i podstawowej funkcjonalności, nawet gdy systemy techniczne przestają działać.
6. Z tego samego powodu termomodernizacja nie powinna być analizowana wyłącznie przez pryzmat strat ciepła w sezonie zimowym. Projekt modernizacji musi uwzględniać również warunki letnie, ryzyko kumulacji ciepła, wpływ wymiany okien i zwiększenia szczelności, skuteczność zacinienia oraz możliwości wentylacji i chłodzenia. Dopiero łączne spojrzenie na obudowę budynku, przeszklenia, instalacje i sposób użytkowania pozwala stwierdzić, czy dobrze ocieplony budynek rzeczywiście chroni zdrowie użytkowników podczas wielodniowej fali upałów.

JAK OCENIAĆ RYZYKO PRZEGRZEWANIA?

Ocena ryzyka nie powinna ograniczać się do pojedynczej wartości maksymalnej. Znaczenie mają również długość i pora ekspozycji. Inne konsekwencje ma temperatura podwyższona przez jedną godzinę, a inne utrzymująca się przez całą noc. Szczególnie niekorzystna jest sytuacja, w której budynek nie ma czasu na ochłodzenie, a użytkownicy przez kolejne doby pozostają w środowisku obciążającym termoregulację.

Analiza powinna obejmować godzinowe zmiany temperatury wewnętrznej, liczbę i ciągłość godzin podwyższonej temperatury, warunki nocne, temperaturę powierzchni przegród, wilgotność i ruch powietrza, strefy najbardziej narażone, różne scenariusze użytkowania, wariant z działającym chłodzeniem, wariant awarii zasilania oraz zachowanie obiektu podczas kilku kolejnych dni ekstremalnych warunków.

Szczegółnej uwagi wymagają sypialnie, pomieszczenia dzieci, sale lekcyjne, pokoje pacjentów, domy opieki, lokale na ostatnich kondygnacjach, poddasza, mieszkania jednostronne pozbawione

możliwości przewietrzania poprzecznego, pomieszczenia o dużej powierzchni przeszkleń oraz obiekty bez aktywnego chłodzenia.

Do oceny projektowej potrzebne są symulacje dynamiczne wykorzystujące godzinowe dane pogodowe i realistyczne profile użytkowania. Obliczenia powinny uwzględniać rzeczywiste osłony, urządzenia, liczbę osób i sposób sterowania wentylacją. Wynik oparty na idealnym zachowaniu użytkownika może być mylący, jeżeli w praktyce okien nie można otworzyć z powodu hałasu, bezpieczeństwa albo zanieczyszczenia powietrza.

HIERARCHIA OCHRONY PRZED PRZEGRZEWANIEM

Skuteczna ochrona użytkowników przed przegrzewaniem powinna mieć charakter wielowarstwowy i rozpocząć się od ograniczenia ilości energii wprowadzanej do budynku. Najważniejsze jest zatrzymanie nadmiernych zysków, zanim staną się obciążeniem dla wnętrza. Służą temu zewnętrzne osłony przeciwsłoneczne, właściwy dobór przeszkleń, ograniczenie zysków pochodzących od urządzeń, stosowanie powierzchni dachowych o wysokiej

refleksyjności oraz racjonalne kształtowanie elewacji i powierzchni przeszklonych.

Kolejnym elementem jest skuteczna obudowa budynku. Ciągłość izolacji cieplnej i ograniczenie mostków termicznych zmniejszają napływ ciepła przez nagrzane dachy, ściany i pozostałe przegrody. Obudowa powinna być jednocześnie szczelna powietrznie, ale nie może funkcjonować w oderwaniu od systemu kontrolowanej wymiany powietrza. Sama szczelność nie zapewnia ochrony przed przegrzewaniem, jeżeli budynek nie ma możliwości skutecznego usuwania zakumulowanego ciepła.

Ważną rolę odgrywa bezwładność cieplna. Masa konstrukcyjna może przejmować część zysków i opóźniać wzrost temperatury wewnętrznej, jednak jej skuteczność zależy od ograniczenia nadmiernego nasłonecznienia oraz możliwości późniejszego schłodzenia przegród. Bez odprowadzenia zgromadzonej energii masa cieplna przestaje pełnić funkcję ochronną i może podtrzymywać wysoką temperaturę również po ustąpieniu dziennego maksimum.

Usuwanie ciepła powinno następować przede wszystkim wtedy, gdy warunki zewnętrzne są korzystne. Wentylacja nocna, przewietrzanie poprzeczne, wykorzystanie efektu kominowego oraz odpowiednio sterowane systemy mechaniczne pozwalają schładzać zarówno powietrze, jak i elementy budynku. Możliwość nocnej regeneracji cieplnej jest szczególnie ważna podczas wielodniowych fal upałów, kiedy każda kolejna doba może rozpoczynać się od coraz wyższej temperatury początkowej.

Gdy środki pasywne nie wystarczają, konieczne staje się zastosowanie aktywnego chłodzenia. Energooszczędne systemy powinny utrzymywać warunki bezpieczne dla zdrowia, ale ich dobór nie może kompensować podstawowych błędów projektowych, takich jak brak zacienienia, nadmierna powierzchnia przeszkleń czy niekontrolowane zyski słoneczne. Ograniczenie obciążeń cieplnych pozwala zmniejszyć moc instalacji, zużycie energii oraz obciążenie sieci elektroenergetycznej [2–3].

Ostatnim elementem strategii jest odporność budynku na awarię. Obiekt powinien zachować minimalny poziom bezpieczeństwa również po utracie zasilania lub zatrzymaniu systemu chłodzenia. Służą temu dobrze zaprojektowana obudowa, skuteczne osłony przeciw-słoneczne, możliwość wentylacji pasywnej oraz wyznaczenie stref schronienia termicznego. AIA wskazuje także możliwość wykorzystania instalacji fotowoltaicznych połączonych z magazynowaniem energii do podtrzymania podstawowych funkcji, takich jak działanie wentylatorów, oświetlenia oraz niewielkich urządzeń chłodniczych w wybranych strefach [5]. Hierarchia ochrony powinna zatem prowadzić od ograniczenia źródeł ciepła, przez wykorzystanie właściwości obudowy i metod pasywnych, aż do chłodzenia mechanicznego i zapewnienia bezpieczeństwa w sytuacjach awaryjnych.

ODPOWIEDZIALNOŚĆ PRODUCENTÓW MATERIAŁÓW IZOLACYJNYCH

Zmiana klimatu i rosnące ryzyko przegrzewania rozszerzają sposób, w jaki powinny być opisywane i oceniane materiały izolacyjne. Nie wystarczy komunikowanie jednej wartości współczynnika przewodzenia ciepła. Projektant potrzebuje danych pozwalających ocenić

produkt w konkretnym układzie przegrody, w tym informacji o przewodności cieplnej, gęstości, cieple właściwym, trwałości parametrów, zachowaniu w warunkach wysokiej temperatury, kompatybilności z pozostałymi warstwami, szczelności systemowych połączeń, sposobie ograniczania mostków, wpływie na zdolność przegrody do wysychania oraz zasadach prawidłowego projektowania detali.

Producent nie powinien sugerować, że sam materiał zapewnia odporność budynku na przegrzewanie. Skuteczność zależy od całej przegrody i budynku. Może jednak wspierać projektantów, dostarczając rzetelne dane, rozwiązania systemowe oraz wyniki analiz dla różnych układów dachów i ścian.

Szczególne znaczenie ma jakość wykonania. Przerwy w izolacji, nieszczelności, źle rozwiązane połączenia i mostki cieplne pogarszają zachowanie obudowy zarówno zimą, jak i latem. Materiał osiąga deklarowaną funkcję dopiero jako element prawidłowo zaprojektowanego i wykonanego systemu.

ZDROWY BUDYNEK NIE MOŻE ZALEŻEĆ WYŁĄCZNIE OD ZACHOWANIA UŻYTKOWNIKA

Część strategii ochronnych przerzuca odpowiedzialność na osobę przebywającą w budynku: ma zamknąć okno w odpowiednim momencie, opuścić roletę, przewietrzyć nocą, wyłączyć urządzenia i przenieść się do chłodniejszego pomieszczenia.

Zachowania użytkowników są ważne, lecz nie powinny być jedynym mechanizmem bezpieczeństwa. Nie wszyscy rozpoznają ryzyko, są obecni w odpowiednim momencie lub mają fizyczną możliwość obsługi elementów budynku. W szkołach, szpitalach i domach opieki odpowiedzialność musi spoczywać na systemie zarządzania obiektem.

Automatyka może wspierać działanie osłon, wentylacji i chłodzenia w reakcji na temperaturę, natężenie promieniowania i warunki zewnętrzne. AIA wymienia inteligentne sterowanie jako element optymalizacji zacieniania, wentylacji i chłodzenia [5]. Automatyka nie zastąpi jednak dobrego projektu. Jeżeli budynek ma nadmierne przeszklenia, brak zewnętrznych osłon i niewystarczającą możliwość odprowadzania ciepła, sterowanie będzie jedynie ograniczać skutki podstawowych błędów.

LITERATURA

1. J.G. Cedeño Laurent, A. Williams, Y. Oulhote, A. Zanobetti, J.G. Allen, J.D. Spengler, „Reduced cognitive function during a heat wave among residents of non-air-conditioned buildings: An observational study of young adults in the summer of 2016”, „PLOS Medicine” 2018, 15(7), e1002605.
2. Harvard T.H. Chan School of Public Health, „Heat waves demand a rethinking of air conditioning, 2024”.
3. Harvard T.H. Chan School of Public Health, „Outfitting school buildings for extreme heat ‘not that hard,’ says expert”, 2023.
4. Harvard Healthy Buildings Program, „Climate – Healthy Buildings Research”.
5. American Institute of Architects, „The Heat is On: Designing for Thermal Resilience”.

MARTA PROMIŃSKA architektka, urbanistka, certyfikowany assessor LEED O+M. Absolwentka Politechniki Krakowskiej. Autorka publikacji naukowych, w tym książek „Zdrowa urbanistyka. Nowy standard planowania przestrzennego” oraz „Zdrowa architektura. Nowy standard projektowania

zrównoważonego”. Posiada kilkunastoletnie doświadczenie w zarządzaniu ryzykiem w pracach projektowych, technicznym due diligence nieruchomości oraz realizacji zrównoważonego budownictwa. Członkini zarządu PLGBC oraz WELL Materials Advisory.





Dom odporny na upały

► Jak automatyka ogranicza przegrzewanie wewnątrz?

Upały potrafią być realnym wyzwaniem dla samopoczucia i codziennego funkcjonowania. Według badania Verian dla Somfy ponad połowa Polaków zauważa wpływ wysokich temperatur na zdrowie fizyczne, a 45% także na psychiczne. Komfort termiczny w domu staje się jednym z elementów dbania o codzienny dobrostan.

Jednocześnie 31% Polaków uważa swoje domy za nieprzygotowane na upały. Najczęściej wybieranym sposobem radzenia sobie z wysoką temperaturą pozostają wentylatory, z których korzysta 70% badanych. Klimatyzację posiada 26% Polaków, a zewnętrzne osłony przeciwsłoneczne – tylko 21%.

W wielu domach ochrona przed upałem nadal opiera się przede wszystkim na działaniach doraźnych: wietrzeniu, zastanianiu okien od środka, używaniu wiatraków albo chłodzeniu wewnątrz dopiero wtedy, gdy są już mocno nagrzane. Tymczasem budynki często kumulują ciepło szybciej, niż jesteśmy w stanie je później schłodzić. Dlatego skuteczna strategia chłodzenia domu powinna zaczynać się od ograniczenia nagrzewania.

AUTOMATYCZNE OSŁONY JAKO OCHRONA PRZED NAGRZEWANIEM DOMU

Kluczową rolę odgrywają zewnętrzne osłony przeciwsłoneczne, takie jak rolety, żaluzje

fasadowe czy screeny. Zatrzymują one promienie słoneczne jeszcze przed szybą, zanim ciepło dostanie się do wnętrza. Ma to znaczenie szczególnie w pomieszczeniach narażonych na intensywne nasłonecznienie, zwłaszcza tych umieszczonych od strony południowej i zachodniej.

Najlepszy efekt daje automatyzacja osłon. Dzięki niej rolety mogą reagować na porę dnia, poziom nasłonecznienia, temperaturę lub zaplanowane scenariusze. Opuszczają się wtedy, gdy słońce zaczyna nagrzewać pomieszczenia, nawet jeśli domowników nie ma w domu.

Według analiz TBC dla Francuskiej Federacji Budowlanej, automatyczne osłony zewnętrzne mogą obniżyć temperaturę w pomieszczeniach o 4–7°C i ograniczać potrzebę korzystania z klimatyzacji nawet do 70%. Smart home w kontekście upałów może więc wspierać efektywność energetyczną budynku i pomóc utrzymać komfort termiczny przy mniejszym zużyciu energii.

PASYWNE CHŁODZENIE WSPIERANE TECHNOLOGIĄ

Ostatnie rekordy temperatur w Polsce pokazują, że powinniśmy poważnie rozmawiać nie tylko o tym, jak chłodzić budynki, ale też, jak robić to mądrze i efektywnie. Dlatego coraz ważniejsze będą rozwiązania, które ograniczają potrzebę intensywnego chłodzenia i odciążają systemy klimatyzacyjne. Według badania Verian dla Somfy 63% Polaków przyznaje, że upał pogarsza ich samopoczucie, a 69% obawia się wzrostu kosztów energii. Zmieniający się klimat wymaga od nas nowego podejścia do komfortu w domach i budynkach: bardziej przewidującego, mniej energochłonnego i lepiej dopasowanego do codziennego życia mieszkańców – mówi Małgorzata Jasińska, dyrektor zarządzająca Somfy na Europę Wschodnią.

W praktyce taki system jest prosty w obsłudze. Użytkownik steruje osłonami z poziomu aplikacji, pilota lub wcześniej ustawionych scenariuszy. Rano rolety mogą podnieść się automatycznie, wpuszczając naturalne światło, a w godzinach największego nasłonecznienia opuścić się po stronie południowej i zachodniej. Po połączeniu z centralą smart home TaHoma® switch oraz czujnikami słońca lub temperatury rozwiązanie dopasowuje działanie do realnych warunków.

W upały liczy się moment reakcji. Zasłonięcie okien po kilku godzinach intensywnego nasłonecznienia często jest już spóźnione. Automatyka pozwala działać wcześniej, zanim wewnątrz zdąży się przegrzać – również wtedy, gdy domownicy są poza domem.

SMART HOME BEZ GENERALNEGO REMONTU

Osłony zewnętrzne można wdrażać także w istniejących budynkach – etapami, zaczynając od najbardziej nasłonecznionych pomieszczeń. Modernizacja domu nie zawsze musi wiązać się z dużym remontem. Czasem najlepszy efekt daje zabezpieczenie tych okien, przez które latem wpada najwięcej słońca.

Nowoczesne napędy radiowe ograniczają potrzebę prowadzenia dodatkowego okablowania sterującego, a rozwiązania solarne mogą zwiększać niezależność instalacji od tradycyjnego zasilania. Dzięki temu system można rozwijać stopniowo, w zależności od potrzeb mieszkańców, budżetu i specyfiki budynku.

MNIEJ ENERGII, WIĘCEJ KOMFORTU

Letni komfort w domu to suma dobrze zaplanowanych działań: ograniczenia nagrzewania, rozsądnego wietrzenia, kontroli światła, jakości powietrza i świadomego korzystania z klimatyzacji tam, gdzie jest potrzebna. Automatyczne osłony przeciwsłoneczne mogą stać się ważnym elementem tej strategii, łącząc wygodę i oszczędność energii.

KONTAKT



Somfy
www.somfy.pl



Tworzymy Inteligentny Dom Jutra

Od 30 lat w Polsce dostarczamy innowacyjne i niezawodne rozwiązania,
które zmieniają sposób, w jaki żyjemy w naszych domach.

Dziękujemy za **30 lat** razem.



Czy nasze domy są gotowe na nową rzeczywistość klimatyczną?

36°C na zewnątrz i około 25°C wewnątrz bez klimatyzacji? To możliwe, ale tylko w budynkach, które łączą dobrą izolację oraz skuteczną ochronę przeciwsłoneczną. Pomiar prowadzone w parku badawczym Baumit VIVA pokazują, że to właśnie ona w dużej mierze decyduje o tym, czy dom latem stanie się komfortowym schronieniem, czy szybko zamieni się w nagrzaną pułapkę. To ważna informacja, ponieważ według IMGW lata 2015–2024 przyniosły w Polsce największą liczbę dni upalnych (powyżej 30°C) w historii pomiarów.



Obecna fala gorąca pokazuje, że ekstremalne temperatury przestają być wyjątkiem. IMGW wydaje kolejne ostrzeżenia przed upałami, a w wielu regionach Polski temperatury zbliżają się do 40°C i znacznie przekraczają wieloletnie normy sezonowe. Takie warunki oznaczają nie tylko większe obciążenie dla sieci energetycznej, lecz przede wszystkim dla ludzi. Przegrzewające się mieszkania i domy utrudniają odpoczynek, pogarszają jakość snu i mogą być szczególnie niebezpieczne dla seniorów, małych dzieci oraz osób przewlekle chorych.

Przez lata o ociepleniu myśleliśmy wyłącznie w kontekście zimy i obniżania rachunków za ogrzewanie. Dziś zmieniający się klimat stawia przed budownictwem zupełnie nowe wyzwania. Długotrwałe fale gorąca oznaczają nie tylko dyskomfort mieszkańców, lecz

także rosnące zużycie prądu przez klimatyzację i wyższe koszty eksploatacji budynków. Dlatego coraz ważniejsza jest odpowiednia izolacja termiczna, która pomaga utrzymać optymalną temperaturę w pomieszczeniach również latem, stając się pierwszą linią obrony przed słońcem.

Jeszcze do niedawna budynki projektowaliśmy przede wszystkim z myślą o ograniczeniu strat ciepła zimą. Dziś równie ważnym wyzwaniem staje się ochrona przed przegrzewaniem. Dobrze zaprojektowana izolacja pomaga utrzymać bardziej stabilną temperaturę we wnętrzach przez cały rok, dzięki czemu budynek potrzebuje mniej energii zarówno do ogrzewania zimą, jak i chłodzenia latem. Pamiętajmy jednak, że izolacja ścian to element większej układanki. Aby działała najskuteczniej, musi iść w parze ze świadomą architekturą: odpowiednią orientacją budynku, zewnętrznymi osłonami okiennymi oraz wykorzystaniem masywnych materiałów, które kumulują chłód – taka synergia tworzy prawdziwą tarczę przed letnimi upałami – mówi Paweł Bigaj, Product Manager w firmie Baumit.

DOM JAK TERMOS – NIE TYLKO ZIMĄ

Choć wielu inwestorów nadal postrzega ocieplenie wyłącznie jako sposób na niższe rachunki za ogrzewanie, fizyka budowli działa niezależnie od pory roku. Odpowiednio zaizolowane ściany i dach skutecznie ograniczają przepływ ciepła w obu kierunkach. Dzięki temu zimą energia nie ucieka na zewnątrz, a latem wysoka temperatura znacznie wolniej przenika do wnętrza budynku. Potwierdzają to badania przeprowadzone w centrum badawczym Baumit VIVA Park.

Wyniki są bardzo wymowne. Podczas fali upałów, gdy temperatura na zewnątrz sięgała 36°C, w zaizolowanych budynkach o masywnej konstrukcji wewnątrz utrzymywało się około 25°C. W domach pozbawionych izolacji temperatura szybko dochodziła do 30°C. Warto jednak podkreślić, że izolacja nie generuje chłodu – ona działa jak filtr, który opóźnia i ogranicza napływ żaru przez ściany. Dzięki temu, przy efektywnym zarządzaniu domem – np. zasłanianiu okien w dzień i wietrzeniu w nocy – możemy utrzymać komfort bez klimatyzacji znacznie dłużej, a jeśli już się na nią zdecydujemy, urządzenie zużyje ułamek energii w porównaniu do niezaizolowanego budynku.

KONTAKT



BAUMIT sp. z o.o.
ul. Wyścigowa 56G
53-012 Wrocław
www.baumit.com



SAMA KLIMATYZACJA NIE WYSTARCZY

Wraz z kolejnymi falami upałów rośnie popularność klimatyzacji. Eksperti zwracają jednak uwagę, że nawet najnowocześniejsza klimatyzacja będzie nieekonomiczna, jeśli budynek nie posiada odpowiedniej ochrony przed działaniem czynników zewnętrznych.

Jeśli budynek intensywnie się nagrzewa, klimatyzacja musi pracować dłużej i z większą mocą, co oznacza większy pobór energii elektrycznej, a tym samym wyższą emisję gazów cieplarnianych związaną z jej wytwarzaniem. W czasie fal upałów, gdy tysiące klimatyzatorów pracują jednocześnie, rośnie także obciążenie krajowego systemu elektroenergetycznego.

Klimatyzacja znacząco poprawia komfort życia i w wielu sytuacjach bywa niezbędna, ale pamiętajmy, że najtańsza i najbardziej ekologiczna energia to ta, której w ogóle nie musimy zużyć. Dlatego pierwszym krokiem powinno być pasywne ograniczenie zysków ciepła. Dobra izolacja przegród zewnętrznych odcina dom od wysokiej temperatury powietrza i promieniowania uderzającego w elewację. Dzięki temu zainstalowana klimatyzacja może pracować z mniejszą mocą i stałym, niższym poborem prądu, zamiast działać na granicy swojej wydajności.



BUDYNKI MUSZĄ NADAŹYĆ ZA ZMIANAMI KLIMATU

Rosnące temperatury oznaczają, że projektowanie budynków wyłącznie z myślą o mrozie to za mało. Coraz większego znaczenia nabiera zadbanie o odporność na przegrzewanie, utrzymanie stabilnej temperatury we wnętrzach oraz ograniczenie zużycia energii przez systemy chłodzenia.

Skuteczna izolacja termiczna pozwala osiągnąć wszystkie te cele jednocześnie. Zapewnia większy komfort cieplny przez cały rok i ogranicza zapotrzebowanie budynku na ogrzewanie zimą oraz chłodzenie latem.

To korzyści odczuwalne nie tylko dla domowego budżetu, lecz także dla środowiska. Mniejsze zużycie energii oznacza niższą emisję gazów cieplarnianych oraz mniejsze obciążenie sieci elektroenergetycznej podczas letnich fal upałów, kiedy zapotrzebowanie na prąd osiąga rekordowe wartości.

Prognozy klimatologów nie pozostawiają złudzeń – fale upałów będą coraz częstsze i coraz dłuższe. Dlatego inwestycja w wysokiej jakości system ociepleń to dziś nie tylko sposób na ograniczenie strat ciepła zimą, ale również skuteczna ochrona przed przegrzewaniem budynku latem, pozwalając lepiej przygotować go na wyzwania zmieniającego się klimatu.

PROMOCJA

Do ściągnięcia bezpłatne e-booki

wejdź na

IZOLACJE.com.pl

budownictwo | przemysł | ekologia



Akustyka

Nowy cykl artykułów



Grzegorz Przepiórka
Zastępca Redaktor Naczelnej
„IZOLACJE”

gprzepiorka@medium.media.pl

Szanowni Państwo!

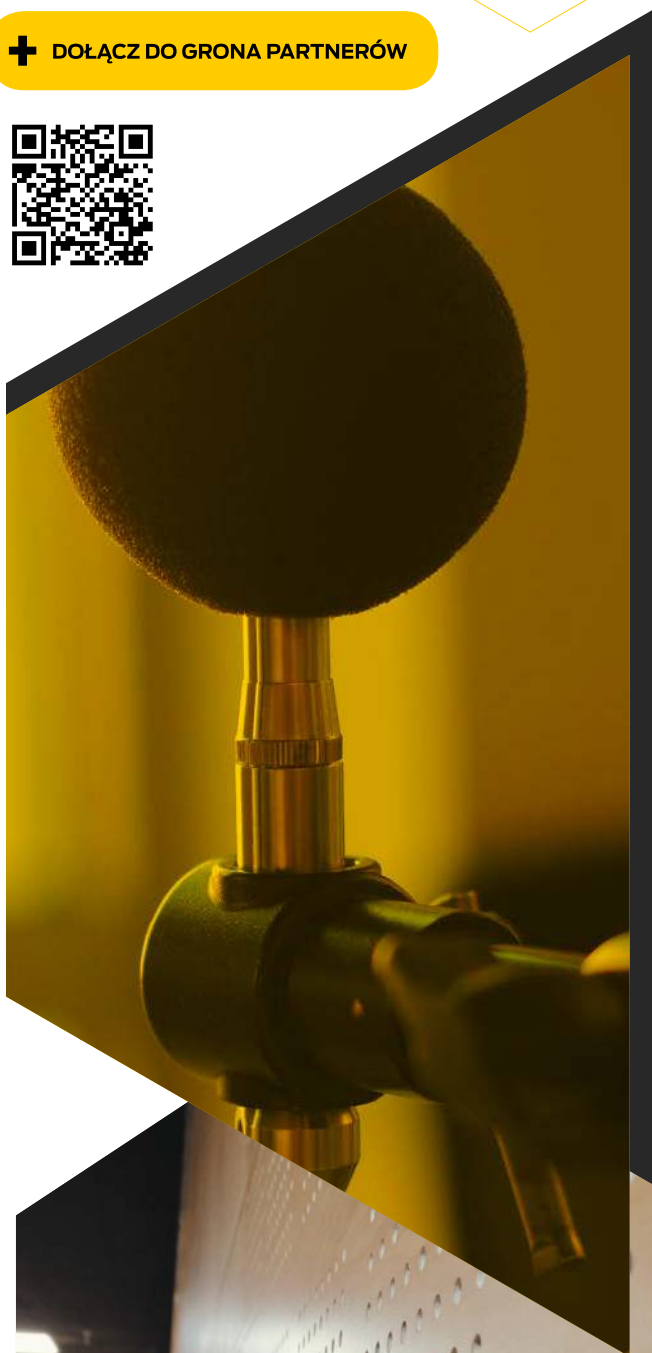
Co mają wspólnego akustyka i diabeł? Jedno i drugie tkwi w szczegółach. Oto pierwszy case. Podczas jednego z wydarzeń branżowych toczy się dyskusja na temat kupionego przez kogoś w dużym mieście mieszkania, na osiedlu, gdzie miało być cicho i spokojnie. Bo przecież na to wskazywały mapy akustyczne. Kupujący jednak nie wziął pod uwagę, że te sporządzane są nawet na kilka lat przed realizacją projektu i nie obejmują prognoz, a tymczasem miasta rosną jak na drożdżach, wypełniając się gwarem i hałasem. Wynika z tego, że coś dzwoni (wiemy, że istnieją mapy), ale jeszcze nie wiadomo, w którym kościele (jakich w rzeczywistości danych one nam dostarczają).

Inny przykład. Żeby odpowiednio zaprojektować akustykę, należy, mówiąc kolokwialnie, wykonać parę obliczeń. Nie wystarczy jednak tego zrobić jakkolwiek – tu właśnie zaczynają się schody, a droga okazuje się kręta i pełna niuansów. Jedna norma, druga norma, taka metoda obliczeń, inna metoda... Jak w tym gąszczu się nie pogubić? Jak nie potknąć o detale? Na szczęście mamy znakomitego przewodnika – rozezanego w teorii, zaprawionego w praktyce, który od czterech wydań dostarcza nam wiedzę. To Hubert Jastrzębski z Falcon Acoustics, który w tym numerze wyjaśnia temat czasu pogłosu i krok po kroku prowadzi przez meandry tego zagadnienia.

Jak wynika z jego artykułu, mitem jest przekonanie, że same regulacje i statystyka wystarczą, by cieszyć się właściwie działającą akustyką. Nie jest to zresztą jedyny mīt – z innymi rozprawia się w tym wydaniu Elżbieta Nowicka z ITB i ten materiał też Państwu polecam, bo jest napisany w kontekście nowych Warunków Technicznych, których wprowadzenie tuż tuż.

Wracając zaś do wspomnianego diabła. Może nie taki straszny jak go malują. Jeżeli spełnimy określone warunki, to złą akustykę możemy zastąpić dobrą. Złotem zwyczajem. Tylko pamiętajmy, by miało to miejsce na jak najwcześniejszym etapie, bo jak już wielokrotnie podkreślaliśmy w tym cyklu, zmiany dotyczące akustyki w gotowych obiektach windują koszty niemiłosiernie.

+ DOŁĄCZ DO GRONA PARTNERÓW



PARTNERZY CYKLU
AKUSTYKA W BUDOWNICTWIE

PETRALANA®
from nature

SCHÖCK
Postaw na niezawodność

REGUPOL

INTELIGENTNE BUDOWANIE ZE SKUTECZNĄ IZOLACJĄ AKUSTYCZNĄ

Twoja osoba kontaktowa:

Przemysław Macioszek
biuro@regupol.pl
akustyka@regupol.pl
tel. +48 660 506 696

Skuteczność izolacji od dźwięków uderzeniowych

Produkt	Parametry	Obciążalność
REGUFOAM sound 10	$\Delta L_w \geq 34 \text{ dB}$	$\leq 25 \text{ kN/m}^2$
REGUPOL sound 12	$\Delta L_w \geq 31 \text{ dB}$	$\leq 30 \text{ kN/m}^2$
REGUPOL sound 15	$\Delta L_w \geq 29 \text{ dB}$	$\leq 30 \text{ kN/m}^2$
REGUPOL sound 17	$\Delta L_w \geq 26 \text{ dB}$	$\leq 50 \text{ kN/m}^2$
REGUPOL sound 47	$\Delta L_w \geq 22 \text{ dB}$	$\leq 30 \text{ kN/m}^2$
REGUPOL comfort 5	$\Delta L_w \geq 20 \text{ dB}$	$\leq 5 \text{ kN/m}^2$
REGUPOL comfort 8	$\Delta L_w \geq 26 \text{ dB}$	$\leq 5 \text{ kN/m}^2$
REGUPOL comfort 12	$\Delta L_w \geq 29 \text{ dB}$	$\leq 5 \text{ kN/m}^2$

Dostarczamy kompleksowe rozwiązania
akustyczne. Zajrzyj do nas.
acoustics.regupol.pl

 **REGUPOL**

Czas pogłosu – jak detale mogą spowodować niespełnienie normy?

Projekt wykazuje spełnienie normy, sufit akustyczny jest zamówiony zgodnie ze specyfikacją producenta – a mimo to w gotowym biurze rozmowa słyszalna jest w całym open space, zaś dłuższe przesiadywanie w sali konferencyjnej kończy się utratą koncentracji i zmęczeniem. Norma PN-B-02151-4:2015 oraz dobra praktyka inżynierska przyjmują pewne założenia, z pozoru mało istotne, które są kluczowe dla jakości akustyki wewnątrz w biurach i nie tylko. W tym artykule przyjrzymy się kilku z nich, które mogą doprowadzić do niespełnienia wymagań w pomieszczeniu, mimo że na papierze wszystko wygląda dobrze.

Normę pogłosową PN-B-02151-4:2015 stosuje się przy projektowaniu, wznoszeniu i przebudowie pomieszczeń budynków zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Określa ona dopuszczalny czas pogłosu T lub minimalną chłonność akustyczną A oraz – dla pomieszczeń przeznaczonych do komunikacji słownej – wskaźnik transmisji mowy STI . To, co w praktyce projektowej najczęściej umyka, to nie same liczby graniczne, tylko metoda, za pomocą której dochodzi się do wyniku na etapie projektu. Norma nie zostawia tu pola do interpretacji.

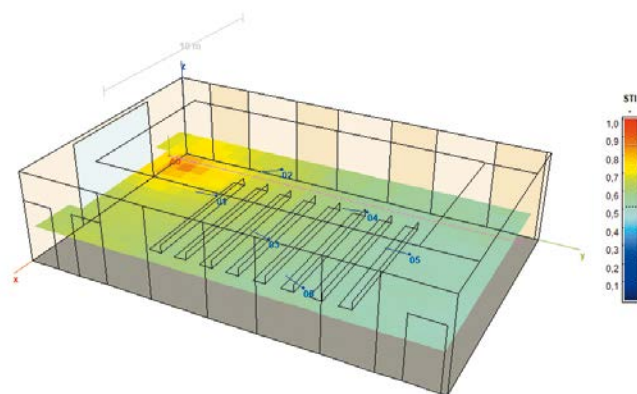
JAKIE ISTNIEJĄ METODY OBLICZEŃ CZASU POGŁOSU

W przypadku obliczeń chłonności akustycznej – metoda jest prosta. Wystarczy zsumować ze sobą iloczyn powierzchni danego elementu oraz jego współczynnika pochłaniania. Sprawa się nieco komplikuje w przypadku czasu pogłosu. Metoda statystyczna (prostsza) pozwala na obliczenie czasu pogłosu z prostego wzoru. Najczęściej stosuje się tzw. wzór Sabine'a, który uzależnia przewidywany czas pogłosu od objętości pomieszczenia oraz jego chłonności akustycznej.

$$T = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$$

Już od dawna wiadomo, że ten prosty wzór sprawdza się tylko w warunkach, gdzie średnia wartość współczynnika pochłaniania dla pomieszczenia jest dość niska, a pole akustyczne rozproszone. Sytuacja ta praktycznie nigdy nie ma miejsca w typowych pomieszczeniach, np. biurowych, gabinetach lekarskich itp. ze względu na relatywnie dużą ilość materiału pochłaniającego dźwięk, który rozłożony jest nierównomiernie w pomieszczeniu.

We wnętrzach, które nie spełniają takich założeń, z pomocą przychodzi metoda geometryczna. W dużym uproszczeniu polega ona na śledzeniu w modelu pomieszczenia promieni dźwiękowych



RYS. 1 Przykładowa mapa wskaźnika transmisji mowy STI w sali konferencyjnej;

rys.: Falcon Acoustics

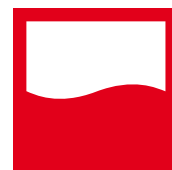
wysyłanych z wirtualnego źródła i sprawdzaniu, w jaki sposób docierają one do punktów odbiorczych. Na podstawie takich obliczeń można uzyskać wyniki dowolnego parametru akustycznego w dowolnym punkcie pomieszczenia, co pokazano na RYS. 1.

Metoda ta pozwala uzyskać wyniki znacznie lepiej odzwierciedlające rzeczywiste warunki, nawet w pomieszczeniach o nierównomiernym rozkładzie materiałów akustycznych i trudnej kubaturze. Dzięki temu może być stosowana praktycznie we wszystkich pomieszczeniach objętych wymaganiami normy PN-B-02151-4 oraz norm w niej powołanych. Przyjrzymy się praktycznym zastosowaniom powyższych metod w kontekście obowiązującej normy.

BIURA OPEN SPACE – ODEŚLANIE WPROST DO ISO 3382-3

Dla biur wielkoprzestrzennych i open space norma wskazuje wymaganie minimalnej chłonności akustycznej, ale w przypisie b do tabelicy 3, zastrzega dodatkowo (w kontekście wymagań do zalecanej chłonności biur open space): „Przy projektowaniu tych pomieszczeń należy uwzględnić dodatkowo szczegółowe wymagania wg PN-EN ISO 3382-3”.

Słowo „należy” w tym kontekście normowym oznacza obowiązek, nie sugestię. PN-EN ISO 3382-3 nie operuje uśrednionym czasem pogłosu z wzoru statystycznego. Norma wyznacza wzdłuż linii pomiarowych, między stanowiskami, szereg parametrów, których celem jest określenie rzeczywistego promienia rozproszenia i komfortu pracowników. Parametry te korelują dużo lepiej z odczuwalnym komfortem akustycznym niż czas pogłosu czy chłonność akustyczna, dlatego norma przywołana jest jako obowiązująca. Powstał szereg badań, które wykazują negatywny wpływ hałasu



w biurze open space na jakość pracy pracowników, dlatego nie należy bagatelizować założeń tej normy, tylko wykorzystać je do pracy nad projektami biurowymi. Norma PN-EN ISO 3382-3 nie odpowiada jednak na wszystkie pytania. Nie dowiemy się z niej np. jak projektować biura otwarte, gdy obok siebie mamy działy firmy o różnych funkcjach. Z pomocą przychodzi tutaj norma PN-ISO 22955, która daje nam dość dokładne wytyczne dla takich sytuacji. Nie jest ona obowiązkowa, ale stanowi wartościowe uzupełnienie wymagań dla biur otwartych.

Poprawne wykonanie obliczeń według powyższych norm wymaga wprost zastosowania metody geometrycznej. Na przykład policzenie ugięcia fali akustycznej na ekranach czy rozchodzenia się dźwięku między stanowiskami jest dość skomplikowane i rekomendujemy tutaj użycie zaawansowanych metod obliczeniowych.

CO KONKRETNIE MÓWI NORMA O METODZIE – POMIESZCZENIA KOMUNIKACJI SŁOWNEJ

Dla sal konferencyjnych, sal rozpraw, audytoriów i podobnych pomieszczeń norma nie ogranicza się do podania granicznej wartości czasu pogłosu. Wprost każe uwzględnić geometrię i rozkład materiałów w pomieszczeniu: „Projektując tego rodzaju pomieszczenia, należy uwzględnić również: a) kształt, wymiary i kubaturę pomieszczenia; b) rozmieszczenie powierzchni i ustrojów o właściwościach pochłaniających, odbijających i rozpraszających dźwięk”.

To już samo w sobie wyklucza metodę statystyczną jako wystarczającą – wzór Sabine’a nie zna pojęcia „rozmieszczenia”, liczy jedną, uśrednioną wartość dla całej kubatury, niezależnie od tego, gdzie w pomieszczeniu znajdują się materiały chłonne, a gdzie odbijające. Norma idzie dalej przy wymaganiach dotyczących wskaźnika transmisji mowy STI, który – przypomnijmy – jest nadrzędny wobec czasu pogłosu T. Tu explicité pojawia się para źródło–odbiornik: „Wymagania (...) dotyczące wskaźnika transmisji mowy STI należy spełnić przy uwzględnieniu charakterystycznego dla danego pomieszczenia umiejscowienia mówcy i słuchacza. Przewidywane wzajemne umiejscowienie mówcy i słuchacza należy podać w projekcie dotyczącym akustyki wnętrza danego pomieszczenia”.

Innymi słowy: norma wymaga, żeby projekt pokazywał, co dzieje się z dźwiękiem między konkretnym mówcą a konkretnym słuchaczem, w konkretnym układzie ustrojów akustycznych – a nie jedną, uśrednioną liczbę dla całej sali. Tego typu zależności (lokalizacja źródła oraz odbiornika, rozkład powierzchni pochłaniających i odbijających) da się odwzorować wyłącznie metodą geometryczną – symulacją akustyczną uwzględniającą trójwymiarowy model pomieszczenia – albo pomiarem w konkretnych punktach. Metoda statystyczna, z definicji uśredniająca całą kubaturę, nie jest w stanie tych wymagań spełnić, niezależnie od tego, jak dokładnie policzy się sam współczynnik pochłaniania.

GDY LICZBY SIĘ NIE ZGADZAJĄ: PRZYKŁAD Z PRAKTYKI

Rzeczywiste porównanie metody statystycznej i geometrycznej Falcon Acoustics wykonywało wiele razy. Weźmy na przykład projekt sali konferencyjno-szkoleniowej w biurze pewnej firmy, gdzie wykonywaliśmy zarówno pomiar terenowy, jak i model akustyczny pomieszczenia. Sala miała typowy dla tego typu wnętrz układ: płaski sufit z płyt gipsowo-kartonowych oraz lamelowy sufit pochłaniający w części środkowej, dużą przeszkloną ścianę, pozostałe ściany odbijające dźwięk oraz podłogę pokrytą wykładziną.

Jak widać na **RYS. 2**, wartości zmierzone (kolor czarny) dość dobrze się pokrywają z wartościami z modelu geometrycznego (kolor zielony). Gdyby być bardzo skrupulatnym, można byłoby osiągnąć większą zgodność modelu z rzeczywistością, jednak na potrzeby tego projektu uznaliśmy to za wystarczające.

Czerwona krzywa, określająca czas pogłosu obliczony ze wzoru Sabine’a, ma natomiast prawie dwukrotnie niższe wartości niż zmierzone lub obliczone metodą geometryczną. Wynika to z braku zgodności założeń metody (rozproszone pole akustyczne, równomierny rozkład ustrojów akustycznych) względem rzeczywistości. Różnice te często mogą mieć aż tak duży rozrzut i nie jest to nic nadzwyczajnego.

W tym i wielu innych przypadkach stosowanie wzoru Sabine’a prowadzi do fundamentalnie błędnych wniosków. Projektując to pomieszczenie, dalibyśmy znacznie mniej materiału pochłaniającego, bo nadal udałoby się spełnić normę, a, jak widać już w obecnej sytuacji, mamy niespełnienie dla częstotliwości 1000–4000 Hz.

POLSKI PRODUCENT WEŁNY SKALNEJ



IZOLACJA TERMICZNA



IZOLACJA AKUSTYCZNA



NIEPALNOŚĆ

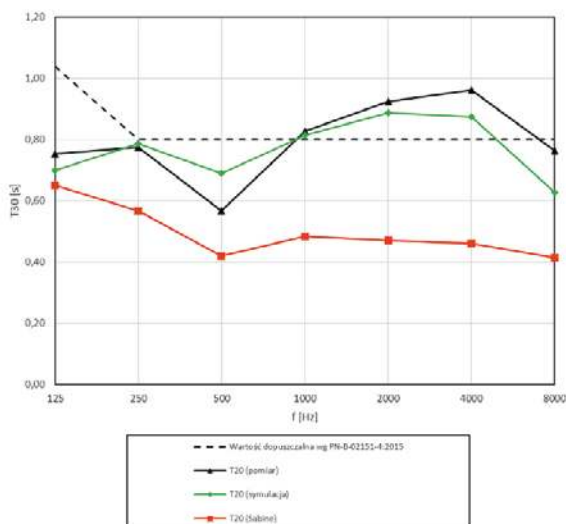


TRWAŁOŚĆ



PETRALANA.EU

»»

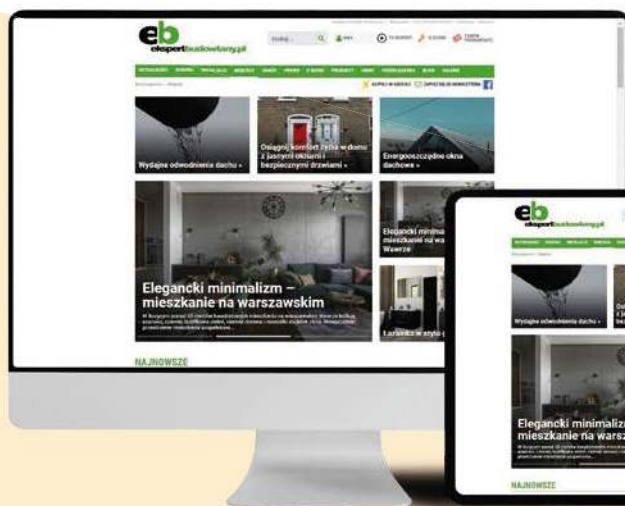


RYS. 2 Porównanie czasu pogłosu T30 wyznaczonego metodą statystyczną (Sabine), metodą geometryczną (symulacja) i pomiarem terenowym, na tle wartości dopuszczalnej wg PN-B-02151-4:2015; rys.: Falcon Acoustics

PODSUMOWANIE PRAKTYCZNE

Patrząc praktycznie: sam fakt, że obliczenie „wyszło” zgodnie z normą, niewiele mówi o tym, czy budynek faktycznie ją spełni. Metoda statystyczna ma swoje miejsce – jako szybkie, orientacyjne oszacowanie na wczesnym etapie koncepcji, dla pomieszczeń, które spełniają odpowiednie warunki – ale tam, gdzie norma wymaga STI, parametrów open space wg ISO 3382-3, albo gdzie pomieszczenie ma nierównomierny rozkład materiałów (czyli prawie wszędzie) – jest to za mało. Różnica między „obliczeniem, które się zgadza” a „pomieszczeniem, które faktycznie działa akustycznie” bierze się właśnie z wyboru metody na etapie projektu oraz postawienia odpowiednich wymagań. Odpowiednie podejście ogranicza ryzyko pozornej zgodności, istniejącej jedynie na poziomie obliczeń, a zarazem pozwala na zachowanie optymalnych kosztów projektu.

HUBERT JASTRZĘBSKI absolwent Politechniki Warszawskiej, konsultant akustyczny z kilkunastoletnim doświadczeniem. Od 2017 r. prowadzi firmę Falcon Acoustics, gdzie wraz z zespołem konsultantów akustycznych doradza przy akustyce wielu prestiżowych inwestycji. Pasjonat dźwięku i akustyki architektonicznej od lat nastoletnich.



eb
ekspertbudowlany.pl

zobacz
i zainspiruj się

- Co nowego na rynku budowlanym?
- Jakie są najnowsze materiały i technologie?
- Co radzą eksperci?
- Jakie są aktualne trendy w budownictwie i urządzeniu wnętrz?
- Jak zmieniają się przepisy prawne?
- Inspirujące galerie zdjęć
- Bezpłatne e-booki
- Bezpłatne wydania magazynu „Ekspert Budowlany” w wygodnym do pobrania formacie PDF



Natura A płyty ze słomy konopnej kolekcja nOWAcoustic



- Nowy płyta sufitowa z absorpcją 90%
- Zrównoważony produkt budowlany – wyróżniony przez DGNB
- Naturalne surowce - szybko odnawialne

Natura A jest dostępna w wielu naturalnych odcieniach – w ciepłych kolorach ziemi, odcieniach szarości, aż po delikatne odcienie mchu i gliny. Ta naturalna paleta kolorów tworzy spokojną, harmonijną atmosferę w pomieszczeniu.



granit



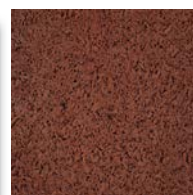
kobalt



mech



glina



rdza



surowa (nie
malowana)



lód



szałwia



piasek



miedź

OWA Polska Sp. z o.o.
ul. Prusimska 7 | 60-427 Poznań
tel +48 61 8 49 86 40 | info@owa.com.pl
www.owa.com.pl

Wszystko czego potrzebujesz do oceny akustycznych parametrów pomieszczeń: SVAN 979 + aplikacja Building Acoustics PRO

Akustyka wewnątrz w budynkach użyteczności publicznej przez lata zajmowała drugorzędne miejsce w procesie projektowym. O ile projektowanie akustyki w salach koncertowych czy studiach nagraniowych było kwestią naturalną, o tyle zagadnienia akustyczne w szkołach, przedszkolach, biurach czy domach były całkowicie pomijane. Współczesne wymagania projektowe pokazują jednak, że jakość środowiska akustycznego nie powinna być traktowana jako dodatek czy udogodnienie, a jako jeden z warunków prawidłowego funkcjonowania pomieszczenia oraz komfortu człowieka przebywającego wewnątrz budynku.

Krokiem milowym w tej kwestii było wprowadzenie odpowiednich regulacji prawnych. W pierwszej kolejności w 2002 roku pojawiła się konieczność zapewnienia odpowiedniej izolacyjności akustycznej przegród, związana z ochroną przed hałasem ludzi w budynkach. Te przepisy nie uwzględniały jednak hałasu pogłosowego czy zrozumiałości mowy wewnątrz pomieszczeń. W 2015 roku norma PN-B-02151-4 wprowadziła konkretne wymagania związane z czasem pogłosu i zrozumiałością mowy definiując odpowiednie parametry. Kolejnym krokiem, wprowadzającym te przepisy w życie, było wskazanie tej normy w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie w 2017 roku. W praktyce te wymagania zaczęły obowiązywać od 1 stycznia 2018 roku, czyli od wejścia w życie nowelizacji rozporządzenia.

Aktualnie ocena akustyczna pomieszczenia nie ogranicza się wyłącznie do analizy dźwięku docierającego z zewnątrz, czyli ochrony przed hałasem środowiskowym, przemysłowym czy komunikacyjnym. **Równie istotne stało się określenie parametrów dźwięku kształtowanego już wewnątrz samego budynku. Oznacza to konieczność sprawdzenia jak długo dźwięk utrzymuje się w pomieszczeniu po ustaniu emisji, w jakim stopniu odbicia od przegród wpływają na narastanie hałasu pogłosowego oraz czy warunki akustyczne pozwalają na odpowiedni odbiór mowy.** Wytyczne te w praktyce sprowadzają się do dwóch podstawowych parametrów - czasu pogłosu RT60 oraz wskaźnika transmisji mowy STI. Dopiero łączne uwzględnienie tych parametrów pozwala ocenić czy dane wnętrze jest funkcjonalne akustycznie.

RT60, czyli czas pogłosu, jest jednym z podstawowych parametrów opisujących akustykę pomieszczenia. Jest to czas, jaki upływa od momentu wyłączenia źródła dźwięku w pomieszczeniu, do chwili, w której poziom dźwięku spada o 60 dB. Na tej podstawie możemy ocenić jak długo dźwięk utrzymuje się w pomieszczeniu. Jeżeli czas ten jest zbyt długi odczuwalne jest

pogorszenie komfortu i utrata czytelności mowy. Uzupełnieniem oceny warunków pogłosowych jest pomiar STIPA, czyli uproszczona metoda wyznaczania wskaźnika transmisji mowy STI. STIPA w przeciwieństwie do RT60 nie opisuje parametrów samego pomieszczenia, lecz ocenia skuteczność przekazywania mowy od źródła dźwięku do odbiorcy. Dzięki temu STIPA pozwala na odpowiedź na pytanie: czy komunikat słowny będzie zrozumiały dla użytkownika znajdującego się w danym miejscu w pomieszczeniu.

Konkretne wymagania wobec tych wartości wprowadziła norma PN-B-02151-4, **„Akustyka budowlana - Ochrona przed hałasem w budynkach - Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań”**. Norma definiuje szczegółowe wytyczne dla pomieszczeń do komunikacji słownej, do tych pomieszczeń zalicza się sale i pracownie szkolne, audytoria, sale wykładowe oraz sale rozpraw sądowych, sale konferencyjne i inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu. Dla tych sal w zależności od kubatury konieczne jest spełnienie wymagań dotyczących czasu pogłosu i wskaźnika transmisji mowy STI. Norma definiuje także wytyczne dla „pozostałych pomieszczeń”. Do tej grupy zaliczamy inne pomieszczenia użyteczności publicznej z wyjątkiem mieszkań. W tym przypadku wymaga się spełnienia odpowiednich wytycznych związanych z czasem pogłosu lub powiązaną z nim bezpośrednio chłonnością akustyczną.

Norma ta definiuje także metody pomiarowe oraz warunki, które muszą być spełnione podczas pomiarów. **Czas pogłosu musi być zmierzony zgodnie z normą PN-EN ISO 3382-1 lub PN-EN ISO 3382-2, metodą techniczną lub precyzyjną. Do tego pomiaru wymagany jest miernik poziomu dźwięku klasy 1 z filtrami oktawowymi oraz odpowiednie źródło dźwięku.** Miernik ustawia się w miejscach, w których docelowo będą znajdować się słuchacze. Wymagania określone są w zakresie częstotliwości oktawowych od 250 Hz do 4 kHz.

IMPULSOWE ŹRÓDŁO
DŹWIĘKU SP 91



SVANTEK sp. z o.o.
ul. Strzygłowska 81
04-872 Warszawa
tel. 22 518 83 20
svantek.pl

Pomiar RT60 polega na ocenie czasu spadku poziomu ciśnienia akustycznego o 60 dB. Często w rzeczywistych warunkach jest to trudne do uzyskania, w szczególności kiedy występuje wysoki poziom hałasu tła, np. od wentylacji lub innych instalacji technicznych. Z tego względu normowe metody pomiarowe dopuszczają wyznaczenie czasu pogłosu na podstawie krótszych odcinków krzywej zaniku, najczęściej T20 lub T30. Oznacza to, że analizowany jest fragment spadku poziomu dźwięku o 20 lub 30 dB, a następnie wynik jest przeliczany do wartości odpowiadającej spadkowi o 60 dB.

Sam czas pogłosu nie daje jednak pełnej informacji o funkcjonalności akustycznej pomieszczenia. **Warunki pogłosowe mogą być poprawne, a mimo to zrozumiałość mowy może pozostawać niewystarczająca, na przykład powodu hałasu tła, nieprawidłowego nagłośnienia czy zbyt dużej odległości od źródła dźwięku.** Dlatego uzupełnieniem pomiarów RT60 jest ocena transmisji mowy za pomocą wskaźnika STI.

Wskaźnik transmisji mowy STI powinien być wyznaczony zgodnie z normą PN-EN 60268-16 metodą FULL STI lub metodą STIPA. Jakość transmisji mowy określa się w zakresie od 0 do 1, gdzie wartości bliskie zeru określają bardzo niską czytelność komunikatu. W praktyce pomiar STIPA pozwala ocenić czy mowa docierająca do odbiorcy zachowuje wystarczającą wyrazistość, czy została zbyt zdegradowana przez inne czynniki. Pomiar podobnie jak w przypadku czasu pogłosu wykonuje się w miejscach przebywania słuchaczy. Źródłem sygnału są często sztuczne usta lub istniejący system nagłośnienia.

Sygnał STIPA przesyłany jest do źródła dźwięku i odtwarzany, a w miejscach położenia docelowych odbiorców mierzy się jego jakość. STIPA nie odpowiada na pytanie czy pomieszczenie ma prawidłową akustykę, ale przede wszystkim czy w danym miejscu użytkownik będzie w stanie prawidłowo zrozumieć komunikat słowny.

Pomiary tych wskaźników są dość złożone. Wymagają odpowiedniej konfiguracji pomieszczenia, sprzętu i analizy wyników. Normy pomiarowe stawiają znaczące wymagania wobec mierników, źródła dźwięku, ilości pomiarów czy późniejszej analizy. **Dużą przewagą dają kompletne rozwiązania, w których sprzęt pomiarowy i oprogramowanie tworzą spójny system, przeprowadzający użytkownika przez pomiar. Zintegrowany system ogranicza ryzyko błędów, ułatwia zachowanie powtarzalności procedury pomiarowej oraz pozwala szybko zweryfikować, czy pomiary zostały wykonane poprawnie.** Dla wykonawcy oznacza to krótszy czas pracy w terenie oraz przy opracowaniu danych, a dla inwestora jest to czytelny dowód spełnienia wymagań akustycznych pomieszczenia.

Wszystkie te normatywne wytyczne spełnia zestaw pomiarowy SVAN 979 wraz z aplikacją mobilną Building Acoustic PRO. Aplikacja przeprowadza użytkownika przez pomiar, przedstawia wyniki na ekranie telefonu oraz przygotowuje raport pomiarowy. Dodatkowo użytkownik ma możliwość wyboru metody pomiarowej dla wyznaczania czasu pogłosu. Wynik pomiaru jest kalkulowany na bieżąco, dzięki czemu możliwy jest podgląd RT60 w pasmach oktaowych w czasie rzeczywistym.

Miernik Poziomu Dźwięku **PROFESJONALNE POMIARY** **AKUSTYKI BUDOWLANEJ**

Poznaj możliwości **SVAN 979**:



Analiza
Zrozumiałości
Mowy



Połączenie
z Aplikacją
Mobilną



Pomiary
Dźwięku
Klasy 1



Czas
pogłosu
RT60



+48 795 568 643

ZADZWOŃ BY POZNAĆ OFERTĘ!

Podaj hasło "IZOLACJE"
i odbierz **RABAT** na SVAN 979



Building Acoustics PRO App



svantek.pl

Spełnienie wymagań akustycznych dla stropów, czyli wyzwania projektowe i skuteczne rozwiązania fermacell®

Użytkownicy budynków mieszkalnych i użytkowych coraz częściej zgłaszają problemy akustyczne. Wynika to z rosnącej świadomości znaczenia komfortu akustycznego. Usunięcie usterek po zakończeniu budowy bywa kosztowne i skomplikowane, dlatego odpowiednie rozwiązania warto przewidzieć już na etapie projektowania. Szczególną rolę odgrywają stropy, które ograniczają przenoszenie dźwięków pomiędzy kondygnacjami. Najczęściej spotykane niedogodności to odgłosy kroków, przesuwania mebli, pracy urządzeń technicznych oraz dźwięki powietrzne, takie jak rozmowy, muzyka czy dźwięk telewizora. Osiągnięcie odpowiedniego poziomu izolacyjności akustycznej wymaga więc właściwego zaprojektowania konstrukcji stropu.

WYMAGANIA AKUSTYCZNE W POLSCE

Wymogi dotyczące ochrony przed hałasem określają Warunki Techniczne oraz norma PN-B-02151-3. Zgodnie z obowiązującymi przepisami stropy powinny zapewniać prawidłową izolacyjność zarówno od dźwięków powietrznych, jak i uderzeniowych.



FOT. 1 System suchego jastrychu fermacell® na podsypce fermacell®

Do oceny parametrów akustycznych stropów wykorzystywane są przede wszystkim dwa wskaźniki:

- » R'_{A1} – izolacyjność od dźwięków powietrznych,
- » $L'_{n,w}$ – znormalizowany poziom dźwięków uderzeniowych.

Im wyższa wartość wskaźnika izolacyjności od dźwięków powietrznych, tym lepsza ochrona przed hałasem. Z kolei w przypadku dźwięków uderzeniowych, sytuacja jest odwrotna: im niższa wartość wskaźnika $L'_{n,w}$, tym lepszy komfort użytkowania stropu.

DLACZEGO STROPY DREWNIANE STANOWIĄ WYZWANIE?

W przypadku masywnych konstrukcji betonowych poprawę izolacyjności akustycznej można często osiągnąć poprzez zwiększenie masy przegrody. W konstrukcjach drewnianych takie podejście nie jest jednak wystarczające. Stropy belkowe charakteryzują się niewielką masą własną i większą podatnością na drgania, dlatego wymagają bardziej zaawansowanych rozwiązań.

fermacell® od wielu lat wskazuje, że skuteczność akustyczna lekkich stropów zależy przede wszystkim od właściwego zestawienia poszczególnych warstw oraz ograniczenia dróg przenoszenia drgań. Kluczowe znaczenie mają:

- » masa poszycia,
- » liczba warstw okładzin,
- » izolacja włóknista pomiędzy belkami,
- » podłoga pływająca,
- » sufit podwieszany,
- » eliminacja mostków akustycznych.

Podstawą skutecznego rozwiązania jest wykorzystanie układu **masa–sprężyna–masa**, który pozwala skutecznie tłumić zarówno dźwięki powietrzne, jak i uderzeniowe.

KONTAKT



James Hardie Europe GMBH (Sp. z o.o.)
Oddział w Polsce
ul. Migdałowa 4, 02-796 Warszawa
tel.: 22 645 13 38
fermacell-pl@jameshardie.com
www.fermacell.pl



FOT. 2 System suchego jastrychu fermacell® w budownictwie szkieletowym



FOT. 3 Sufit podwieszany w systemie fermacell®



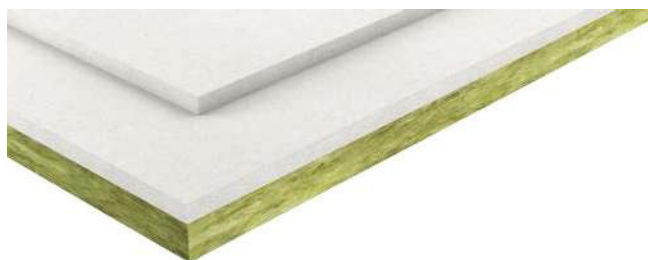
FOT. 4 Standardowe elementy jastrychowe



FOT. 5 Elementy jastrychowe (HF) z płytą pilśniową o grubości 10 mm



FOT. 6 Elementy jastrychowe (PS) z twardą pianką polistyrenu o grubości 20 lub 30 mm



FOT. 7 Elementy jastrychowe (MW) z wełną mineralną o grubości 10 lub 20 mm

JAK POPRAWIĆ IZOLACYJNOŚĆ AKUSTYCZNĄ STROPU?

Zwiększenie masy układu

Jedną z najskuteczniejszych metod poprawy izolacyjności od dźwięków powietrznych jest zwiększenie masy stropu. W systemach fermacell® realizowane jest to poprzez zastosowanie płyt gipsowo-włóknowych oraz elementów suchego jastrychu, które zwiększają masę przegrody bez konieczności wykonywania mokrych prac budowlanych.

Zastosowanie izolacji włóknistej

Doświadczenia fermacell® pokazują, że wełna mineralna umieszczona pomiędzy belkami pełni nie tylko funkcję termoizolacyjną. Dzięki włóknistej strukturze skutecznie pochłania energię fal akustycznych i ogranicza przenoszenie dźwięku przez pustki powietrzne.

Eliminacja mostków akustycznych

Nawet najlepiej zaprojektowany strop może nie spełnić wymagań akustycznych, jeśli zostaną pozostawione sztywne połączenia przenoszące drgania. Dlatego fermacell® zaleca stosowanie obwodowych taśm akustycznych, odpowiednie oddzielanie elementów konstrukcyjnych oraz staranne uszczelnianie połączeń.

Sufity podwieszane

Istotnym elementem poprawy akustyki stropu jest również sufit podwieszany. Dodatkowa przestrzeń pomiędzy stropem a okładziną sufitową tworzy kolejny układ masa-sprężyna-masa, co znacząco ogranicza przenoszenie hałasu pomiędzy kondygnacjami.

Podłogi pływające

W przypadku dźwięków uderzeniowych kluczową rolę odgrywa podłoga. Warstwa elastyczna zastosowana pod suchym jastrychem ogranicza przekazywanie drgań do konstrukcji stropu, redukując odgłosy kroków i innych uderzeń.

ROZWIĄZANIA fermacell® DLA STROPÓW

Jednym z najważniejszych elementów systemów akustycznych fermacell® są suche jastrychy. Dzięki połączeniu odpowiedniej masy z warstwami elastycznymi pozwalają one znacząco poprawić parametry akustyczne stropu. Szczególnie dobre efekty osiąga się w połączeniu z izolacją mineralną oraz sufitem podwieszanym.

Według wiedzy technicznej fermacell®, skuteczne ograniczenie hałasu wymaga traktowania stropu jako kompletnego systemu. Sam pojedynczy produkt nie rozwiąże problemów akustycznych, natomiast odpowiednio dobrany układ warstw pozwala spełnić wymagania normowe oraz zapewnić wysoki komfort użytkowania budynku.

Ochrona przed hałasem w nowych Warunkach Technicznych – fakty i mity

Ochrona przed hałasem wchodzi w skład siedmiu podstawowych wymagań użytkowych, jakim powinny odpowiadać budynki. Dbałość o jakość akustyczną obiektów, wyrażająca się przestrzeganiem przepisów budowlanych w tym zakresie, powinna być wyszczególnionym literalnie obowiązkiem wszystkich uczestników procesu budowlanego i organów nadzoru budowlanego. Ogólne stwierdzenia w dotychczasowej ustawie Prawo budowlane o obowiązku respektowania przepisów, w tym techniczno-budowlanych niestety nie sprawdziły się w praktyce w odniesieniu do przestrzegania przepisów dotyczących ochrony przed hałasem i drganiami [1].

UWARUNKOWANIA PRAWNE W ZAKRESIE OCHRONY PRZED HAŁASEM W BUDOWNICTWIE

Uwarunkowania prawne w zakresie ochrony przed hałasem podane są w Dziale IX Ochrona przed hałasem i drganiami rozporządzenia ministra w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2]. W dokumencie tym określono, że: „Budynek i urządzenia z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwiał im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach”. W tym samym paragrafie podano zakres ochrony, który odnosi się do hałasu:

- » zewnętrznego, przenikającego do pomieszczenia spoza budynku,
- » pochodzącego od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynków,
- » powietrznego i uderzeniowego, wytwarzanych przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych,
- » pogłosowego, powstającego w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie.

Podane w rozporządzeniu zapisy odnoszące się do przedstawionych zakresów ochrony mają charakter ogólny, natomiast odwołują się do wymagań szczegółowych określonych w Polskich Normach i innych przepisach. Kolejnym problemem jest wielorakość parametrów związanych z poszczególnymi zakresami ochrony przed hałasem. Uczestnicy procesu budowlanego mają często problem z dobraniem odpowiednich parametrów akustycznych oraz ich interpretacją [3].

We wrześniu tego roku spodziewana jest nowelizacja rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, w którym planowane jest doprecyzowanie zapisów Działu IX rozporządzenia [8] dotyczącego ochrony przed hałasem poprzez wprowadzenie klasyfikacji akustycznej budynków. W projekcie pojawiło się nowe sformułowanie

wymagań w zakresie ochrony przed hałasem w sprecyzowanej formie, przedstawionej jako podstawowa klasa akustyczna AQ-0, która została szczegółowo opisana w normie PN-B-02151-5:2017-10 [4].

Klasa akustyczna AQ-0 jest wskaźnikiem, który zawiera w sobie wszystkie podstawowe parametry akustyczne zawarte w wymaganiach akustycznych – patrz RYS. Odpowiada ona podstawowemu standardowi wymagań i ma bezpośrednie odniesienie do pozostałych arkuszy serii norm PN-B-02151:

- » arkusza 2 dotyczącego ochrony przed hałasem od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynków [5],
- » arkusza 3 dotyczącego wymaganej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych i wewnętrznych w budynku [6],
- » arkusza 4 dotyczącego ochrony przed hałasem pogłosowym [7].

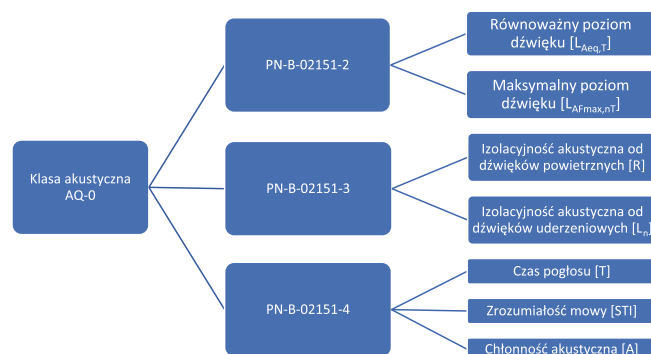
FAKTY I MITY DOTYCZĄCE PLANOWANYCH ZMIAN

W ostatnich miesiącach ukazało się wiele artykułów dotyczących planowanych zmian w rozporządzeniu, którego projekt pojawił się już w czerwcu 2025 r. [8]. Zrodziło się przy tym wiele mitów. Stwierdzano m.in., że od września 2026 r. budynki mieszkalne będą musiały spełniać wyższe wymagania akustyczne, co miałyby oznaczać m.in. „grubsze ściany”, a także że pojawią się nowe obowiązki dotyczące drzwi, czy będą obowiązywały dodatkowe analizy akustyczne, a to wszystko oczywiście wpłynie na znaczący wzrost kosztów budowy. Temat wymaga wyjaśnień.

MIT 1: rozporządzenie wprowadza podwyższone wymagania akustyczne dla mieszkań.

FAKT: projektowane przepisy odnoszą się do klasy AQ-0, czyli podstawowego standardu akustycznego.

Skąd wzięło się nieporozumienie? Najprawdopodobniej z tytułu normy PN-B-02151-5: „Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 5: Wymagania dotyczące budynków mieszkalnych o podwyższonym standardzie akustycznym oraz zasady



RYS. Zależność parametrów akustycznych oraz klasy akustycznej AQ-0 w systemie ochrony przed hałasem w Polsce; rys.: autorka

PETRALANA®

from nature

POLSKI PRODUCENT WEŁNY SKALNEJ



IZOLACJA TERMICZNA



NIEPALNOŚĆ



IZOLACJA AKUSTYCZNA



TRWAŁOŚĆ

LAUREAT KONKURSU



TERAZ POLSKA



PETRALANA.EU

Wełna mineralna PETRALANA wyróżnia się spośród dostępnych materiałów izolacyjnych wysoką zdolnością paroprzepuszczalności. Co to znaczy w praktyce? Wilgoć gromadząca się w budynku swobodnie wydostaje się na zewnątrz, co zapewnia odpowiedni mikroklimat w pomieszczeniach, ale przede wszystkim zapobiega rozwojowi pleśni i grzybów.

» ich klasyfikacji”. Tytuł rzeczywiście może sugerować, że chodzi o standard podwyższony. Jednak norma opisuje kilka klas akustycznych: AQ-0, AQ-1, AQ-2, AQ-3 i AQ-4.

Projekt rozporządzenia nie odwołuje się do klas podwyższonych AQ-1–AQ-4, lecz do **podstawowej klasy AQ-0**. W projekcie wskazano, że określone budynki mieszkalne mają spełniać warunki jak dla klasy akustycznej AQ-0 określonej w Polskiej Normie dotyczącej budynków mieszkalnych o podwyższonym standardzie akustycznym oraz zasad ich klasyfikacji. A AQ-0 oznacza standard podstawowy.

Potwierdza to również uzasadnienie projektu rozporządzenia, w którym wskazano, że klasa akustyczna zawiera parametry z dotychczasowych wymagań akustycznych, odpowiada podstawowemu standardowi wymagań i stanowi doszczegółowienie oraz uproszczenie dotychczasowych regulacji.

MIT 2: nowe przepisy będą wymagały grubszych ścian.

FAKT: projekt rozporządzenia nie wprowadza nowych wartości izolacyjności akustycznej przegród.

Klasa AQ-0 odnosi się do poziomu wymagań, który już dziś wynika z obowiązujących przepisów i norm serii PN-B-02151. Nie jest więc nowym, wyższym poziomem wymagań, lecz sposobem uporządkowania obecnego systemu.

W praktyce oznacza to, że zamiast wielu rozproszonych parametrów – dotyczących m.in. izolacyjności akustycznej, hałasu od instalacji, czasu pogłosu czy zrozumiałości mowy – projektowane przepisy odwołują się do jednej klasy akustycznej, która zbiera te wymagania w spójny standard.

MIT 3: rozporządzenie wprowadza obowiązek stosowania drzwi o izolacyjności 37 dB.

FAKT: zapis dotyczący drzwi o izolacyjności 37 dB nie jest nowym obowiązkiem wynikającym z klasy AQ-0.

Co więcej, mimo, że ten wątek dotyczy wcześniejszych zmian regulacji w WT, to informacja ta jest teraz mieszana z projektowanym rozporządzeniem. W dyskusji o zmianach warto wyraźnie oddzielać obowiązujące przepisy, projektowane zmiany oraz zapisy, które w nowym układzie rozporządzenia mają zostać zmienione lub usunięte. Zapis o wymaganiu 37 dB dla drzwi zostanie usunięty z tekstu rozporządzenia. Powielanie informacji o „nowym obowiązku drzwi 37 dB” jako skutku wprowadzenia klasy AQ-0 jest więc mylące.

MIT 4: rozporządzenie wprowadza obowiązkowe analizy akustyczne.

FAKT: analizy akustyczne są już wymagane od 1 sierpnia 2024 r. – nie na podstawie projektowanego rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, lecz na podstawie zmian w rozporządzeniu dotyczącym szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.

Chodzi o analizę rozwiązań technicznych i materiałowych mających na celu spełnienie wymagań akustycznych. Została ona wprowadzona jako element projektu technicznego dla określonych budynków mieszkalnych. Od 1 sierpnia 2024 r. w projekcie technicznym trzeba zamieszczać analizę dotyczącą spełnienia wymagań akustycznych, a obowiązek ten dotyczy m.in. budynków wielorodzinnych,

jednorodzinnych dwulokalowych oraz budynków jednorodzinnych w zabudowie szeregowej lub bliźniaczej (DzU z 2023 r., poz. 2405).

MIT 5: AQ-0 oznacza „rewolucję akustyczną”.

FAKT: celem zmiany jest przede wszystkim uporządkowanie wymagań.

Obecnie wymagania akustyczne w budynkach odnoszą się do wielu parametrów i kilku arkuszy normy PN-B-02151. Dla osób, które nie zajmują się akustyką zawodowo, ten system bywa trudny do szybkiego odczytania. Klasa AQ-0 ma pełnić funkcję porządkującą. Obejmuje wymagania dotyczące m.in.:

- » dopuszczalnych poziomów dźwięku w pomieszczeniach,
- » izolacyjności od dźwięków powietrznych i uderzeniowych,
- » warunków pogłosowych.

Dlatego AQ-0 nie jest „nowym luksusowym standardem”, lecz nazwaniem wprost standardu podstawowego, który wynika z obecnych wymagań.

Przedstawione w projekcie zmiany zapisów technicznych pozwolą na uproszczenie wymagań akustycznych dla wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego, a szczególnie dla użytkowników budynków mieszkalnych. Wymagana będzie jedna klasa akustyczna w miejsce wielu parametrów akustycznych (izolacyjność akustyczna, poziom dźwięku, czas pogłosu itd.). Zmiany te pozwolą także na ograniczenie listy przywołanych w rozporządzeniu norm, co także umożliwi stosowanie aktualnych norm pomiarowych.

LITERATURA

1. B. Szudrowicz, E. Nowicka, „Nowelizacja krajowych norm dotyczących akustyki budowlanej”, „IZOLACJE” 2014;19:28-33.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, DzU z 2019 r., poz. 1065. 2019.
3. E. Nowicka, „Planowe zmiany dotyczące ochrony przed hałasem w budownictwie w Polsce”, „Materiały Budowlane” 2025, nr 8, s. 222–223.
4. PN-B-02151-5:2017-10 „Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 5: Wymagania dotyczące budynków mieszkalnych o podwyższonym standardzie akustycznym oraz zasady ich klasyfikacji”.
5. PN-B-20151-2:2018-01 „Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach”.
6. PN-B-02151-03:2015-10 „Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych – Wymagania”.
7. PN-B-02151-4:2015-06 „Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań”.
8. Projekt rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 9 czerwca 2025.

Dla Profesjonalistów

IZOLACJE 30

lat na rynku

IZOLACJE.com.pl



Grupa
MEDIUM

Izolacje akustyczne



Etex Poland Sp. z o.o.
www.siniat.pl

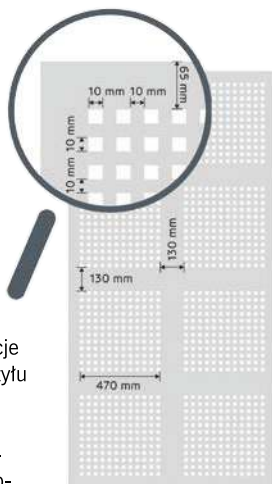


Płyta Nida Sonic

Opis produktu

Nida Sonic to szeroka gama dźwiękochłonnych perforowanych płyt gipsowych do wykonywania okładzin ścian i sufitów. Płyta zbudowana jest z rdzenia gipsowego oklejonego kartonem tak jak w standardowej płycie g-k. W płycie wykonane są otwory – perforacje przez całą jej grubość. Z tyłu przyklejona jest specjalna fizelina akustyczna.

Płyty polecane do stosowania szczególnie w po-



mieszczeniach o dużej kubaturze i wysokich wymagach komfortu akustycznego. Można je łączyć na jednej powierzchni z podwieszanymi sufitami modułowymi. Szczególnie atrakcyjne efekty

uzyskuje się, stosując płyty Nida Sonic w połączeniu z okładzinami ze standardowych płyt gipsowych.

Cechy szczególne

Produkt idealnie tłumi hałas pochodzący od głosu ludzkiego, jednocześnie redukując zjawisko pogłosu – odbicia dźwięku. Modeluje środowisko akustyczne

pomieszczeń. Występuje w oryginalnych wzorach perforacji. Ukryta podkonstrukcja. Fizelina akustyczna dostępna w kolorze białym lub czarnym. Grubość płyty: 12,5 mm. Wymiary płyt: 1200×2000–2400 mm, w zależności od rodzaju płyty.

Płyta Nida Cicha

Opis produktu

Specjalistyczna płyta gipsowo-kartonowa do stosowania w pomieszczeniach o zwiększonych wymagach izolacyjności akustycznej, w szczególności w pomieszczeniach użyteczności publicznej.

Cechy szczególne

Płyta charakteryzuje się zwiększonymi właściwościami mechanicznymi, a także zwiększoną odpornością na uderzenia, działanie ognia oraz wilgotność. Zapewnia wyjątkowo wysoką izolacyjność



akustyczną. Produkt wodoodporny. Grubość płyty: 12,5 mm. Wymiary płyt: 1200×2000/2600 mm. Spełnia wymogi normy EN 520.

Płyta Nida Twarda

Opis produktu

Specjalistyczna płyta gipsowo-wiórowa z włóknami i powłoką kartonową o zwiększonej odporności na uderzenia. Charakterystycznym składnikiem rdzenia są wióry drewna zwiększające twardość płyty. Rdzeń gipsowy płyty został wzbogacony środkami zmniejszającymi wchłanianie wody oraz włóknami szklanymi, dzięki czemu spełnia wymogi zwiększonej odporności na działanie ognia.

Do stosowania na okładziny ścienne oraz sufitowe szczególnie w pomieszczeniach użyteczności publicznej (szkoły, szpitale, sale sportowe) oraz innych narażonych



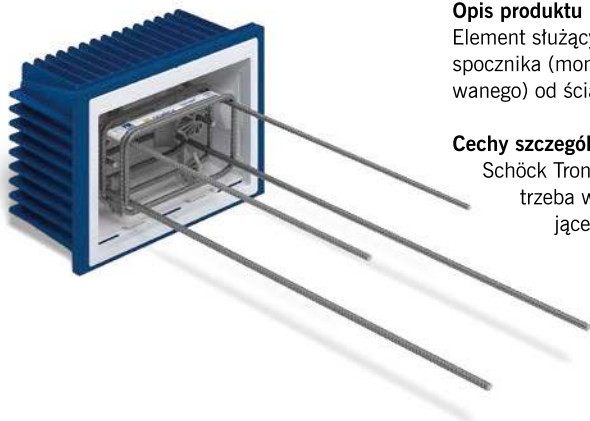
na uderzenia w większym stopniu niż pomieszczenia mieszkalne, w pomieszczeniach o zwiększonej wilgotności okresowej oraz w pomieszczeniach z wymogami odporności ogniowej. Płyta stanowi alternatywę dla płyt gipsowo-włóknowych.

Cechy szczególne

Zwiększona odporność na uderzenia, działanie wilgoci oraz ognia. Możliwość zastosowania jako podkład pod glazurę lub farbę. Łatwa do obróbki, identyczna z tradycyjnym systemem suchej zabudowy. Łatwy montaż, cięcie i przenoszenie – płyta lżejsza od płyty gipsowo-włóknowej (12,8 kg/m²). Wysoka stabilność wymiarów. Spełnia wymogi normy EN 520.



Schöck Tronsole® typu Z



Opis produktu

Element służący do akustycznego oddzielania spocznika (monolitycznego lub prefabrykowanego) od ścian klatki schodowej.

Cechy szczególne

Schöck Tronsole® typu Z sprawia, że nie trzeba wykonywać podłogi płytowej na spoczniku pośrednim. Dzięki jego zastosowaniu proces budowy zostaje zoptymalizowany, a spocznik pośredni może być wykonany w technologii filigranowej. I tak na przykład przy grubo-

ści płyty od 18 cm uzyskuje się niezakłócony przebieg spiny, ponieważ element ścienny nie jest widoczny od spodu. Schöck Tronsole® typu Z składa się z elementu ściennego oraz z dostępnego opcjonalnie elementu nośnego typu Z Part T.

Element ścienny z ramką zamykającą, połączenie z płytą typu L. Tronsole® typu Z (element ścienny + element nośny) w standardzie osiąga klasę odporności ogniowej R120. Aprobata ITB dająca bezpieczeństwo projektowania.

Schöck Tronsole® typu T

Opis produktu

Element służący do oddzielania akustycznego biegu schodów (bieg schodów monolityczny lub prefabrykowany) od spocznika lub płyty stropowej (monolitycznej lub prefabrykowanej).

Cechy szczególne

Schöck Tronsole® typu T łączy w sobie wysokie wymagania architektoniczne z łatwym montażem na budowie lub w zakładzie prefabrykacji. Przy jego zastosowaniu można wykonywać wszystkie standardowe grubości spocznika i szerokości



klatki schodowej. Prosty profil spoin umożliwia łączenie z jednolitą spoiną, biegnącą dookoła całego elementu. Przy zastosowa-

niu tego elementu nie trzeba wykonywać podpory konsoli na spoczniku i biegu. Standardowo w klasie odporności ogniowej R90 dla zapewnienia ochrony przeciwpożarowej. Aprobata ITB dająca bezpieczeństwo projektowania.

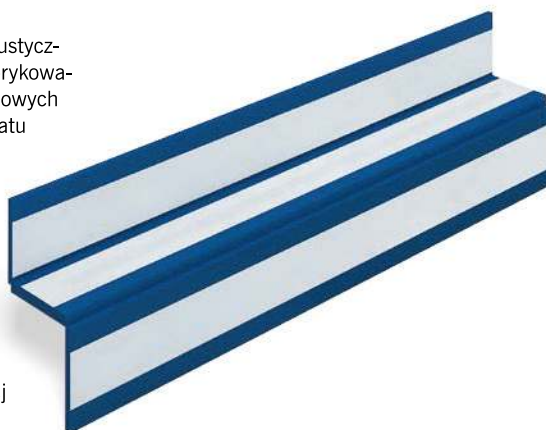
Schöck Tronsole® typu F

Opis produktu

Element służący do oddzielania akustycznego biegu schodów (części prefabrykowanych) od spoczników lub płyt stropowych (dostarczanych w formie prefabrykatu lub półprefabrykatu). To elementy dające całkowitą pewność podczas montażu.

Cechy szczególne

Schöck Tronsole® jest montowany przy pomocy zintegrowanych taśm przylepnych do prefabrykatu. Dzięki temu Tronsole® pozostają we właściwej pozycji także podczas montażu



schodów. Oddzielenie biegu schodów i płyty stropowej sprawia, że do szczeliny nie dostanie się żaden brud, co pozwala na zminimalizowanie ryzyka powstawania mostków dźwiękowych podczas prac wykonawczych. Dostosowany dla głębokości podparcia 13–16 cm. Wydajne rozwiązanie zapewniające pełne wytłumienie akustyczne między biegiem schodów a spocznikiem/stropem. Dostępny w 5 różnych długościach. W standardzie dostępny w 2 poziomach wytrzymałości. Wyższe poziomy wytrzymałości dostępne na zamówienie. Klasa odporności pożarowej R120. Aprobata ITB dająca bezpieczeństwo projektowania.

PETRALANA®
from nature**Petralana SA**
POLSKI PRODUCENT
WEŁNY SKALNEJul. Konstytucji 74, Bytom
tel. 32 209 01 27
www.petalana.eu

PETRALIGHT

Opis produktu

Wysokiej jakości płyty wełny skalnej przeznaczone do izolacji termicznej, akustycznej i przeciwogniowej poddaszy oraz ścian działowych o konstrukcji szkieletowej. Wełna z serii PETRALIGHT ma doskonałe właściwości izolacyjne i spodoba się inwestorom, którzy szczególnie dbają o komfort termiczny. Gwarantuje to deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła λ_d na poziomie poniżej 0,035 W/(m·K)



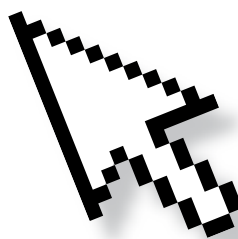
PETRAVENT

Opis produktu

Płyta z wełny skalnej idealnie nadająca się do izolacji termicznej, akustycznej oraz przeciwogniowej ścian zewnętrznych metodą lekką suchą. Dzięki wysokiej klasie odporności na ogień A1 Euroclass płyty z serii PETRAVENT-LV sprawdzą się jako materiał do izolacji ścian szkieletowych wewnętrznych i zewnętrznych na konstrukcji drewnianej i metalowej oraz ścian działowych, osłonowych czy trójwarstwowych ścian fundamentowych, a także w sufitach podwieszanych.



PROMOCJA

IZOLACJE.com.pl
budownictwo | przemysł | ekologia



TYRIGUJESZ
ile chcesz
słyszeć

ANALIZA AKUSTYCZNA KOMPENDIUM PROJEKTOWANIA

Jak spełnić wymagania akustyczne?

W kompendium znajdziesz:

- wymagania prawne i dobór wskaźników
- zasady określania izolacyjności przegród
- przykłady obliczeń
- wskazówki współpracy z akustykiem
- dobre praktyki, które pomogą uniknąć błędów i kosztownych poprawek
- gotowe rozwiązania systemowe



zeskanuj kod QR
**POBIERZ
KOMPENDIUM**



AI w kontroli wykonawstwa – co da się sprawdzić z dokumentacji, zdjęć i modeli 3D

Na dużym kontrakcie wielobranżowym dzienna produkcja dokumentacyjna liczy setki fotografii, kilkanaście rewizji rysunkowych oraz dziesiątki zapytań technicznych. Nadzór inwestorski nie jest w stanie objąć całości, a przyczyną nie pozostaje brak kompetencji, a skala. Metody kontroli ukształtowały się w czasach, gdy budowa wytwarzała ułamek dzisiejszej ilości danych.

Warsztat inżyniera zmienia się dziś wraz z nowymi technologiami, które pozwalają na zarządzanie i analizowanie rozproszonych i nieustrukturyzowanych danych. Algorytmy uczenia maszynowego (ang. *machine learning*) wchodzą w powstającą lukę, pełniąc rolę dodatkowego inspektora, który autonomicznie dokona analizy i przedstawi nam swoją ocenę sytuacji.

Trzy rodzaje danych stanowią podstawę takich systemów: dokumentacja tekstowa, obraz w postaci fotografii, a także chmury punktów zestawiane z modelem BIM (ang. *Building Information Modelling*). Każdy z nich odpowiada na problem skali w innym zakresie, tworząc wraz z odpowiednimi algorytmami wyspecjalizowane systemy.

STRUKTURALNY PROBLEM SKALI

Niezgodność pomiędzy projektem a wykonaniem może narastać tygodniami, zanim trafi do dokumentacji. Tradycyjna fotodokumentacja budowy powstaje jako efekt uboczny procesu, nie zaś jako narzędzie analityczne. Na obiektach o wyższym stopniu złożoności dochodzi do tego asymetria kosztowa. Koszt usunięcia usterki wykrytej po odbiorze wielokrotnie przewyższa koszt korekty wprowadzonej w trakcie wykonywania roboty. Zatem kluczowe jest wdrażanie metod, które w czasie rzeczywistym pozwalają na kontrolę zgodności i informowanie o wykrytych przypadkach. Każda z omawianych dalej metod odpowiada na to zjawisko, wykorzystując różne metody zapisu informacji przestrzennej. Tekst jest informacją zapisaną w postaci ciągu znaków, obraz to zapis w formie tabeli złożonej z pikseli, chmura punktów to zapis przestrzeni. Mamy więc do czynienia z informacją 1D, 2D oraz 3D.

WERYFIKACJA DOKUMENTACJI TEKSTOWEJ

Automatyczna kontrola modelu BIM pod kątem zgodności z przepisami jest obszarem badań sięgającym lat dziewięćdziesiątych, dopiero jednak duże modele językowe umożliwiły przetwarzanie dokumentów w języku naturalnym. Badanie z 2024 r., przeprowadzone przez NTNU na norweskim kodeksie budowlanym TEK17, wykazało 97% skuteczności klasyfikacji przepisów oraz 100% identyfikacji zależności między regułami, przy odpowiednio ustrukturyzowanym

dokumentem. Przegląd opublikowany w marcu 2026 r. potwierdza szybkie tempo postępu, podkreślając zarazem brak jednolitego benchmarku porównawczego, co utrudnia ocenę rzeczywistej dojrzałości tych rozwiązań.

Granica skuteczności leży w strukturze samego dokumentu. Normy pisane z myślą o interpretacji przez człowieka zawierają odesłania, wyjątki oraz terminologię niespójną między branżami, z którymi algorytmy radzą sobie gorzej niż z regułami sformalizowanymi. Specyfikacja operująca wewnętrznymi skrótami generalnego wykonawcy, nieobecnymi w danych treningowych modelu, pozostaje dla systemu dokumentem o wyraźnie niższej skuteczności ekstrakcji niż ta sama specyfikacja sporządzona zgodnie z ISO 19650. Jest to ograniczenie nie tyle algorytmu, ile dokumentacji, którą branża wytwarza od dekad.

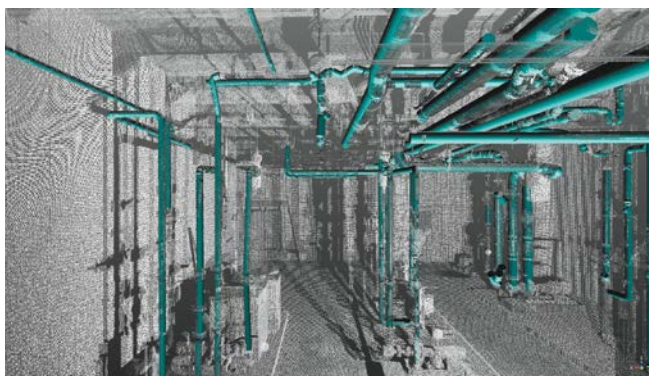
DETEKCJA DEFECTÓW NA OBRAZIE

Modele uczenia maszynowego stosowane do wizualnej detekcji defektów rozpoznają klasy obiektów na podstawie próbek obrazów „treningowych”, a następnie odnajdują je na nowych fotografiach. W praktyce inspekcji budowlanej model wytrenowany na przykładach zarysowań powierzchniowych, łuszczenia czy korozji zbrojenia potrafi zlokalizować oraz sklasyfikować defekt z dokładnością niższą niż doświadczony inspektor, jednak w nieporównywalnym tempie pozwalającym na analizę tysięcy obrazów w ciągu minuty.

Rozpoznawanie usterek na budowie jest zadaniem trudniejszym niż na przykład wykrywanie komórek rakowych na zdjęciu rentgenowskim. Obraz medyczny powstaje w powtarzalnych warunkach, ten sam aparat, to samo ustawienie, zbliżona ekspozycja, więc model uczy się na materiale jednorodnym. Fotografia z placu budowy jest przeciwieństwem takiej stabilności, inne światło, pora dnia, perspektywa, materiał w kadrze, kurz czy mokry beton sprawiają, że dwa zdjęcia tego samego defektu potrafią się od siebie drastycznie różnić. Algorytm rozpoznaje wtedy mniej, niż zapowiadały testy przeprowadzone na wyselekcjonowanym zbiorze.

System integrujący rozpoznawanie obrazów z rozszerzoną rzeczywistością oraz modelem BIM, badany na Shenzhen University, podniósł efektywność inspekcji o niemal 79% względem procesu ręcznego, przenosząc współrzędne defektu ze zdjęcia do modelu trójwymiarowego. Coraz częściej platformą pomiarową stają się drony poruszające się po zaprogramowanych trasach, osiągając w badaniach Uniwersytetu w Toronto ponad 95% dokładności detekcji stanu zaawansowania robót przy aktualizacji modelu w czasie poniżej dwóch minut. Należy jednak pamiętać, że algorytm widzi wyłącznie to, co utrwalono na zdjęciu, a defekt zakryty deskowaniem lub warstwą kurzu w systemie nie istnieje.





FOT. 1 Chmura punktów systemu instalacji wykonana z wykorzystaniem technologii Light Detection and Ranging (LiDAR) – Oregon State University; fot.: Creative Commons



FOT. 2 Precyzyjne skanowanie laserowe 3D instalacji MEP w zakładzie przemysłowym umożliwia dokumentację przestrzenną, planowanie modernizacji i kontrolę bezpieczeństwa infrastruktury technicznej – APEX 3D Scanning Solutions; fot.: Creative Commons

CHMURA PUNKTÓW A MODEL REFERENCYJNY

Skanowanie laserowe oraz porównanie wynikowej chmury punktów z modelem IFC jest dziś technicznie najdojrzalszą metodą automatycznej weryfikacji geometrii wykonania. Proces obejmuje pozyskanie chmury, rejestrację skanów do wspólnego układu, podział chmury na klasy obiektów oraz porównanie punkt–powierzchnia, którego rezultatem jest mapa odchyłek. Wartości przekraczające skonfigurowany próg, typowo $\pm 5\text{--}10\text{ mm}$ dla elementów betonowych w odniesieniu do PN-EN 13670, zostają automatycznie oznaczone jako niezgodności wymagające weryfikacji.

Projekt realizowany przez TU Berlin z NYU Abu Dhabi wykazał możliwość automatycznego wygenerowania modelu IFC z chmury punktów, bez ręcznego modelowania, dla pięciu klas elementów: ścian, stropów, słupów, belek oraz otworów. Fundamentalnym ograniczeniem pozostaje jednak jakość modelu referencyjnego. BIM jest zapisem intencji projektowej na dzień sporządzenia lub ostatniej aktualizacji, przez co może odbiegać od obowiązujących rewizji, zawierać uproszczenia geometryczne nieadekwatne do tolerancji skanowania bądź być niekompletny w zakresie instalacji. Porównanie z takim modelem wskazuje niezgodności również tam, gdzie wykonanie jest zgodne z projektem, a nieaktualny pozostaje sam model. Rurociągi oraz instalacje daje się przy tym zeskanować wyłącznie przed zamknięciem w suficie podwieszanym, a skaner pracujący w ciasnych przestrzeniach technicznych stopniowo akumuluje błąd pozycji, przekraczający tolerancje wymagane do precyzyjnego porównania.

ODPOWIEDZIALNOŚĆ ZA DECYZJĘ

Zanim budownictwo zmierzy się z pytaniem o zakres automatyzacji inspekcji, warto przyjrzeć się branżom, które rozwiązały ten problem wcześniej. W lotnictwie systemy pokładowe od dekad wykrywają odchyłki od parametrów lotu i proponują korektę, którą pilot akceptuje lub odrzuca, a w krytycznych stanach awaryjnych układ działa samodzielnie w ściśle określonych warunkach. Zakres autonomii opisany jest proceduralnie, a odpowiedzialność za każdą klasę decyzji przypisana dokładnie. Analogiczna logika obowiązuje w diagnostyce medycznej, gdzie algorytm analizuje obrazy i wskazuje obszary wymagające weryfikacji, skracając czas przeglądu bez zastępowania diagnozy lekarza.

W budownictwie tych ram proceduralnych jeszcze nie ma. Inspektor nadzoru inwestorskiego odpowiada personalnie za prawidłowość odbioru robót na mocy art. 25 i 26 Prawa budowlanego,

żaden zaś system sztucznej inteligencji nie podpisuje protokołu ani nie ponosi odpowiedzialności za szkodę budowlaną. Gdy wskazana przez algorytm odchyłka geometryczna okaże się artefaktem nieaktualnego modelu, odpowiedzialność za decyzję podjętą na podstawie tych danych wraca do inżyniera. Brak standardu formatu wyjściowego systemów uniemożliwia dziś włączenie ich rezultatów do dokumentacji powykonawczej zgodnej z polskim prawem budowlanym. Zasadnicze pytanie dotyczy zatem nie tego, czy algorytm potrafi sprawdzać wykonawstwo, lecz warunków, w których jego wyniki wolno traktować jako wiarygodną podstawę decyzji inżynierskiej.

OD WERYFIKACJI DO ROZLICZENIA

Systemy przynoszą największą wartość tam, gdzie produkcja jest masowa oraz powtarzalna – w betonie monolitycznym, prefabrykacji i robotach wykończeniowych o jednoznacznych stanach wizualnych. Ich skuteczność spada w robotach instalacyjnych o wysokiej zmienności stanów pośrednich, gdzie model napotyka zbyt wiele wariantów tego samego elementu w kolejnych fazach montażu. Decyzja końcowa oraz odpowiedzialność za odbiór pozostają we wszystkich tych rozwiązaniach po stronie człowieka.

Wartość algorytmów w kontroli wykonawstwa polega na podniesieniu pokrycia dokumentacyjnego do poziomu, przy którym odchyłki nie zdążają narastać tygodniami przed wykryciem. Żaden z omówionych rodzajów danych nie dostarcza odpowiedzi gotowej do wpisania w protokół odbioru, każdy natomiast dostarcza kontekstu pozwalającego inspektorowi trafnie ocenić, na co skierować uwagę.

Granica, do której systemy dziś doszły, wyznacza zarazem kierunek kolejnych pytań. Jeżeli chmura punktów potrafi wskazać ścianę odchyloną o 14 mm poza tolerancję normową, a rejestracja panoramiczna potwierdzić, że zbrojenie słupa ułożono przed terminem wynikającym z harmonogramu, następne pytanie dotyczy momentu, w którym tę informację warto włączyć do modelu jako podstawę rozliczeń z generalnym wykonawcą.

Opisane powyżej metody pozostają kolejnym instrumentem w rękach inżyniera, którego celem powinien być ciągły rozwój technologii odpowiadających aktualnym wyzwaniom.

KACPER RADZISZEWSKI absolwent oraz pracownik dydaktyczno-naukowy Wydziału Architektury Politechniki Gdańskiej.

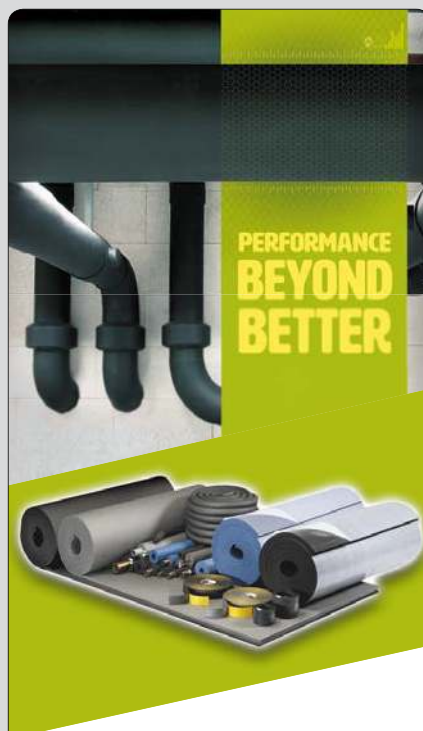


- [A] 124 Alpha Dam
124 Austrotherm
124 Armacell
- [C] 124 Canada Rubber
- [F] 125 Fiberglass Fabrics
- [G] 125 Gór-Stal
124 Griltex Polska
- [K] 124 K-FLEX
124 Knauf Industries
125 Knauf Insulation
125 Korff Isolmatic
- [L] 125 Leca
- [N] 125 Nexler
- [P] 126 PCC Prodex
126 Petralana
126 Polstyr
126 Promat TOP
- [R] 126 Rawlplug
126 Remmers
127 Rockwool Polska
127 Röben Polska
127 Ruukki Polska
- [S] 127 Saint-Gobain Construction Products Polska
■ marka ISOVER
■ marka Weber
- 128 Schomburg Polska
128 Secco
128 Siniat
128 Steinbacher Izoterm
129 Sto
- [T] 129 Torggler Polska
- [U] 129 Ursa

Innowacyjne rozwiązania oferujące systemy do hydroizolacji budynków z wykorzystaniem płynnych membran hydroizolacyjnych

- » **płynne powłoki hydroizolacyjne**
– żywice poliuretanowe, bitumy, powłoki akrylowe, hybrydy
- » **renowacje pokryć dachowych**
– uszczelnienie dachu, naprawa przeciekającego dachu z papy, blachy, płyty warstwowej itp.
- » **hydroizolacje balkonów i tarasów.**
Oferowana przez nas technologia charakteryzuje się najwyższymi standardami technicznymi oraz jakościowymi

Canada Rubber Polska Sp. z o.o.
ul. Rozrywka 1, 31-419 Kraków
tel. +48 12 416 14 56
kontakt@canadarubber.pl
www.canadarubber.pl



PRODUCENT MATERIAŁÓW IZOLACYJNYCH DLA PROFESJONALISTÓW

ArmaFlex®

nowoczesne izolacje
kauczukowe do zastosowań
w instalacjach chłodniczych,
klimatyzacyjnych, sanitarnych
i grzewczych

Euroklasa ogniowa: B/B_L-s3,d0

ArmaFlex® Ultima

pierwsza elastyczna izolacja
kauczukowa z Euroklasą
ogniową B_L-s1,d0

Armacell Poland Sp. z o.o.

55-300 Środa Śląska, ul. Targowa 2
tel. 71 317 29 99/71 396 88 00

www.armacell.com

alphadam

INNOWACJE
W HYDROIZOLACJI

www.alphadam.com
✉ info@alphadam.com
tel.: 56 646 20 07

Dębowa Łąka

AUSTROTHERM

Austrotherm Sp. z o.o.

ul. Chemików 1, 32-600 Oświęcim
tel.: 33 844 70 33-36
fax: 33 844 70 52
www.austrotherm.pl

materiały termoizolacyjne ze styropianu
i polistyrenu ekstrudowanego
oraz sztukateria elewacyjna

GRILTEX

EKSPERT

**W DZIEDZINIE
GEOSYNTETYKÓW**

60 LAT DOŚWIADCZENIA
w produkcji i dystrybucji
najwyższej jakości
geosyntetyków.

GRILTEX.PL

GXP®
folie kubekowe
GXP® DREN
geokompozyty drenażowe

IK K-FLEX

izolacje techniczne z kauczuku syntetycznego do: chłodnictwa, klimatyzacji, wentylacji, ogrzewnictwa, instalacji sanitarnych, przemysłowych, chemicznych, instalacji gazów technicznych, materiały do walki z hałasem i innych wszechstronnych zastosowań przeciwpożarowe

www.kflex.com, ✉ kontakt@kflex.com
tel.: 63 288 02 00 Gdynia

KNAUF INDUSTRIES

KNAUF Industries Polska Sp. z o.o.

ul. Styropianowa 1
96-320 Mszczonów, Adamowice
tel.: +48 46 857 06 17
faks: +48 46 857 06 11
info@knauf-industries.com
www.styropianknauf.pl

Styropian fasadowy, styropian dach/podłoga,
płyty do ogrzewania podłogowego, izolacja
fundamentów, izolacja garaży i parkingów



MALUJ RAZEM Z NAMI!

Twój przepis
na budowlane
arcydzieło!



Fine Factory



www.ffbudowlany.pl

REKLAMA

termPIR®
płyty izolacyjne

Płyty izolacyjne od firmy Gór-Stal

SOLIDNY DACH Z PŁYTAMI termPIR®

IZOLACJA PRZYSZŁOŚCI
DO DOMÓW
ENERGOOSZCZĘDNYCH
I PASYWNYCH

Projekt domu Ara,
pracowni Archeton

GÓR-STAL®
PŁYTY WARSTWOWE

REKLAMA

KNAUF INSULATION

Knauf Insulation Sp. z o.o.

ul. 17 Stycznia 56
02-146 Warszawa
tel.: +48 22 369 59 00
faks: +48 22 369 59 10
e-mail: biuro@knaufinsulation.com
www.knaufinsulation.pl

Produkty z wełny szklanej i wełny kamiennej

REKLAMA

KORFF

ISOLMATIC

izolacje techniczne. Obejmy zimnochronne – mocowanie rur, otuliny rur i armatury, izolacje urządzeń, zbiorników. Rozwiązania OEM od izolacji kriogenicznych po izolacje wysokotemperaturowe. Izolacje techniczne i budowlane ze szkła spienionego. Izolacja ścian od wewnątrz – SUPERWAND.

www.korff.pl, info@korff.pl
tel. 71 338 81 00

Wojnarowice

PROMOCJA

ponad 200 firm

z branży izolacyjnej

informacji szukaj w Katalogu firm na:

IZOLACJE.com.pl

budownictwo | przemysł | energia



SAINT-GOBAIN

keramzyt do zastosowań w izolacjach cieplnych, akustycznych i radiestezyjnych; w wypełnieniach stropów, retencji i drenażach, zielonych dachach, geotechnice, ogrodnictwie, rolnictwie, ochronie środowiska; do produkcji pustaków i bloczków, do lekkich betonów i zapraw ciepłochronnych

www.leca.pl
www.lecadom.pl, leca@leca.pl
tel.: 58 772 24 10–11, faks: 58 772 24 19

REKLAMA



- ✔ Polska firma
- ✔ Szeroka oferta produktowa:
- ✔ papy
- ✔ hydroizolacja bitumiczna
- ✔ hydroizolacja mineralno-polimerowa
- ✔ impregnaty i powłoki

REKLAMA

ponad 200 firm

z branży izolacyjnej

informacji szukaj w Katalogu firm na:

IZOLACJE.com.pl

budownictwo | przemysł | energia

PROMOCJA

»



SYSTEMY POLIURETANOWE

m.in. do przemysłu:

- budowlanego
 - termoizolacyjnego
 - motoryzacyjnego
 - górniczego
- oraz sportu i rekreacji



Local. Global. Integrated.

PCC Prodex Sp. z o.o.

ul. Sienkiewicza 4 | 56-120 Brzeg Dolny
tel.: 71 794 34 10 | prodex@pcc.eu

www.pcc-prodex.eu

REKLAMA

POLSTYR

KOMPLETNE SYSTEMY OCIEPLEŃ



PHU POLSTYR Zbigniew Świączek

ul. Krakowska 134, 32-546 Młoszowa
polstyr@polstyr.com.pl, www.polstyr.com.pl

REKLAMA

PETRALANA®

from nature

POLSKI PRODUCENT WĘŁNY SKALNEJ



Najwyższa jakość skutecznej izolacji termicznej, akustycznej i przeciwogniowej.



IZOLACJA TERMICZNA



IZOLACJA AKUSTYCZNA



NIEPALNOŚĆ



TRWAŁOŚĆ

LAUREAT KONKURSU



TERAZ POLSKA

PETRALANA.eu

REKLAMA

Promat

ETEX POLAND SP. Z O.O.

producent innowacyjnych, przemysłowych izolacji termicznych, w tym wysokotemperaturowych, ogniotrwałych, akustycznych, tłumiących drgania, chroniących przed skutkami wybuchu i zabezpieczeń przeciwpożarowych. Rozwiązania i systemy dla branż: AGD, OEM, petrochemicznej, energetycznej, przemysłu ciężkiego, stalowniczego i metali kolorowych, stoczniowego, transportowego

www.promat.com/pl-PL/

✉ ei.pl@etexgroup.com

tel.: 22 21 22 280

Warszawa
RAWPLUG®

Rawlplug to globalny lider i ekspert w sektorze profesjonalnych zamocowań, elementów złącznych i narzędzi:

- elektronarzędzia i akcesoria do elektronarzędzi
- narzędzia ręczne
- zamocowania termoizolacji fasadowych
- zamocowania dachów płaskich
- piany i uszczelniacze
- techniki montażu ręcznego i bezpośredniego
- kotwy wklejane i mechaniczne
- zamocowania lekkie
- wkręty

Rawlplug S.A.

ul. Kwidzińska 6, 51-416 Wrocław

Tel.: 71 32 60 100, 71 37 26 111

info@rawlplug.com
www.rawlplug.com

REKLAMA

remmers

REMMERS

ochrona budowli: uszczelnianie i renowacja, systemy tynków mineralnych, systemy powłok barwnych, ochrona i renowacja elewacji, naprawa betonu, posadzki żywiczne, produkty do układania płytek, masy i taśmy dylatacyjne, systemy termoizolacji wewnętrznej i renowacji antypleśniowej

www.remmers.pl

✉ marketing@remmers.pl

tel.: 61 816 81 00

Tarnowo Podgórne



NIEPALNOŚĆ



TRWAŁOŚĆ

KOMFORT
AKUSTYCZNYKOMFORT
TERMICZNY

Nasze produkty
kwalifikują się
w programie
Czyste Powietrze

czyste powietrze
zdrowy wybór
Twój wybór!



rockwool.pl



Zmiana jest
w Twoich
rękach,

bo Isover robi swoje



Lanae

Przyszłość izolacji
z wełny szklanej.

Z recyklingowanego
szkła i biopochodnego
spoiwa.



Ceramika budowlana:

- **na dach:** bogata oferta dachówek w kilkudziesięciu kolorach, formatach i różnych kształtach
- **na elewacje:** cegły i płytki klinkierowe w bogatym wyborze barw, struktur i formatów
- **ceramika posadzkowa:** gama ceramicznych płytek o różnych kolorach i rozmiarach, do wnętrza jak i na zewnątrz

www.robent.pl, biuro@robent.pl
Środa Śląska

REKLAMA

RUUKKI
Building your tomorrow.

RUUKKI POLSKA

systemy lekkiej obudowy dla budownictwa przemysłowego i komercyjnego, płyty warstwowe, systemy elewacyjne, systemy pokryć dachowych, profile dachówkowe, trapezowe i faliste, metalowe systemy rynnowe, profile zimnogięte

www.ruukki.pl

tel.: +48 61 29 68 300

✉ komponentybudowlane@ruukki.com

Oborniki/Żyrardów



marka Weber

kompleksowe systemy ociepleniowe **weber.therm**: tynki hydrofilowe, silikonowe, silikatowe i mineralne, tynki dekoracyjne, farby elewacyjne, kleje i akcesoria; systemy podłogowe **weberfloor**: masy samopoziomujące i jastrychy, produkty do układania posadzek przemysłowych i renowacji podłóg; hydroizolacje, zaprawy techniczne i uszczelnianie obiektów budowlanych, system płynnych membran **weber.dry PUR SYSTEM**; renowacje murów; naprawa i ochrona betonu; produkty do układania płytek i izolacje podpłytkowe; żywice; zaprawy budowlane.

www.pl.weber

infolinia: 801 62 00 00

✉ kontakt.weber@saint-gobain.com

Serwis **weberexpress**. Dostarczamy na budowę w 24 godziny!

Warszawa

ponad 200 firm

z branży izolacyjnej

informacji szukaj w Katalogu firm na:

IZOLACJE.com.pl

PROMOCJA

»»

REKLAMA

REKLAMA

Najlepsze hydroizolacje

tylko od **SCHOMBURG**

AQUAFIN-RB400

Szybkowiążąca hybrydowa zaprawa uszczelniająca

Wiążąca hydraulicznie, samosiecująca;
Nie zawiera bitumów;
Szybkie, reaktywne wiązanie;
Szczelna dla radonu.



AQUAFIN-2K/M-PLUS

Mostkująca rysy, mineralna zaprawa hydroizolacyjna

Hydroizolacja elementów budowli stykających się z gruntem;
Dla wtórnej hydroizolacji. Do uszczelniania w połączeniu z płytkami;
Do uszczelniania konstrukcji zbiorników o wysokości słupa wody do 10 m;
Na balkony i tarasy.



AQUAFIN-1K

Sztywna, cienkowarstwowa zaprawa uszczelniająca

Stosowana jako uszczelnienie przeciwwilgociowe i przeciwwodne;
Sztywna zaprawa uszczelniająca;
Dopuszczona przez PZH do kontaktu z wodą pitną;
Wiąże bez gruntowania na matowo-wilgotnych podłożach;
Odporna na siarczany.

SCHOMBURG

www.schomburg.pl

REKLAMA

SECCO®

Wilgoci nie przepuści

SECCO to uznana marka specjalistycznych produktów przeznaczonych do różnego typu prac budowlanych i wykończeniowych.

W ofercie dominują produkty do hydroizolacji takie jak: folie w płynie i taśmy uszczelniające, folie budowlane i paroizolacyjne z polietylenem, izolacja pozioma fundamentów z LDPE i PVC, folia do izolacji pionowej fundamentów. W portfolio znaleźć można również siatki podtynkowe z włókna szklanego oraz membrany dachowe.

Dokładamy wszelkich starań, aby specjaliści poszukujący skutecznych rozwiązań z zakresu izolacji wodoszczelnych oraz ochrony obiektów budowlanych przed wilgocią znaleźli u nas sprawdzone i optymalne cenowo rozwiązania, także w przypadku bardzo rygorystycznych wymagań.



CB S.A., właściciel marki SECCO
ul. Ozimska 2a
46-053 Chrzastowice
tel. 77 400 50 40, 77 400 50 41
faks: 77 400 50 45

www.secco.pl
www.cb.com.pl



An Ondura Group Company

REKLAMA

siniat

by etex



SINIAT

producent płyt gipsowych i gipso-wo-kartonowych, sufitów modułowych, płyt cementowych, okładzin ściennych, ścian działowych, zabudowy dachów skośnych i poddaszy, pionów instalacyjnych, kurtyn dymowych, obudów konstrukcji ppoż. i ścian antywłamaniowych

www.siniat.pl
info Nida:
501 11 44 77



REKLAMA

STEINBACHER

Izoluj dziś. Myśl o jutrze.

IZOLACJE TECHNICZNE:

izolacja rurociągów centralnego ogrzewania, ciepłej i zimnej wody, przewodów solarnych, klimatyzacyjnych, wentylacyjnych, rurociągów i urządzeń napowietrznych

- STEINONORM® 300** - otulina z miękkiej pianki poliuretanowej
- STEINWOOL®** - otulina termoizolacyjna z wełny mineralnej
- STEINONORM® 700** - otulina z twardej pianki poliuretanowej



IZOLACJE BUDOWLANE:

izolacje fundamentów, podłóg, parkingów, fasad, tarasów, dachów płaskich, spadzistych, odwróconych, zielonych, ogrzewanie podłogowe

- STEINODUR® PSN** - płyty termoizolacyjno-drenażowe
- STEINODUR® UKD** - płyty termoizolacyjno-drenażowe
- STEINOTHAN®** - płyty termoizolacyjne z pianki PUR/PIR

STEINBACHER IZOTERM SP. Z O.O.
05-152 Czosnów, ul. Gdńska 14,
Cząstków Mazowiecki
tel. +48 (22) 785 06 90,
zamowienia@steinbacher.pl

REKLAMA

PROMOCJA

IZOLACJE.com.pl

sto

Budować świadomie.

STO

systemy ociepleń elewacji: na styropianie i wełnie mineralnej, systemy wentylowane, podwieszane; tynki i farby elewacyjne i do wnętrz; dekoracyjne powłoki ściennie do wnętrz; systemy akustyczne i akustyczne powłoki sufitowe i ściennie; elementy architektoniczne i sztukaterie z Verolithu; systemy do ochrony betonu; powłoki posadzkowe

www.sto.pl

✉ kontakt@sto.com

tel.: 22 511 61 00/02

Warszawa

Torggler

kleje do glazury, fugi i silikonu,
hydroizolacje, renowacje,
piany PU, systemy ociepleń,
farby i tynki elewacyjne

ul. Sadowa 6, 95-100 Zgierz

tel. 42 717 27 47

biuro@torggler.pl

www.torggler.pl

REKLAMA

AKTUALNA
baza DANYCH
FIRM
izolacyjnych

ponad 200 wpisów
informacji szukaj w Katalogu firm na:

IZOLACJE.com.pl

budowictwo | przemysł | architektura

PROMOCJA



**Kompleksowe
systemy rozwiązań
w zakresie izolacji
termicznej
i akustycznej
budynków**

Zalety izolacji produktami URSA

Ochrona przed
ciepłem i zimnemOchrona przed
hałasemZdrowie
i bezpieczeństwo
użytkownikaOgraniczenie kosztów
ogrzewania
i klimatyzacji

Dowiedz się więcej na:

www.ursa.pl



@URSAPolska

URSA
by etex

REKLAMA

**ZAMÓW LUB
PRZEDŁUŻ
PRENUMERATĘ
IZOLACJI**

**PRENUMERATA PAPIER:****ROCZNA: 250 zł****DWULETNIA: 450 zł****PÓŁROCZNA/****EDUKACYJNA: 150 zł****PRENUMERATA PDF:****ROCZNA: 225 zł****DWULETNIA: 405 zł****Zamówienia:****WYDAWNICZY.PL**

PROMOCJA



Liderzy innowacyjnych rozwiązań



**to najlepsi specjaliści oferujący
nowoczesne materiały oraz technologie
dla budownictwa i przemysłu**

Nasi Partnerzy:



Kampania jest realizowana na stronie

IZOLACJE.com.pl

Przepony poziome KÖSTER

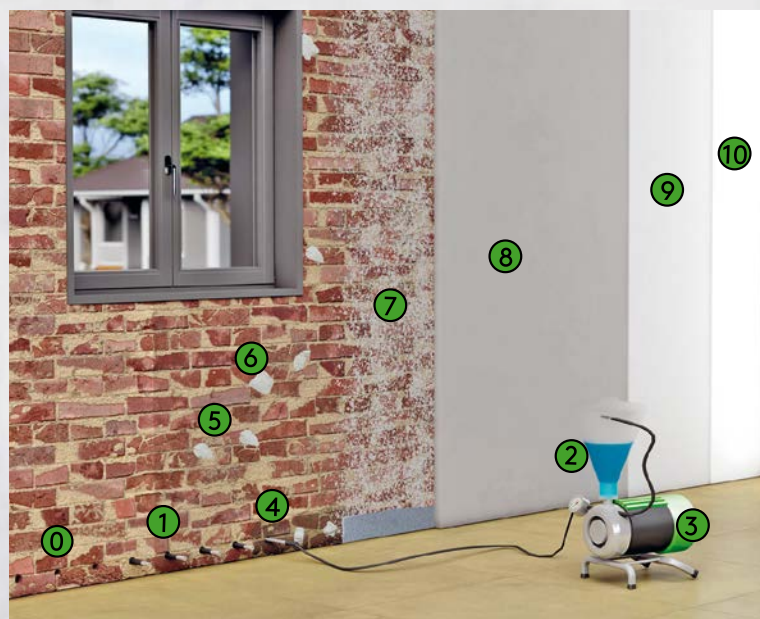
KÖSTER

Przepony poziome wykonywane kremem iniekcyjnym KÖSTER Crisin Creme

- 0 otwory iniekcyjne
- 1 przepona pozioma wykonywana kremem iniekcyjnym **KÖSTER Crisin Creme**
- 2 zamknięcie otworów iniekcyjnych szybkosprawną zaprawą **KÖSTER KB-Fix 5**
- 3 gruntowanie preparatem krzemianowym **KÖSTER Polysil TG 500**
- 4 uzupełnienie ubytków i wyrównanie muru zaprawą naprawczą **KÖSTER Sperrmörtel**
- 5 obrzutka szczepna pod tynk renowacyjny **KÖSTER Sanierputz**
- 6 wyprawa z tynku renowacyjnego **KÖSTER Sanierputz**
- 7 wykończenie powierzchni gładzią renowacyjną **KÖSTER Feinputz**
- 8 malowanie farbą silikonową **KÖSTER Silikonfarbe**



Przepony poziome wykonywane metodą iniekcji ciśnieniowej



- 0 otwory iniekcyjne
- 1 pakery iniekcyjne **KÖSTER Superpacker** 13 mm x 85 mm
- 2 iniekcyjna przepona ciśnieniowa dwuskładnikowym preparatem krzemianowo-estrowym **KÖSTER Mautrol 2K** lub akrylowym **KÖSTER Mautrol Flex 2K**
- 3 pompa iniekcyjna **KÖSTER 1 K-Injektionspumpe**
- 4 zamknięcie otworów iniekcyjnych szybkosprawną zaprawą **KÖSTER KB-Fix 5**
- 5 gruntowanie preparatem krzemianowym **KÖSTER Polysil TG 500**
- 6 uzupełnienie i wyrównanie muru zaprawą naprawczą **KÖSTER Sperrmörtel**
- 7 obrzutka szczepna pod tynk renowacyjny **KÖSTER Sanierputz**
- 8 wyprawa z tynku renowacyjnego **KÖSTER Sanierputz**
- 9 wykończenie powierzchni gładzią renowacyjną **KÖSTER Feinputz**
- 10 malowanie farbą silikonową **KÖSTER Silikonfarbe**



KOESTER Polska Sp. z o.o.
ul. Powstańców 127 lok. 14, 31-670 Kraków
tel. 124 114 994, fax 124 130 963
info@koester.pl

www.koester.pl

Ty oczekujesz perfekcji.
My mamy bezpieczne i proste rozwiązania.



Better together

Baumit Baumacol FlexUni Gel
Elastyczna żelowa zaprawa klejowa
zapewnia szybki, łatwy
i bezpieczny montaż płytek.

- innowacyjna technologia żelowa
- doskonała urabialność i obróbka
- wysoka wydajność i szeroki zakres grubości



Baumit. Pomysł z przyszłością.