

Przewodnik Projektanta

NR 3/2019
lipiec-wrzesień

ISSN 2543-9146



Projektowanie dachów stromych

 Projektowanie hydroizolacji
garaży podziemnych

 Elewacje wentylowane
w budynkach energooszczędnych

 Projektowanie oświetlenia
drogowego

bezpłatne e-wydania dostępne na stronie:



Zamów kolejne
drukowane wydanie publikacji

wypełniając formularz na stronie:

www.izbudujemy.pl/formularze/przewodnikprojektanta

e-wydania

przewodnik
projektanta

www.izbudujemy.pl/oferta

Przewodnik Projektanta skierowany jest do osób, które chcą poszerzyć swoją wiedzę o procesie projektowania z uwzględnieniem specyfiki materiałów i technologii budowlanych, a także zapoznać się z zagadnieniami prawnymi.

Aplikacja mobilna Przewodnika Projektanta jest dostępna również w sklepach Google Play oraz App Store do bezpłatnego pobrania



wydanie nr 1/2019



wydanie nr 2/2019



wydanie nr 3/2019

Następne wydanie

ukáže się w grudniu 2019 r.



WYDAWNICTWO
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA



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

WYDAWCA

**Wydawnictwo Polskiej Izby
Inżynierów Budownictwa Sp. z o.o.**

00-924 Warszawa
ul. Kopernika 36/40, lok. 110
tel. 22 551 56 00, faks 22 551 56 01
biuro@wpiib.pl

STRONY INTERNETOWE

wpiib.pl

izbudujemy.pl

[KREATORBVDOWNICTWAROKU.PL](http://kreatorbvdowntwaroku.pl)

inzynierbudownictwa.pl

REDAKCJA

Redaktor naczelna:

Anna Dębińska

Redaktor prowadzący:

Piotr Bień

PROJEKT GRAFICZNY

Jolanta Bigus-Korńczak

SKŁAD I ŁAMANIE

Jolanta Bigus-Korńczak

Grzegorz Zazulak

BIURO REKLAMY

Zespół:

Łukasz Berko-Haas – tel. 882 512 794

lukasz@wpiib.pl

Barbara Czarnecka

b.czarnecka@wpiib.pl

Barbara Darmoros – tel. 660 016 060

b.darmoros@wpiib.pl

Natalia Golek – tel. 662 026 523

n.golek@wpiib.pl

Magdalena Nowakowska – tel. 606 548 976

m.nowakowska@wpiib.pl

Grzegorz Tarnowski – tel. 662 026 522

g.tarnowski@wpiib.pl

ZDJĘCIA NA OKŁADCE

Fotolia.com: Adrian Hillman

DRUK

ArtDruk Zakład Poligraficzny

Print Management: printCARE



NAKŁAD
5000 egz.



Szanowni Państwo,

Przewodnik Projektanta to publikacja o projektowaniu w budownictwie. Projektowanie obiektów budowlanych odbywa się z udziałem osób posiadających uprawnienia budowlane w różnych specjalnościach. Zapraszamy do lektury naszej publikacji głównie projektantów, specjalizujących się w branży konstrukcyjno-budowlanej i instalacyjnej, dla których mamy wiele ciekawych informacji.

W tym wydaniu Przewodnika Projektanta zamieszczamy m.in. artykuły dotyczące projektowania konstrukcji dachowych, hydroizolacji garaży podziemnych, a także poświęcone elewacjom wentylowanym w aspekcie spełnienia wymagań dla budynków energooszczędnych.

Kontynuujemy cykl artykułów dotyczących BIM, tym razem w odniesieniu do automatyzacji procesu projektowania konstrukcji prefabrykowanych. Polecam również tekst, w którym dosyć szeroko opisujemy zagadnienia dotyczące prawidłowo zaprojektowanego oświetlenia drogowego. Jak w każdym wydaniu, również i w tym zamieszczamy artykuły o tematyce prawnej, m.in. o określaniu przedmiotu zamówienia na prace projektowe w świetle Prawa zamówień publicznych, a także o formach prawnych działalności jednostek projektowych.

Wszystkich naszych czytelników pragnę poinformować, że Przewodnik Projektanta jest udostępniony jako e-wydanie, zamieszczone na naszej stronie internetowej www.izbudujemy.pl/oferta, a także ma swoją wersję na smartfony i tablety. Aplikacja mobilna publikacji jest dostępna w sklepach Google Play oraz App Store do bezpłatnego pobrania.



Anna Dębińska
Redaktor naczelna
– redakcja katalogów

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

Skandynawski program inżynierski 'FEM-Design' jest teraz dostępny z polską wersją dokumentacji, w ograniczonej ofercie 60% zniżki.

FEM-Design jest zaawansowanym oprogramowaniem wykorzystującym Metodę Elementów Skończonych (MES) do analizy i wymiarowania złożonych konstrukcji z betonu, stali i drewna, zgodnie z Eurokodami oraz polskimi aneksami.

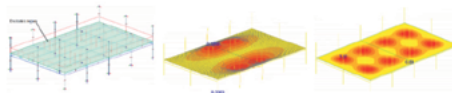
Dokumentacja w języku polskim oraz obliczenia ręczne

FEM-Design umożliwia wygenerowanie jasnej i klarownej dokumentacji, zgodnie z potrzebami użytkownika. Dodatkowo, zapewnia możliwość weryfikacji wyników, generując ręczne obliczenia zgodnie z zastosowaną normą.

Nowości w FEM-Design 18

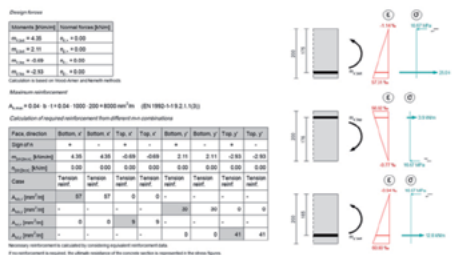
Analiza Footfall

Analiza Footfall to badanie wpływu ludzkich kroków na drgania konstrukcji. Wyniki mogą być przedstawione w postaci kolorowych map lub wykresów.



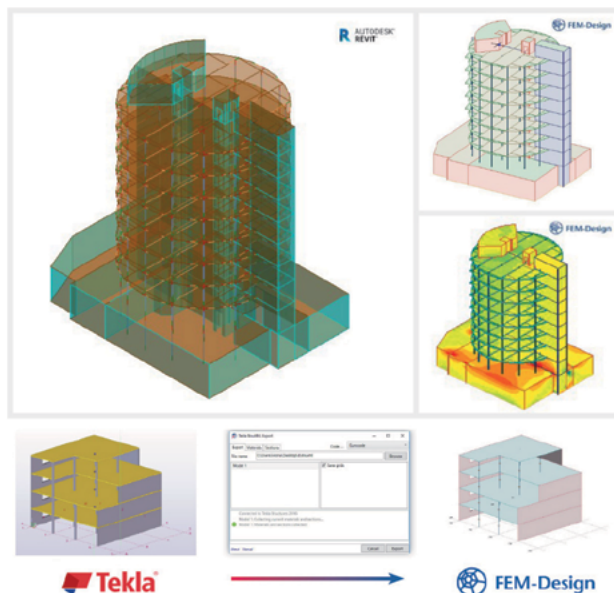
Szczegółowe wyniki powłok żelbetowych

W nowej wersji FEM-Design dodano możliwość wygenerowania szczegółowych wyników dotyczących geometrii, właściwości materiałów oraz odpowiednich obliczeń co do wymaganego zbrojenia (zgodnych z Eurokodem). Wyniki przedstawione są w postaci tabel i wykresów.



Integracja z Revitem i Teklą

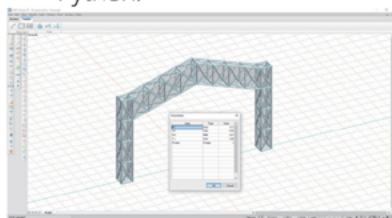
StruSoft stworzył darmowe narzędzia do bezpośredniej współpracy FEM-Design z takimi programami jak Revit i Tekla.



Zautomatyzowany przepływ pracy

API Wrapper i optymalizacja topologii z Python'em

FEM-Design daje potężne możliwości usprawnienia pracy dzięki wsparciu interfejsu programowania aplikacji (API). Pozwala to na tworzenie modelu oraz jego analizy z poziomu kodu źródłowego. StruSoft udostępnia również przykłady optymalizacji topologii konstrukcji. W obu przypadkach wspieranym językiem programowania jest Python.



6 Aktualności

8 Wyposażenie biur projektowych

10 Projektowanie dachów stromych

Tomasz Kochański

Dorota Kram

Klaudia Śliwa-Wieczorek

16 ThermaBitum oraz ThermaMembrane – nowoczesny system hydro- i termoizolacji dachów płaskich

Artykuł sponsorowany

str.
10



Projektowanie dachów stromych

Dach jako część obiektu budowlanego musi spełniać szereg wymagań stawianych w przepisach, m.in. w warunkach technicznych oraz musi być wznoszony zgodnie z zasadami wiedzy technicznej.

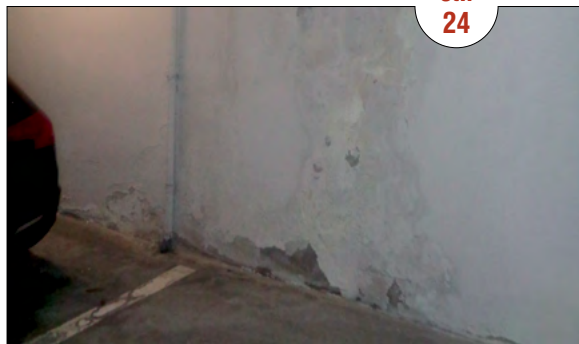
str.
17



BIM w automatyzacji procesu projektowania konstrukcji prefabrykowanych

Obiekty w technologii prefabrykowanej, w związku z dynamicznie rozwijającym się rynkiem budowlanym, coraz częściej zastępują konstrukcje monolityczne. Istnieje szereg korzyści wynikający z zastosowania prefabrykatów, np. jedną z głównych zalet jest optymalizacja kosztów inwestycji uwzględniająca czas trwania poszczególnych procesów. Poprzez mechanizację i automatyzację produkcji elementów prefabrykowanych uzyskiwana jest poprawa jej rytmiczności. Ponadto dzięki znacznemu ograniczeniu liczby przerw technologicznych oraz pominięciu robót wykończeniowych na placu budowy redukowany jest czas wykonywania prac na budowie.

str.
24



Zasady projektowania hydroizolacji garaży podziemnych

Garaże podziemne, podobnie jak inne elementy budynków i budowli, powinny być projektowane zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi zasad projektowania i budowania obiektów budowlanych (w tym w szczególności z przepisami techniczno-budowlanymi) oraz z zasadami wiedzy technicznej.

17 BIM w automatyzacji procesu projektowania

konstrukcji prefabrykowanych

Kostiantyn Protchenko

Krzysztof Kaczorek

21 Allplan Engineering w praktyce

Artykuł sponsorowany

22 Projektowanie dachów zielonych

z Sita Bauelemente

Artykuł sponsorowany

24 Zasady projektowania hydroizolacji

garaży podziemnych

Bartłomiej Monczyński

28 Iniekcja Krystaliczna® – przeciwwilgociowa

izolacja pionowa i pozioma

Artykuł sponsorowany

30 Przegląd produktów

Cegły, pustaki i bloczki

32 Najczęściej popełniane błędy przy

obliczaniu współczynnika U dla ścian z betonu komórkowego

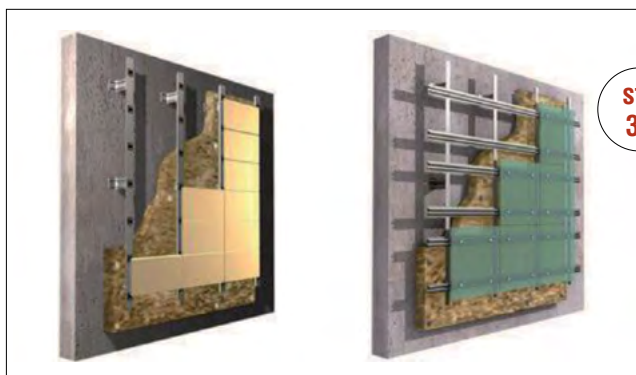
Artykuł sponsorowany

- **34** Warunki prawne działalności jednostek projektowych
Kamil Stolarski
- **37** Schöck Isolink TA-S – elewacja wentylowana bez mostków termicznych
Artykuł sponsorowany
- **38** Elewacje wentylowane w budynkach energooszczędnych
Krzysztof Pawłowski
- **42** Wypowiedzi ekspertów i przegląd produktów
Oprawa ELMONT
Termomodernizacja i wtórna izolacja przeciwwilgociowa
Możliwości programu SOLBET RevDesigner
Materiał sponsorowany

str.
34

Warunki prawne działalności jednostek projektowych

Na rynku funkcjonują różnego rodzaju jednostki projektowe, a w zasadzie projektanci. Warunki prawne prowadzenia przez nich działalności gospodarczej to temat rzeka i można by im poświęcić cały cykl wydawniczy. W tym artykule zwrócimy uwagę na kwestie podstawowe – co należy rozumieć przez jednostkę projektowania (jednostkę projektową), jak podchodzi do tego prawo budowlane, w jakich formach prawnych projektanci mogą działać i jakie są podstawowe regulacje w szczególności odnoszące się do zawodów architekta i inżyniera budownictwa.

str.
38

Elewacje wentylowane w budynkach energooszczędnych

W artykule przedstawiono charakterystykę materiałową przykładowych elewacji wentylowanych w aspekcie spełnienia wymagań dla budynków o niskim zużyciu energii.

- **44** Jak odpowiednio dobrać okna dachowe?
Artykuł sponsorowany
- **45** Ocena energetyczna stolarki otworowej
Barbara Pietruszka
- **50** Słupy oświetleniowe wykonywane w technologii spawania laserem
Artykuł sponsorowany
- **52** Projektowanie oświetlenia drogowego
Małgorzata Zalesińska
- **60** Power Road® – droga z pozytywną energią
Artykuł sponsorowany
- **61** Opis przedmiotu zamówienia na prace projektowe i roboty budowlane a bariery
Prawa zamówień publicznych
Mariusz Filipek

str.
52

Projektowanie oświetlenia drogowego

Oświetlenie drogowe jest jednym z ważnych czynników wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz zwiększenie płynności ruchu i przepustowości dróg. Prawidłowo zaprojektowane i wykonane zapewnia zarówno kierowcom, jak i pieszym oraz rowerzystom odpowiednie warunki widzenia w porze nocnej. Oświetlenie terenów mieszkalnych daje wzrost poczucia bezpieczeństwa mieszkańcom, m.in. poprzez ograniczenie przestępczości i wandalizmu, promuje i podnosi atrakcyjność terenu.



Z „Czystym Powietrzem” do budynków z „wielkiej płyty” i samorządów

Stały Komitet Rady Ministrów przyjął 31 lipca 2019 r. projekt przygotowany przez MliR, dotyczący rządowego programu „Czyste Powietrze”. Budynki wybudowane w technologii „wielkiej płyty” będą mogły być docieplane ze wsparciem państwa. Są przewidziane dodatkowe środki na poprawę bezpieczeństwa konstrukcji obiektów – chodzi o wzmacnianie połączeń między warstwą fakturową a warstwą konstrukcyjną w płytach wielowarstwowych za pomocą metalowych kotew. Dodatkowa premia będzie przyznawana w przypadku prowadzenia przez inwestora prac termomodernizacyjnych, a jej wartość będzie stanowiła 50% kosztów zakupu i montażu kotew.



Zmiana przewiduje także dodatkowe wsparcie dla inwestorów, którzy przy okazji prowadzenia termomodernizacji, zainstalują w budynkach systemy odnawialnych źródeł energii. W takich przypadkach premia termomodernizacyjna wyniesie nie 16%, ale 21% wartości przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Z premii remontowej skorzystają także wspólnoty mieszkaniowe, w których gmina ma większość udziałów.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Pakiet wolnościowy w prawie budowlanym

Pakiet zmian w prawie budowlanym, które przygotowało MliR został przyjęty w dniu 31 lipca 2019 r. przez Stały Komitet Rady Ministrów. Zmiany ułatwią i przyspieszą przygotowanie nowych inwestycji, wśród których można wymienić:

- Program „Czyste Powietrze”

Rządowy program „Czyste Powietrze” musi opierać się o skuteczne rozwiązania promujące podłączanie wszystkich nowych inwestycji do sieci ciepłowniczej wszędzie tam, gdzie jest to dziś możliwe. Dlatego zmiany w Prawie energetycznym umożliwiają egzekwowanie obowiązku podłączania budynków. Projektant będzie sprawdzał, czy budynki

mieszkalne można podłączyć do istniejącej sieci ciepłowniczej. Jeśli przedsiębiorca zarządzający sieciami technicznymi będzie opóźniał wydanie warunków przyłączenia do tych sieci, zapłaci karę za każdy dzień zwłoki. Ustawa wprowadzi zakaz pobierania przez przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne opłaty za wydanie warunków technicznych przyłączenia do sieci.

- Stare samowole do uproszczonej legalizacji

Ważna zmiana poprawiająca bezpieczeństwo budynków dotyczy starych – co najmniej 20-letnich – samowoli budowlanych. Łatwiej będzie je zalegalizować, co pozwoli włączyć je w system kontroli bezpieczeństwa. Warunkiem skorzystania z uproszczonej, bezpłatnej procedury będzie przedstawienie ekspertyzy technicznej, potwierdzającej możliwość bezpiecznego użytkowania obiektu i geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej.

- Deregulacja i pakiet wolnościowy

Budujący będą składać mniej dokumentów we wniosku o pozwolenia na budowę lub zgłoszeń. Trzeba będzie dołączyć tylko część obecnego projektu budowlanego. Zmniejszy się również liczba wymaganych egzemplarzy projektu dołączanego do wniosku z 4 do 3.

Po zmianach projekt budowlany będzie składał się z projektu zagospodarowania działki lub terenu (usytuowanie, układ komunikacyjny, informacja o obszarze oddziaływania obiektu), projektu architektoniczno-budowlanego (układ przestrzenny, projektowane rozwiązania techniczne i materiałowe) i projektu technicznego (opis konstrukcji, instalacji, charakterystyka energetyczna). Projekt techniczny będzie trzeba złożyć w urzędzie razem z wnioskiem o udzielenie pozwolenia na użytkowanie lub zgłoszeniem zakończenia robót.

W nowelizacji pojawią się kolejne zwolnienia z obowiązku uzyskiwania pozwolenia na budowę, m.in. dla urządzeń melioracji wodnej czy



instalacji gazowych wykonywanych wewnątrz i na zewnątrz użytkowanego budynku. Projekt ustawy zakłada wprowadzenie granicznego, pięcioletniego terminu dla stwierdzenia nieważności decyzji pozwolenia na budowę i decyzji o pozwoleniu na użytkowanie.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

519 mln zł dofinansowania z CEF na modernizację kolei do portów Szczecin i Świnoujście

W portach Szczecin i Świnoujście poprawi się transport kolejowy. Inwestycja o całkowitej wartości około 1,5 mld zł zakłada przebudowę ok. 100 km torów, 3 wiaduktów i mostu. Projekt jest częścią programu poprawy dostępu kolejowego do Morza Bałtyckiego. Umowa na realizację została podpisana w dniu 29 lipca 2019 r. pomiędzy PKP Polskie Linie Kolejowe a firmą Torpol.

Inwestycja przyczyni się do obsługi przez porty w Świnoujściu i Szczecinie cięższych i dłuższych pociągów. Przewoźnicy towarowi zwiększą efektywność, dzięki zaoszczędzeniu od kilku do kilkunastu minut na ładunku i rozładunku towarów. Porty będą mogły również przyjmować i odprawiać znacznie więcej ładunków, co poprawi ich konkurencyjność.



Podniesiony zostanie także poziom bezpieczeństwa ruchu, m.in. poprzez przebudowę istniejącej infrastruktury kolejowej i modernizację systemu sterowania ruchem oraz budowę bezkolizyjnych skrzyżowań w obszarze portów.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Krasnystaw z pozytywną opinią w programie Mosty dla Regionów

W Krasnymstawie na rzece Wieprz powstanie most, którego dokumentacja zostanie dofinansowana z programu Mosty dla Regionów. Pozytywną opinię Ministra Inwestycji i Rozwoju dla wniosku samorządu w tej sprawie przekazał wicepremier Jacek Sasin i wiceminister Artur Soboń.



W ramach programu Mosty dla Regionów gmina otrzyma dofinansowanie na przygotowanie dokumentacji przedprojektowej i projektowej niezbędnej do otrzymania pozwolenia na budowę tej inwestycji. Cały koszt przygotowania dokumentacji wynosi ok. 1,3 mln zł, z czego ponad 1 mln zł gmina otrzyma z budżetu państwa. Koszt budowy mostu wraz z drogami dojazdowymi wnioskodawca szacuje na ok. 20 mln zł.

Dzięki dofinansowaniu powstanie całkowicie nowy most z drogami dojazdowymi. Most połączy miasto i wyprowadzi ruch samochodowy z zabytкового centrum, które obecnie zmagają się z dużym natężeniem ruchu kołowego. Ponadto, nowa przeprawa mostowa usprawni ruch w kierunku granicy państwa.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Ustawa o dostępności przyjęta przez Sejm

Ustawa w sposób kompleksowy podejmuje tematykę dostępności, przede wszystkim dla osób z niepełnosprawnościami i seniorów. Najważniejsze rozwiązania to przede wszystkim:

- zapewnienie dostępności architektonicznej, cyfrowej i informacyjno-komunikacyjnej w instytucjach publicznych (szkołach, urzędach, uczelniach, placówkach służby zdrowia)
- utworzenie Funduszu Dostępności, z którego środki mają być przeznaczone na usprawnienia w budynkach dla osób z niepełnosprawnościami
- możliwość złożenia skargi na brak dostępności, która w przypadku braku reakcji będzie mogła skończyć się nałożeniem grzywny na instytucję publiczną przez Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych
- szansa zdobycia certyfikatu dostępności przez organizacje pozarządowe i podmioty prywatne, które będą spełniać wymagania dostępności
- większa koordynacja prodostępnościowych inicjatyw – rządowym koordynatorem będzie minister inwestycji i rozwoju, wspierany przez Radę Dostępności.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Otwieranie danych geodezyjnych

Stały Komitet Rady Ministrów zaakceptował propozycje usprawniające realizację prac geodezyjnych i kartograficznych. Jedno z ważniejszych rozwiązań to nieodpłatne udostępnianie wybranych zbiorów danych, m.in. ortofotomapy, państwowego rejestru podstawowych osnów geodezyjnych, grawitacyjnych i magnetycznych, wybranych danych dotyczących działek i budynków ewidencyjnych. Otwieranie danych rząd zaplanował w „Programie otwierania danych publicznych” z 2016 r. Program ten wspomaga realizację „Planu na rzecz odpowiedzialnego rozwoju w zakresie filaru: Rozwój innowacyjnych firm (wzrost gospodarczy, rozwój innowacyjnych firm, sprawniejsza administracja)”.



Projekt zakłada aktualizowanie informacji zawartych w ewidencji gruntów i budynków na podstawie materiałów znajdujących się w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym – z urzędu (czyli bez konieczności składania wniosku). Regulacja ta usprawni proces aktualizacji danych w bazie danych ewidencji gruntów i budynków.

W celu usprawnienia procesu inwestycyjnego zaproponowano wprowadzenie obowiązku tworzenia zbiorów danych przestrzennych dla aktów planowania przestrzennego wraz z określeniem ich minimalnego zakresu. Obowiązek będzie dotyczył również aktów już obowiązujących. W ten sposób zostanie wykonany pierwszy istotny krok w kierunku upowszechnienia zbiorów danych przestrzennych dotyczących dokumentów planistycznych.

Projekt dostępny na stronie Rządowego Procesu Legislacyjnego

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Ustawa o ograniczeniu zatorów płatniczych

Ustawa o ograniczeniu zatorów płatniczych, czyli opóźnień w płaceniu kontrahentom, po zaakceptowaniu poprawek przez Sejm



trafiła do podpisu prezydenta. Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii przygotowało rozwiązania, które mają przeciwdziałać zatorom. Ustawa o zmianie niektórych ustaw w celu ograniczenia zatorów płatniczych ma wejść w życie 1 stycznia 2020 roku.

Kluczowe rozwiązania:

- 30 dni na zapłatę dla podmiotów publicznych
- skrócenie – do maksymalnie 30 dni od dnia doręczenia faktury – terminów zapłaty w transakcjach handlowych, w których dłużnikiem jest podmiot publiczny (z wyłączeniem podmiotów leczniczych)
- 60 dni na zapłatę dla firm większych w relacji z mniejszymi
- skrócenie – do maksymalnie 60 dni – terminu zapłaty w transakcjach, w których wierzycielem jest mikro-, małe lub średnie przedsiębiorstwo, a dłużnikiem duża firma (tzw. transakcja asymetryczna)
- to dłużnik udowodni, że termin zapłaty nie jest rażąco nieuczciwy
- w przypadku ustalenia między podmiotami równorzędnymi (np. dwiema średnimi firmami) terminu zapłaty dłuższego niż 60 dni – w razie sporu między nimi to dłużnik, a nie wierzyciel będzie musiał udowodnić, że ustalony termin zapłaty nie był rażąco nieuczciwy wobec wierzyciela
- będzie można odstąpić od umowy, gdy termin zapłaty przekracza 120 dni
- największe firmy będą raportować MPiT swoje praktyki płatnicze
- UOKiK będzie mógł karać firmy, które najbardziej ociągają się z płaceniem kontrahentom
- firmy, które nie dostają zapłaty na czas, zyskają prawo do ulgi na złe długi w PIT i CIT
- odsetki za opóźnienia w transakcjach handlowych wzrosną z obecnych 9,5% do 11,5 %.
- będzie łatwiej zabezpieczyć w sądzie roszczenie
- wyższe rekompensaty za koszty odzyskiwania należności
- nieuzasadnione wydłużanie terminów zapłaty stanie się czynem nieuczciwej konkurencji.

Źródło: Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii



EIZO FlexScan EV3285

Biurowy monitor o przekątnej 31,5", wyświetlający obraz w rozdzielczości 4K UHD (3840x2160). Oferuje aż czterokrotnie większą przestrzeń roboczą niż monitory w standardzie full HD, co pozwala pracować w kilku programach jednocześnie, bez potrzeby przełączania się między oknami ani ciągłego przewijania ich zawartości. Stopka monitora umożliwia swobodną regulację wysokości, nachylenia i obrotu ekranu, a wbudowany zasilacz nie zajmuje cennego miejsca na biurku. EV3285 wyposażono również w szereg funkcji zapobiegających zmęczeniu wzroku, m.in. automatyczną regulację jasności dzięki czujnikowi Auto EcoView, antyodblaskową powłokę rozpraszającą odbijające się od ekranu światło, tryb pracy imitujący wygląd papieru oraz szerokie kąty widzenia, które zapewniają dobrą widoczność ekranu z boku. Wbudowany port USB-C ułatwia stworzenie wygodnego stanowiska do pracy z laptopem – wystarczy podłączyć jeden kabel USB-C, by jednocześnie przesyłać sygnały audio i wideo, transferować dane, a także ładować notebooka z mocą do 60 W.

Producent: EIZO



Mysz MX Vertical

MX Vertical to zaawansowana mysz łącząca w sobie naukowo opracowaną konstrukcję z doskonałą wydajnością serii Logitech MX. Została zaprojektowana, aby zmniejszyć obciążenie mięśni, ucisk nadgarstka i polepszyć ułożenie dłoni. Naturalna pozycja uścisku dłoni myszy redukuje obciążenie mięśni o 10% i umożliwia bardziej ergonomiczne ułożenie dłoni. Unikalny, pionowy kąt 57° zmniejsza ucisk nadgarstka, podczas gdy kciuk wygodnie spoczywa na podpórce. Zaprojektowana tak, aby pasowała do wielu typów i rozmiarów dłoni, podczas gdy chropowata, gumowa powierzchnia gwarantuje pewny i naturalny chwyt. Technologia Logitech Flow pozwala na bezproblemowe sterowanie kilkoma komputerami. Za pomocą oprogramowania Logitech Options można również programować przyciski, ustawiać funkcje konkretnych aplikacji i dostosowywać prędkość kursora. Żywotność akumulatora wynosi 4 m-ce po pełnym naładowaniu, a po jednorazowym szybkim ładowaniu można korzystać z niej przez 3 h. Mysz można podłączyć przy użyciu dołączonego kabla do ładowania USB-C, odbiornika Logitech Unifying lub Bluetooth®.

Producent: Logitech



Interaktywna tablica Sharp PN-40TC1

BIG PAD PN-40TC1 to nowatorskie rozwiązanie Sharp, które pozwoli wnieść nową energię do spotkań biznesowych. Model ten powstał z myślą o niewielkich salach spotkań (maks. 6 użytkowników). Precyzyjny system rozpoznawania dotyku, oparty na technologii PCAP, łatwa obsługa i krótki czas konfiguracji – to najważniejsze cechy monitora. Gniazdo rozszerzeń Mini OPS umożliwia prostą i wygodną instalację opcjonalnego modułu WiFi, który pozwala na współpracę z wykorzystaniem urządzeń mobilnych. Monitor z ekranem o przekątnej 40" jest wyposażony w wyjątkowo szybki, precyzyjny i intuicyjny 10-punktowy system rozpoznawania PCAP Capacitive, który oferuje zoptymalizowaną wydajność współpracy w niewielkich pomieszczeniach. Zestaw programów firmy Sharp pozwolił ustanowić standard rynkowy sposobu organizacji pracy zespołowej. Dostarczone w zestawie oprogramowanie SHARP Touch Viewing Software oferuje łatwy w obsłudze interfejs użytkownika i system plików, pozwalający zarządzanie plikami pochodzącymi z różnych projektów.

Producent: Sharp





Niszczarka Fellowes 73Ci

Niszczarka Fellowes 73Ci to super szybkie urządzenie niszczące do 100 kartek w 60 sekund. Idealna do małego biura, niszczy dokumenty ze zszywkami, małymi spinaczami, a także karty kredytowe oraz płyty. Jednorazowo tnie do 12 kartek (70 g) na ścinki o wymiarze 4x38 mm, dzięki czemu dokumentacja firmowa pozostaje skutecznie zniszczona. Gwarantowany poziom zabezpieczenia to P-4 (dla niszczonych dokumentów), T-4 (dla kart kredytowych) oraz O-3 (dla płyt). Kompaktowa, estetyczna obudowa wkomponowuje się w dowolne wnętrze i umożliwia ustawienie jej w dogodnym miejscu dla użytkownika. Wolna od zacięć dzięki inteligentnemu systemowi 100% Jam Proof. Bezpieczna za sprawą czujnika SafeSense zatrzymującego pracę noży w momencie dotknięcia szczeliny wejściowej. Przyjazna w użytkowaniu dzięki zastosowanym diodom informującym o zdarzeniu. Zastosowana w urządzeniu technologia Energy Savings System obniża pobór energii o ok. 70%, co przekłada się na niższe rachunki. To wszystko sprawia, że jest najchętniej wybieraną niszczarką w tym segmencie.

Producent: Fellowes



HP ZBook x2 G4



To najbardziej wszechstronna stacja robocza 2w1 dostępna na rynku. Dzięki czterordzeniowym procesorom Intel® Core® 8 generacji oraz układom graficznym NVIDIA® Quadro® urządzenie oferuje doskonale osiągi oraz możliwość pracy w każdych warunkach. Jej konstrukcja została stworzona z myślą o pomyślnym przejściu badania MIL-STD 810G. HP stworzyło jedno urządzenie, które zapewnia projektantom i grafikom taką samą wydajność, niezależnie od tego, czy jest używane do projektowania w formie tabletu czy do pracy w trybie dokowania. HP ZBook x2 został wyposażony w 14" ekran z multidotyktem o rozdzielczości 4K, pozwalający użytkownikom na skupienie się w pełni na pracy, niezależnie od warunków oświetleniowych. Stacja może pracować na baterii nawet 10 h, a dodatkowo urządzenie wyposażono w ultraszybkie ładowanie (do 50% w zaledwie 30 minut). HP ZBook x2 ma również wiodące zabezpieczenia HP, takie jak HP Sure Start Gen3 chroniący BIOS, TPM 2.0 na potrzeby szyfrowania sprzętowego zabezpieczającego dane logowania czy pakiet HP Client Security Suite Gen3 służący do ochrony danych, urządzenia i tożsamości, z technologią rozpoznawania twarzy oraz skanerem odcisków palców. HP ZBook x2 dostępny jest w cenie od 9900 zł brutto.

Producent: HP

Kingston IronKey D300 Serialized

W pełni szyfrowany, zarządzany napęd USB spełniający wymogi w zakresie przechowywania danych nakładane przez RODO. Model D300SM wymaga oprogramowania IronKey EMS lub SafeConsole®, które umożliwia centralne zarządzanie dostępem i obsługę tysięcy odrębnych jednostek. Zarówno w chmurze, jak i lokalnie, urządzenie wymusza przestrzeganie określonych reguł, takich jak siła hasła i limit prób logowania, a także pozwala administratorom zdalnie wyłączać zgubione bądź skradzione napędy, resetować zapomniane hasła itp. IronKey D300SM jest zgodna ze standardem FIPS 140-2 Level 3 i używa sprzętowego szyfrowania AES z kluczem 256-bitowym w trybie XTS. Urządzenie ma unikalny numer seryjny i kod kreskowy, które są umieszczone na obudowie napędu. Pozwala to na znacznie skuteczniejsze i sprawniejsze wykonywanie czynności kontrolnych i inwentaryzacyjnych. Wyposażone jest w wirtualną klawiaturę, która pozwala użytkownikom wprowadzić hasło za pomocą kliknięć myszy. Dzięki temu, funkcja ta chroni przed jakimikolwiek próbami rejestrowania wciśniętych klawiszy podczas korzystania z pamięci na innych komputerach. Pamięć dostępna jest w wersjach od 4 do 128 GB, objęta ograniczoną 5-letnią gwarancją i bezpłatnym wsparciem technicznym.

Producent: Kingston Technology





mgr inż. Tomasz Kochański
dr inż. Dorota Kram
mgr inż. Klaudia Śliwa-Wieczorek
Politechnika Krakowska
Wydział Inżynierii Lądowej

Projektowanie dachów stromych

Dach jako część obiektu budowlanego musi spełniać szereg wymagań stawianych w przepisach, m.in. w warunkach technicznych [N2] oraz musi być wznoszony zgodnie z zasadami wiedzy technicznej.

OGÓLNE KRYTERIA PROJEKTOWANIA DACHÓW

Projektowanie dachów stromych (skośnych) wiąże się z potrzebą przeanalizowania dwóch głównych aspektów – pierwszy to zagadnienie ciepłno-wilgotnościowe, drugi to zagadnienia konstrukcyjne. Dla zagadnień ciepłno-wilgotnościowych ważne jest podjęcie decyzji jak użytkowane będzie poddasze. Wpłynie to na dobór ilości i rodzaju warstw przekrycia, co z kolei będzie miało wpływ na wielkość i rozłożenie obciążenia, głównie stałego. Dodatkowo na rodzaj konstrukcji dachu będą miały wpływ kształt (fot. 1) i rozpiętość budynku, rozmieszczenie podpór konstrukcyjnych np. ścian oraz umiejętności projektanta.

Na polskim rynku najczęściej spotykanym materiałem konstrukcyjnym jest drewno lite, jednak nie można zapominać również o przekrojach złożonych np. belkach dwuteowych (I-Beam) czy prefabrykowanych elementach płytowych nie tylko z CLT. Projektowanie dachów stromych (skośnych) jest więc zadaniem wielokryteriowym.

FIZYKA BUDOWLI

Dach, podobnie jak ściana, jest przegrodą, która w zależności od zagospodarowania poddasza będzie miała nieco inne „zasady” kształtowania. Podstawowym parametrem ustalonym dla przegrody jest współczynnik przenikania ciepła U_e , którego maksymalna wartość nie może przekroczyć wartości podanych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT) [N2]. Ta progowa wartość ulega ciągłym zmianom (tablica 1). Współczynnik ten należy wyznaczyć na podstawie normy PN-EN ISO 6946, uwzględniając mostki termiczne w elementach takich jakłaty, krokwie, stelaże płyt GK itp. Drugim istotnym parametrem uwzględnianym w obliczeniach ciepłno-wilgotnościowych przegrody jest analiza krytycznych czynników temperaturowych mogących doprowadzić do kondensacji pary wodnej na powierzchni lub wewnątrz przegrody, co w konsekwencji może przyczynić się do powstania pleśni na powierzchni przegrody lub



Fot. 1. Forma dachu i jej wpływ na obciążenie śniegiem

Tabela 1. Wartości maksymalne współczynnika U [N2]

Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(max)}$ [W/(m ² · K)]	
	od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r.
Dachy, stropodachy:		
a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,18	0,15
b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30
c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70	0,70

w węzłach. Zasady analizy czynnika f_{Rs} podaje norma PN-EN ISO 13788, a kryteria oceny (wymagania) zamieszczone są w również w Warunkach technicznych [N2]

Kolejne kryteria, zabezpieczone Warunkami technicznymi [N2], wiążą się z potrzebą zapewnienia komfortu akustycznego, bezpieczeństwa pożarowego, nośności konstrukcji, czy też niezmiernie istotnego dziś aspektu sprostania współczesnej problematyce zrównoważonego budownictwa. Każde z nich ma bezpośrednie przełożenie na dobór materiałów i gabaryty projektowanych elementów.

Wymagania bezpieczeństwa pożarowego dla elementów konstrukcyjnych dachu w zakresie nośności WT kształtują je na poziomie R15 do R30 (w zależności od klasy pożarowej budynku – [N2] §216), natomiast dla przegrody w aspekcie „pożarowej szczelności” od EI30 do EI60. Ponieważ drewno jest materiałem łatwopalnym i może samo się zapalić pod wpływem długotrwałego oddziaływania strumienia cieplnego np. pod wpływem ciepła prowadzonego przewodami kominowymi, warto też wspomnieć, iż w 2009 r. zwiększono minimalną odległość elementu drewnianego od przewodu dymowego i spalinowego z 25 cm do 30 cm [N2] (§265.4). Wartość tę można jednak zmniejszyć stosując przeanalizowane zabezpieczenia.

DOBÓR MATERIAŁÓW

– WPROWADZENIE DO OBROTU

Zgodnie z zapisem prawa budowlanego (art. 5 Prawa budowlanego) [N1] materiały wbudowywane w obiekt budowlany muszą spełniać szereg warunków, m.in. zasady zharmonizowanego wprowadza-

nia do obrotu. Wprowadzenie do obrotu wyrobów budowlanych dokonuje się na podstawie rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r.

Z uwagi na szeroki asortyment, jaki można dobrać na dachy (od elementów konstrukcyjnych po izolacyjne i wykończeniowe), warto zwrócić szczególną uwagę na materiał konstrukcyjny (na naszym rynku najczęściej będzie to drewno lite), który objęty jest zharmonizowaną

normą PN-EN 14081-1:2016 [N8] w zakresie sortowania wytrzymałościowego, co w konsekwencji wymaga znakowania znakiem CE. System oceny zgodności CE został wprowadzony w celu ujednolicenia wymogów stawianych produktom, aby ułatwić pracę projektantom i wykonawcom. Przez umieszczenie oznaczenia CE producent bierze odpowiedzialność (gwarantuje), że wyrób jest zgodny z deklaracją właściwości użytkowych. W deklaracji właściwości użytkowych

inwestor będzie mieć potwierdzenie, że zakupione przez niego drewno spełnia wymagania projektu i ma właściwą klasę.

Obowiązek stosowania certyfikowanego materiału konstrukcyjnego dotyczy zarówno inwestorów prywatnych, jak również budżetowych. Nie ma znaczenia czy mówimy o więźbie tradycyjnej, czy konstrukcji dachu nad halą widowiskową.

W przypadku katastrofy budowlanej spowodowanej użyciem tarcicy konstrukcyjnej, która nie spełnia tych wymagań, za jej skutki do odpowiedzialności może być pociągnięty nie tylko projektant, czy wykonawca, ale i producent tarcicy.

Drewno konstrukcyjne podlega sortowaniu wytrzymałościowemu metodą maszynową lub wizualną. Obecnie w Polsce zdecydowana



Fot. 2. Przykład znakowania elementu klejonego z drewna C24



Fot. 3. Znakowanie tarcicy klasy C24

większość tartaków, jeżeli już klasyfikuje tarcicę, to sortuje ją metodą wizualną na podstawie normy PN-D-94021:2013-10 [N7], otrzymując elementy w klasie sortowniczej (KW, KS oraz KG), które nie odpowiadają zapisom zawartym we współcze-

w sposób liczbowy, jak jego wyroby wpływają na środowisko. Dla dachów na bazie drewna przykłady takich informacji można znaleźć na stronach dataholz.eu. Znajdziemy tam m.in. wpływ użytych materiałów na ocieplenie globalne

System oceny zgodności CE został wprowadzony w celu ujednolicenia wymogów stawianych produktom, aby ułatwić pracę projektantom i wykonawcom

snych projektach opracowywanych na podstawie Eurokodu 5 (EC5) [N6]. Wprawdzie na podstawie załącznika krajowego do EC5 można dokonać przeklasyfikowania na klasy wytrzymałościowe (tablica NA.2 EC5 np. KS świerk pospolity do klasy C24), jednak warto zwrócić uwagę na mało znany zapis przedmiotowej normy, że „Tarcicę konstrukcyjną, którą już po klasyfikacji jakościowej skrócono, zwężono lub przestrużano, należy powtórnie poddać czynnościom sortowniczym, oprócz przypadków, kiedy nie przekroczono tolerancji wymiarowej” [N7]. Niestety szara strefa rynku budowlanego (zakupy drewna „bez faktury”) oraz bardzo mała świadomość przepisów prawa budowlanego podmiotów uczestniczących w procesach inwestycyjnych (od sprzedawców, poprzez inwestorów niejednokrotnie do wykonawców) przyczyniają się do bardzo powolnego wdrażania procedur ZKP (Zakładowej Kontroli Produkcji) i braku znakowania tarcicy znakiem CE (fot. 2 i 3).

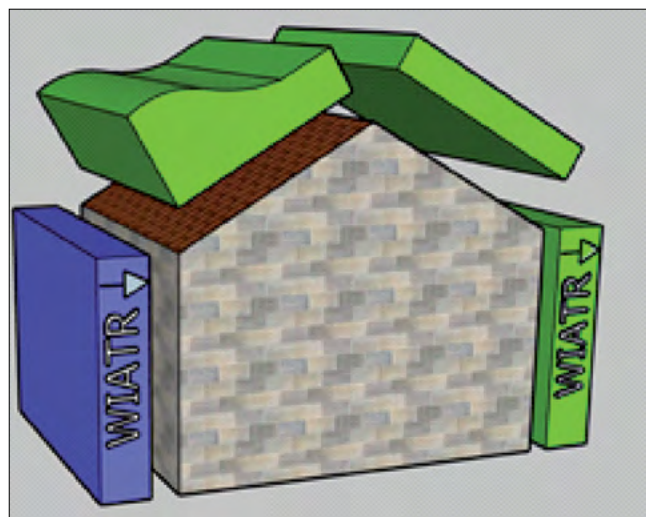
W dobie zrównoważonego budownictwa przydatna jest też świadomość, że dla wielu produktów związanych z budynkiem można dziś uzyskać deklarację EPD. Deklaracja Środowiskowa Produktu (EPD) to dokument wystawiony przez producenta wyrobu lub grupy wyrobów, w którym na podstawie gromadzonych danych wytwórcza przedstawia

[kg CO₂], potencjał zakwaszenia [kg SO₂], zapotrzebowanie na odnawialne i nieodnawialne źródła energii [MJ] i wiele innych.

PROCEDURY PROJEKTOWANIA

W obecnych czasach liczba programów wspomagających analizę konstrukcji dachu jest stosunkowo duża, jednak problem interpretacji niektórych węzłów i możliwych kombinacji w zależności od różnorodnych oddziaływań nadal jest aktualny. Część zagadnień dotyczących węzłów omówiliśmy w poprzednim naszym artykule „Modelowanie a realizacja węzłów” [1].

Dla dachów o konstrukcji drewnianej analizę stanów granicznych rozpoczynamy od doboru kombinacji obciążeń (tablica 2). Czasem trudno jest wyodrębnić jedną główną kombinację z uwagi na:



Rys. 1. Przykładowy model obciążenia wiatrem

- miejsce przyłożenia obciążenia, które wynika z rozmieszczenia w dachu np. termoizolacji, czy formy dachu wpływającej np. na możliwe rozmieszczenie śniegu (fot. 1)
 - rodzaj dominującego obciążenia w danej lokalizacji (śnieg, wiatr)
 - czas trwania obciążenia, który głównie wpływa na współczynnik materiałowy k_{mod} .
- Siły działające na połacie dachową od obciążeń „klimatycznych” w dużym stopniu zależą od kąta nachylenia

połaci. Jeżeli rozważamy obciążenie wiatrem na połaci dachowej, w zależności od pochyleń, mogą wystąpić zróżnicowane formy parcia i ssania wiatru (rys. 1). Podobnie jest ze śniegiem – obszary obciążone śniegiem (fot. 1) będą się zmieniać wraz z kształtem, nachyleniem, prowadzeniem ocieplenia na poddaszu stromym czy też występowaniem przeszkód na połaci np. w postaci kolektorów słonecznych. Elementy wystające poza połacie lub źle izolowane mogą doprowadzać

W dobie zrównoważonego budownictwa przydatna jest też świadomość, że dla wielu produktów związanych z budynkiem można dziś uzyskać deklarację EPD

Tabela 2. Elementy kombinacji obciążeń

PN-EN 1990:2004 Eurokod 0 – Podstawy projektowania konstrukcji		
np. kombinacja oddziaływań dla stanów STR lub GEO (6.10a)		
SGN EQU STR GEO FAT	$E_d \leq R_d$	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$...
np. kombinacja charakterystyczna (6.14)		
SGU	$E_d \leq C_d$	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$...

Skróty i oznaczenia zgodne z EC0. Obciążenia sprężające P w naszych rozważaniach są pomijane.

podczas wiatru do znaczących sił podrywających połąć, a przy zaleganiu śniegu do powstawania nawisów lodowych lub śnieżnych, zmieniając w ten sposób model oddziaływania obciążeń.

OBCIĄŻENIA NIETYPOWE

W ostatnim czasie na połąć dachu umieszczamy różnego rodzaju instalacje. Częstym błędem jest przyjęcie obciążeń od kolektorów słonecznych, instalacji czy też obciążenia technologicznego związanego z nagłośnieniem (gdz do czynienia mamy z dachem np. audytorium) jako obciążenia zmiennego użytkowego. Zdefiniowanie tych obciążeń dla powierzchni dachu jako zmiennych, pozwala na ich pominięcie w kombinacji obciążeń (zastosowanie współczynnika redukującego o wartości 0,00 – tablice 2 i 3). Na początku analizy należy sobie zadać ważne pytanie – jak długo obciążenia te będą oddziaływać na konstrukcję – i dopiero wówczas zdecydować, do jakiej grupy pod względem czasu trwania obciążenia (EC5 tab. 2.1) je przypisać. Wielu projektantów zapomina, że instalacje fotowoltaiczne czy kolektory słonecz-

ne, powinny być traktowane jako obciążenie stałe, gdyż z założenia powinna służyć użytkownikowi dłużej niż 10 lat. Jeżeli jednak w projekcie budowlanym obecnie nie przewiduje się obciążeń z grupy OZE (Odnawialnych Źródeł Energii) to, obserwując trendy wykorzystywania tych źródeł, projektant powinien z inwestorem przeanalizować założenie, że w przyszłości takie obciążenie może się pojawić i ewentualnie uwzględnić „zapas” zdefiniowany

mechanicznego (na wkręty do poszycia lub konstrukcji) lub alternatywne rozwiązanie systemem balastowym. Różnica pomiędzy systemami jest bardzo duża – ciężar systemu balastowego jest prawie 5-krotnie większy w przeliczeniu na m². Każde z tych rozwiązań ma swoje plusy i minusy. Jeżeli stosujemy mocowanie mechaniczne, oszczędzamy na ciężarze, lecz wprowadzamy bardzo dużą ilość przebieg poszycia, które potencjalnie mogą spowodować nieszczelności. Gdy projektujemy dach nad objekta-

Z tematem dodatkowych instalacji na dachu może wiązać się jeszcze jedno zagadnienie zmiennych modeli obciążeń związanych z występowaniem zasp śnieżnych, często pomijanych w obliczeniach.

WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE

Na polskim rynku najbardziej rozpowszechnionymi konstrukcjami dachów ciesielskich są konstrukcje: krokwiowa, jętkowa i płatwiowo-kleszczowa, czyli tzw. konstrukcje rozporowe.

Dla krokwi najczęstszy zakres analizy w SGN to zginanie ze ściskaniem jednak dla innych konstrukcji praca krokwi będzie się zmieniać w zależności od przyjętego oparcia krokwi (zwłaszcza w dachach płatwiowo-kleszczowych).

Jak już pisaliśmy w artykule o modelowaniu węzłów [1] duże znaczenie, przy uwzględnianiu schematu statycznego, ma sposób rozwiązania węzłów konstrukcji więźby dachowej. Mając na uwadze najczęściej stosowany obecnie sposób oparcia więźby dachowej na ścianie zewnętrznej wyróżniamy trzy newralgiczne zadania projektowe.

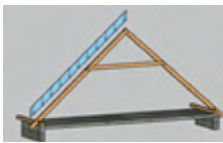
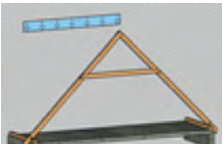
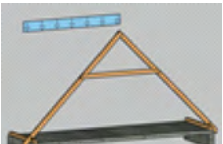
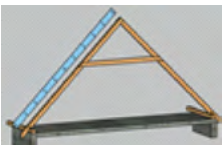
Wielu projektantów zapomina, że instalacje fotowoltaiczne czy kolektory słoneczne, powinny być traktowane jako obciążenie stałe

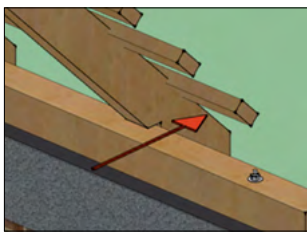
w obciążeniach stałych.

Problemem, nad którym warto się dłużej zastanowić, jest również kwestia mocowania podkonstrukcji dla paneli fotowoltaicznych, gdyż ma to wpływ na ustalenie prawidłowego obciążenia. Do wyboru mamy tradycyjny system mocowania

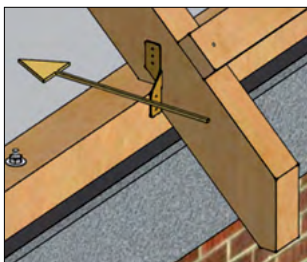
mi, w których mogą znajdować się bezcenne eksponaty (np. nad częścią muzealną), różnica wynikająca z dołożenia obciążeń (zwiększenia przekrojów elementów konstrukcyjnych) może być nieporównywalnie mała, ze skutkami jakie mogą spowodować nieszczelności poszycia.

Tabela 3. Obciążenia i najczęstsze współczynniki

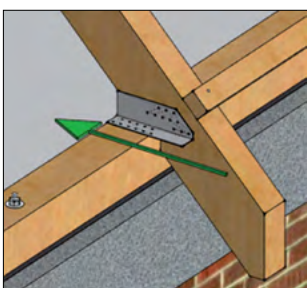
Rodzaje obciążeń działających na konstrukcję dachu		Kierunek działania	Współczynnik redukcyjny ψ	Współczynnik k_{mod}
Obciążenia stałe (G)			–	Dla rzadkiej kombinacji samego obciążenia stałego 0,6
Obciążenia klimatyczne	Śnieg (S)		0,7 (H > 1000 m n.p.m.)	Dla kombinacji, w której śnieg zakwalifikujemy jako obciążenie średniotrwale 1 tydzień – 6 miesięcy 0,8
			0,5 (H < 1000 m n.p.m.)	
	Wiatr (W)		0,6	Dla kombinacji, w której wiatr zakwalifikujemy jako obciążenie krótkotrwale mniej niż 1 tydzień 0,9
Obciążenia zmienne (Q) (użytkowe, technologiczne)		Zdefiniowane indywidualnie	0,0	W zależności od czasu występowania 0,6–1,1



Rys. 2. Schemat przesuwny [2]



Rys. 3. Wykorzystanie złącza z łącznikami rozciągającymi osiowo (murlatą) [2]



Rys. 4. Wykorzystanie złącza z łącznikami ścinanymi [2]

Oparcie krokwi w węźle okapowym

Sposób wykonania tego węzła (rys. 2–6) ma niebagatelną rolę w schemacie statycznym krokwi. Wykonanie w krokwi wrębu i oparcie w ten sposób na murlacie będzie „zblizać” schemat podpory do przesuwnej w poziomie. Czynnikiem powodującym częściowe przejście siły poziomej będzie tarcie, zależne od charakterystyki styku płaszczyzn oraz docisku, co oczywiście ze względu na bezpieczeństwo konstrukcji nie może być brane pod uwagę, o czym pisaliśmy w artykule o modelach węzłów [1].

Wieżby dachowe ze względu na swój charakter najczęściej nie są konstrukcjami uszczegółowionymi w zakresie projektów budowlanych,

a podawane opisy są najczęściej uogólnione, zawierają określenie materiału i podstawowe schematy. Takie podejście w skrajnych przypadkach, przy więźbach o niestandardowych rozpiętościach i układach może prowadzić do stworzenia schematów statycznych nieprzewidzianych na etapie projektu prowadzących do:

- nadmiernych ugięć konstrukcji oraz nadmiernych przemieszczeń poziomych
- zarysowań przy połączeniach więźby dachowej z konstrukcją budynku
- generowania obciążeń na konstrukcję budynku, nieprzewidzianych w projekcie obiektu (szczególnie obciążenie poziome w układach szkieletowych lub ścianach niezbrojonych o dużym rozstawie stężeń poprzecznych).

Aby uniknąć powyższych problemów w przypadku przeprowadzania uproszczonych analiz więźb dachowych (gdy nie wchodzi się w szczegóły rozwiązań węzłów podporowych lub, gdy te mogą ulec zmianie na budowie oraz gdy podejrzewamy, że rozwiązanie węzła prowadzi do nieznannej sztywności/podatności) zaleca się:

- więźbę dachową zamodelować jako ramę płaską i przeanalizować z warunkami podporowymi przesuwnymi oraz nieprzesuwnymi; na tej podstawie dostosować przekroje więźby oraz ilość i jakość łączników pomiędzy węzłami więźby dachowej
- zestawzić całkowite sumaryczne obciążenie poziome i przyłożyć do jednej strony konstrukcji (lub węzła okapowego, szczególnie przy stosowaniu słupów wspor-

nikowych lub analizy filarów/fragmentów ściany, niezależnych, niezwiązanych ramą poprzeczną lub słabo stężonych ścian).

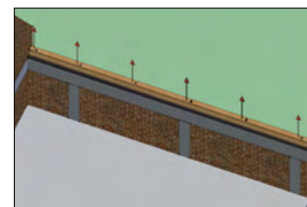
Natomiast, jeżeli zależy nam na uzyskaniu konstrukcji bardziej ekonomicznej, istotnym będzie zbudowanie modelu obliczeniowego z uwzględnieniem faktycznych więzi oraz redystrybucji sił w szkielecie i co oczywiste – zaprojektowania każdego z węzłów pod względem zakładanej sztywności i nośności. Niestety podraża to „stronę” projektową inwestycji, lecz obniża koszty wykonania oraz zmniejsza wykorzystanie materiału.

Formą zabezpieczenia, w przypadku obecnie najczęściej wykonywanego oparcia, poprzez wykorzystanie poziomego wieńca oraz murlaty, jest zastosowanie łączników, zdolnych do przenoszenia sił poziomych w węźle (reakcji podporowych) oraz blokujących przemieszczenie poziome (rys. 3 i 4).

Ułożenie łączników w sposób prostopadły względem działającej siły (rys. 4) jest bezpieczniejsze i wydajniejsze niż obciążanie łączników wzdłuż ich osi (rys. 3). Ich dobór też nie jest bez znaczenia dla nośności (tablica 4).

Wiązanie murlaty do wieńca żelbetowego

Liniowe oparcie murlaty na wieńcu z punktowym jej łączeniem nie nastęca większych problemów, jednak są sytuacje projektowe, które powinny zmusić projektanta do zastanowienia się nad tym połączeniem. Przykłady: lekkie, szczelne pokrycie dachowe – tu możliwe jest wrywanie murlaty z wieńca

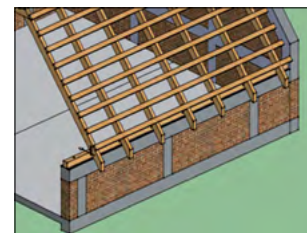


Rys. 5. Kotwienie murlaty [2]

lub zastosowanie niestandardowej murlaty o wysokim przekroju w układach szkieletowych, gdzie „murlata” może być zginana dwukierunkowo. Mocowanie murlaty do wieńca, klasycznie odbywa się poprzez wykorzystanie śrub falkowych, kotwionych w wieńcu na etapie betonowania. Najczęściej stosuje się śruby M16 rozmieszczone w rozstawie 1,0–1,5 m osiowo łączących element drewniany z żelbetowym. W takim układzie śruba jest ścinana lub rozciągana i ścinana (odrywanie wypadkową od wiatru dla lekkich pokryć). Może jednak wystąpić moment skręcający murlatę – w przypadku murlat wysokich, gdzie krokiew oparta jest na znacznym mimośrodzie).

Ściany współpracujące z więźbą – ściany kolankowe i poprzeczne

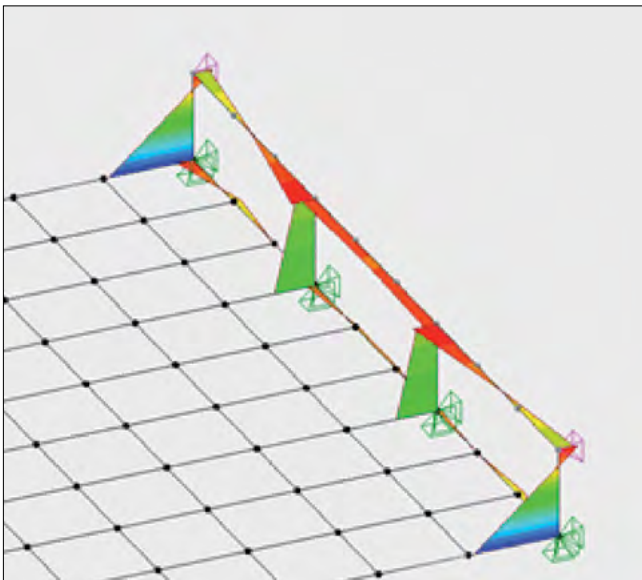
W wielu budynkach dla lepszego wykorzystania poddasza stosuje się ścianki kolankowe. Dobrze, żeby



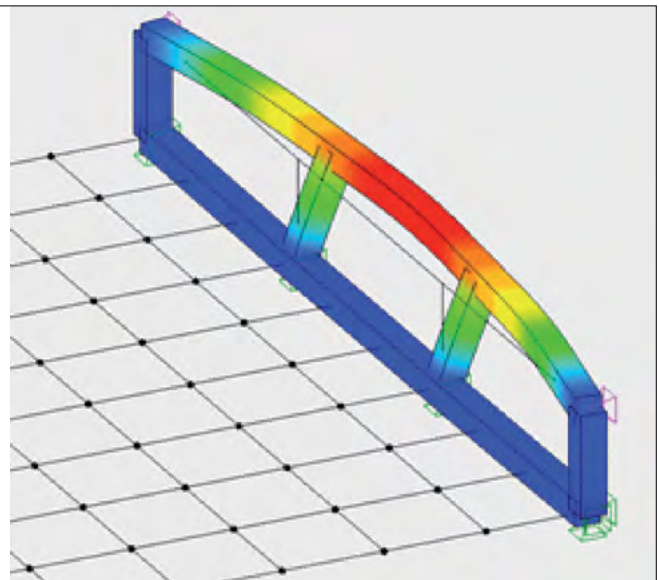
Rys. 6. Ściany współpracujące z więźbą [2]

Tabela 4. Porównanie orientacyjnych nośności łączników na podrywanie konstrukcji

Nośność na podrywanie		
Połączenie z wykorzystaniem gwóźdź krokwiowych	Połączenie z wykorzystaniem wkrętów	Połączenie z wykorzystaniem kątowników
3 kN	5–8 kN	17–20 kN



Model 1: Wykres momentów zginających (poziomych) dla układu szkieletowego ściany kolankowej



Model 2: Odształcenie poziome szkieletu. Skrajne zamocowanie wykonano jako przegubowe

Rys. 7. Modele dwóch różnych schematów „ramy kolankowej”

ściana ta była stężona rdzeniami żelbetowymi w rozstawie dostosowanym do obciążeń wynikających z jej wysokości, rodzaju więźby dachowej (siły rozporowej) oraz konstrukcji nośnej, do której przekazywane są siły przekrojowe. Zazwyczaj słupki takie przyjmuje się w rozstawie ok. 2,5 m. Ważne jest też wzajemne połączenie konstrukcji żelbetowej, co pokazuje analityczny model dwóch różnych schematów „ramy kolankowej” (rys. 7). Dodatkowym niewrażliwym punktem jest ściana szczytowa (rys. 6). W stosunku do historycznych rozwiązań została ona znacznie wysmuklona i niestety nie zawsze może stanowić jedyne poprzeczne stężenie na poddaszu. W dachach krokwiowych i jętkowych zaleca się dodatkowe ściany wewnętrzne i podłużne spinające. W dachach płaskiowo-kleszczowych do stężenia podłużnego można wykorzystywać ramy stolcowe jednak z opieraniem ich na ścianach szczytowych należy dziś uważać (należy poddać je weryfikacji obliczeniowej).

PODSUMOWANIE

Projektowanie dachów stromych wymaga od projektanta szerokiej wiedzy, jednak czasem trudno jest się ustrzec błędów. Część została już zasygnalizowana powyżej, dodatkowo jeszcze należy zwrócić uwagę na:

- trasowanie elementów konstrukcji (zwłaszcza wcięć/podcięć krokwi), szerzej w artykule o modelowaniu węzłów [1]
- samodzielne przesuwanie płatwi stropowej/murłaty (przez wykonawców w stosunku do projektu) względem osi ściany, co prowadzi do zmiany geometrii dachu
- osadzanie łączników bez zachowania minimalnych odległości od krawędzi, osadzanie łączników pod niewłaściwym kątem
- stosowanie zamienników bez weryfikacji parametrów wytrzymałościowych (wkręt wkrętowi nie jest równy). ➔

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. Ustawa Prawo Budowlane z dnia 21 maja 2019 r. (Dz.U. z 2019 r., poz. 1186).
- N2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity z dnia 8 kwietnia 2019 r., Dz.U. z 2019 r., poz. 1065).
- N3. Ustawa o wyrobach budowlanych z dnia 17 stycznia 2019 r. (Dz.U. z 2019 r., poz. 266).
- N4. Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym z dnia 13 czerwca 2018 r. (Dz.U. z 2018 r., poz. 1233) wraz ze zmianą z dnia 19 czerwca 2019 r. (Dz.U. z 2019 r., poz. 1176).
- N5. PN-EN 1990:2004 Eurokod 0 – Podstawy projektowania konstrukcji.
- N6. PN-EN 1995-1-1:2010 Eurokod 5 – Projektowanie konstrukcji drewnianych – Część 1-1: Postanowienia ogólne – Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

- N7. PN-D-94021:2013-10 Tarcica konstrukcyjna iglasta sortowana metodami wytrzymałościowymi.
- N8. PN-EN 14081-1:2016-03 Konstrukcje drewniane – Drewno konstrukcyjne sortowane wytrzymałościowo o przekroju prostokątnym – Część 1: Wymagania ogólne.

LITERATURA

1. Kochański T., Kram D., Śliwa-Wieczorek K., *Modelowanie a realizacja węzłów*, Wydawnictwo PliB, Przewodnik Projektanta nr 2/2019, ISSN 2543-9146.
2. SketchUp 2019 – Edukacyjna wersja.



ThermaBitum oraz ThermaMembrane

– nowoczesny system hydro- i termoizolacji dachów płaskich

Dachy płaskie są nieodłącznym elementem otaczającego nas krajobrazu architektonicznego. Płaski dach pozwala na maksymalizację przestrzeni użytkowej w budynkach. Najczęściej ten rodzaj przekrycia można spotkać w obiektach wielkopowierzchniowych – halach produkcyjnych, magazynowych i hipermarketach.

Dachy płaskie są typowymi rozwiązaniami w budynkach użyteczności publicznej jak szkoły, szpitale, urzędy. Coraz częściej spotykamy je również w budownictwie mieszkaniowym. Wysokie wymagania stawiane dachom płaskim, wśród których najistotniejsze to trwałe zachowanie szczelności hydro- i termoizolacyjnej oraz kwestie związane ze zmianą obciążenia (strefy wiatrowe, śniegowe wraz z koniecznością odśnieżania) powodują, że ten rodzaj przekrycia był dotąd uważany za dość problematyczny, zarówno w kontekście montażu, jak i użytkowania. Odpowiedzią na dotychczasowe niedoskonałości w kryciu dachów płaskich jest nowoczesna technologia opracowana przez Europanel. W wyniku wieloletnich badań powstały produkty ThermaBitum i ThermaMembrane, które w zależności od preferowanej techniki wykonawczej, wykorzystują papę lub membranę TPO jako warstwę hydroizolacyjną. Jednak najważniejszą cechą nowo opracowanych

produktów jest zintegrowanie funkcji hydroizolacji w układzie jednowarstwowym z termoizolacją ze sztywnej pianki PIR. Wymagania stawiane dachom stają się coraz bardziej rygorystyczne – porównajmy np. zmiany w maks. dopuszczalnym poziomie współczynnika przenikania ciepła U_c dla przegród tzw. ciepłych ($t \geq 16^\circ\text{C}$). Tabela poniżej obrazuje, że izolacyjność dachów musi być zawsze o ok. 20% większa, niż ścian zewnętrznych (im niższa wartość współczynnika, tym wyższa izolacyjność termiczna) – i to przy założeniu braku chłonięcia wody przez warstwę izolacji. Dokonując analizy najczęściej stosowanych tradycyjnych systemów izola-

cji termicznej i hydroizolacji dachów płaskich w kontekście tych wymogów dochodzimy do wniosku, że grubość tych izolacji musi znacznie wzrosnąć, a to oznacza wyższe koszty i czasem ograniczenia stosowania. Chyba że poszukamy materiału bardziej izolującego. Znajdziemy go w ThermaBitum i ThermaMembrane, gdzie rdzeniem izolacyjnym jest sztywna pianka PU (PUR lub PIR). Charakteryzuje się ona najlepszym (z racjonalnie dostępnych cenowo) współczynnikiem przewodności cieplnej λ na poziomie 0,022 W/(mK). Co więcej, pianka ta nie chłonie wody, zatem nie pogarsza swojej izolacyjności w czasie.

Coraz więcej nowoczesnych materiałów budowlanych to kompozyty. Na budowie użycie takich materiałów ułatwia pracę i znacznie skraca czas instalacji. Często też zmniejsza się zaangażowanie sprzętu i innych materiałów. Dzięki zastosowaniu kompozytowych systemów ThermaBitum i ThermaMembrane możemy zaproponować oszczędności czasu montażu w stosunku do tradycyjnych technologii na poziomie 30–50%.

ThermaBitum

- łatwość i prostota stosowania wynikająca z wykorzystania hydroizolacji wykonanej z papy
- szybkość montażu (możliwość dopasowania długości płyt, papa podkładowa jest już w produkcji)
- bezpieczeństwo podczas montażu (odporność na krótkotrwałe działanie ognia podczas zgrzewania papy wierzchniej)
- brak usterek związanych z pęcherzami powietrza (kierowanie palnika na styk pap)
- systemowe akcesoria montażowe (kliny, wkręty, obróbki).

ThermaMembrane

- nowoczesna, ekologiczna okładzina ze wzmocnionej membrany TPO
- hydroizolacja TPO jako okładzina płyt (brak dodatkowej warstwy membrany)
- płyty optymalizowane pod wymiar dachu
- zgrzewanie w jednej linii (fałdy zakładu i pasy zabezpieczające styk)
- dedykowane akcesoria montażowe. ◀

Tabela 1. Izolacyjność cieplna przegród wg. Warunków Technicznych – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12.04.2002 Dz.U. nr 75, poz. 690, z późn. zm.

Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² K)]		
	od 01.01.2014	od 01.01.2017	od 01.01.2021
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t \geq 16^\circ\text{C}$	0,20	0,18	0,15
Ściany zewnętrzne przy $t \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,23	0,20



mgr inż. Kostiantyn Protchenko
mgr inż. Krzysztof Kaczorek
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Lądowej

BIM w automatyzacji

procesu projektowania konstrukcji prefabrykowanych

Obiekty w technologii prefabrykowanej, w związku z dynamicznie rozwijającym się rynkiem budowlanym, coraz częściej zastępują konstrukcje monolityczne. Istnieje szereg korzyści wynikający z zastosowania prefabrykatów, np. jedną z głównych zalet jest optymalizacja kosztów inwestycji uwzględniająca czas trwania poszczególnych procesów. Poprzez mechanizację i automatyzację produkcji elementów prefabrykowanych uzyskiwana jest poprawa jej rytmiczności. Ponadto dzięki znacznemu ograniczeniu liczby przerw technologicznych oraz pominięciu robót wykończeniowych na placu budowy redukowany jest czas wykonywania prac na budowie.

Pod pojęciem prefabrykacji kryje się technika projektowania i wykonywania budowli, charakteryzująca się następującymi cechami:

- podział budowli na części i elementy funkcjonalne specjalizowane
- podział i specjalizacja wykonawstwa, obejmujące produkcję, transport i montaż elementów
- specjalizacja zastosowania materiałów i mechanizacja robót w produkcji, transporcie i montażu
- ograniczenie robót na budowie do montażu i łączenia części oraz elementów specjalizowanych [1].

Nowe technologie, wykorzystywane do realizacji elementów prefabrykowanych, oferują nowoczesne rozwiązania, pozwalające na automatyzację procesu projekto-

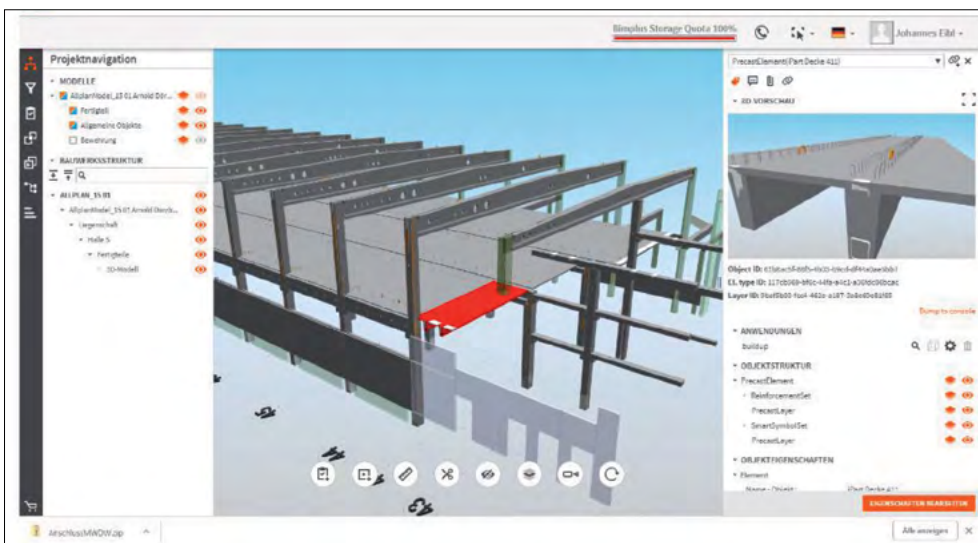
wania oraz redukcję kosztów przez ograniczenie przeróbek i kolizji. W procesie produkcji prefabrykatów najważniejszym etapem jest faza projektowania, podczas której muszą zostać uwzględnione wszystkie inne etapy procesu inwestycyjnego.

Istotnie przydatny w tej kwestii okazuje się BIM (ang. Building Information Modeling), który pozwala na przyspieszenie działań projektowych oraz daje możliwość zweryfikowania zastosowanych w nim rozwiązań przed poniesieniem kosztów realizacji. W prefabrykacji BIM występuje jako komponent usprawniający i integracyjny pomiędzy procesem projektowania i procesami realizacji [2].

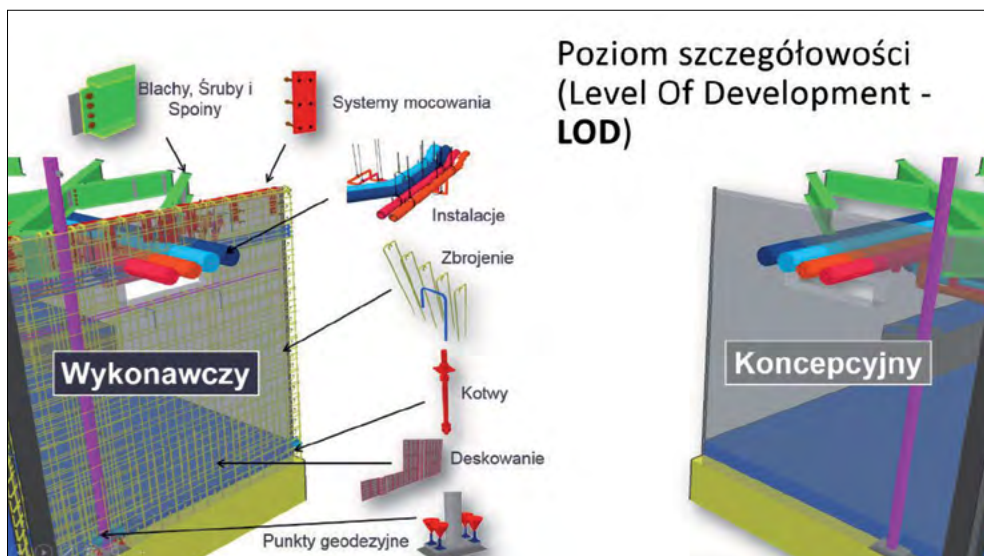
BIM W PROCESIE PROJEKTOWANIA

Wprowadzenie BIM zbiega się w czasie ze zmianą w procesach przebiegu inwestycji: z tradycyjnego DBB (ang. Design-Bid-Build) – projektowania, wyboru wykonawcy i realizacji, do IPD (ang. Integrated Project Delivery) – Zintegrowanej Realizacji Przedsięwzięcia (często: Zintegrowanego Procesu Inwestycyjnego/Zintegrowanej Realizacji Projektu), gdzie działania wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego: inwestora, projektantów, wykonawców i innych mogą być od samego początku przeprowadzone wspólnie [3].

Jednym z kluczowych aspektów tego procesu jest zwiększenie nakładu pracy na etapach koncepcji, planowania i projektowania, co skutkuje



Rys. 1. Sposób współpracy online [4]



Rys. 2. Porównanie elementów modelu koncepcyjnego oraz modelu wykonawczego [5]

utworzeniem cyfrowego modelu, który może być podstawą efektywnej współpracy między uczestnikami

Na rys. 1 został pokazany przykład takiej współpracy na modelu projektu o konstrukcji prefabrykowanej.

W procesie produkcji prefabrykatów najważniejszym etapem jest faza projektowa

procesu projektowania. Pozostali uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego również mają możliwość koordynacji i kooperacji, na przykład za pomocą rozwiązań online.

Część konstrukcyjna jest bazą modelu, ponieważ wszystkie inne elementy projektu muszą zostać dostosowane do kształtu konstrukcji, w wyniku czego powstaje model o wysokim poziomie szczegółowości. Otrzymany model może być dalej modyfikowany według wymagań projektantów innych branż. Porównanie elementów modelu koncepcyjnego oraz modelu wykonawczego zostało pokazane na rys. 2.

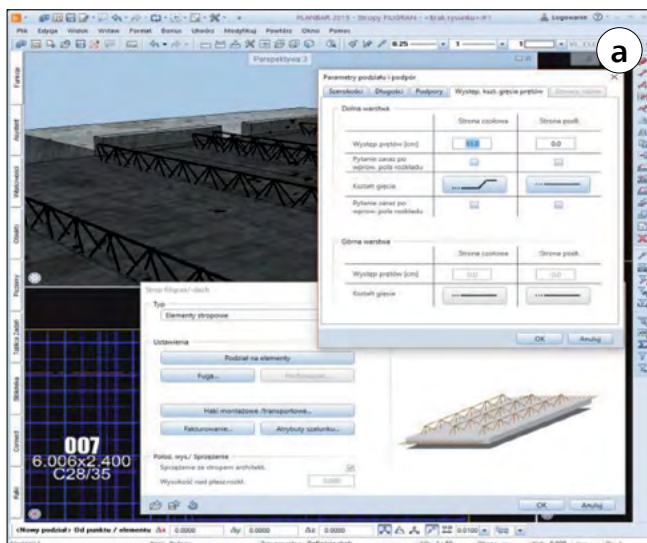
Narzędzia, które zostały wykorzystane do utworzenia cyfrowego modelu powinny charakteryzować się niezbędnym poziomem interoperacyjności, a ich interfejsy muszą funkcjonować w pełnej zgodności, tak by współpracować z innymi produktami lub systemami na każdym etapie procesu inwestycyjnego. Pozwala to branżystom na pracę jednocześnie na jednym modelu, używając różnych systemów i narzędzi dedykowanych do konkretnych potrzeb, dzięki czemu możliwe jest osiągnięcie najlepszych rezultatów.

NARZĘDZIA DEDYKOWANE DO POTRZEB PREFABRYKACJI

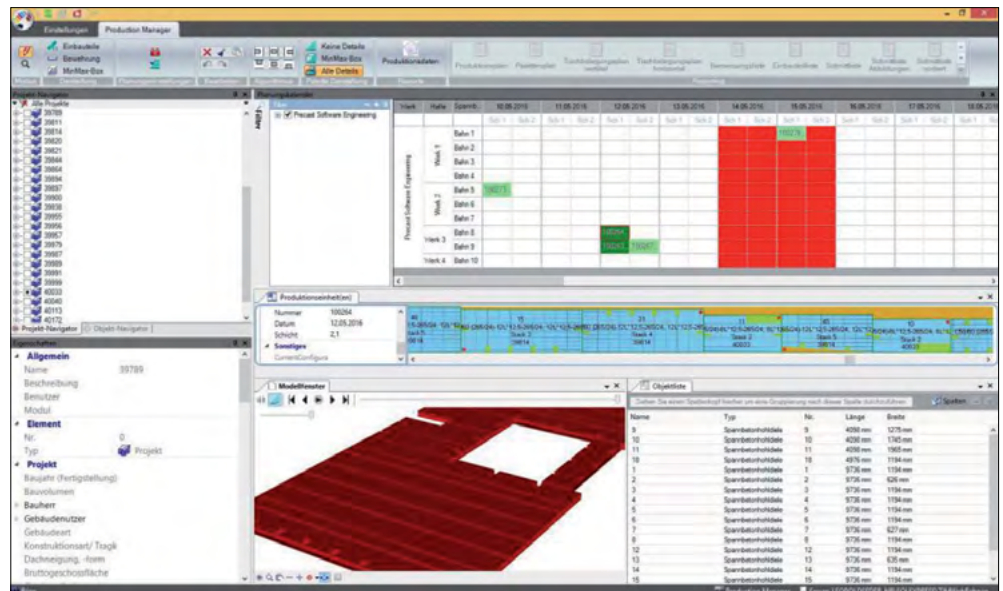
W kontekście narzędzi informatycznych działających zgodnie z technologią BIM, dedykowanych do potrzeb prefabrykacji, można podzielić je na dwie kategorie – oprogramowanie usprawniające proces projektowania oraz oprogramowanie pozwalające przejść z modelu do kolejnej fazy opracowania projektu.

OPROGRAMOWANIE USPRAWNIAJĄCE PROCES PROJEKTOWANIA

Programy tej kategorii mają kompleksowe i bardzo precyzyjne narzędzia umożliwiające modelowanie, analizę i opracowanie szczegółowej dokumentacji konstrukcji



Rys. 3. Usprawnianie procesu projektowania: a) przykład konfiguracji parametrów dla jednego z elementów prefabrykowanych [6] b) elementy podczas montażu [7]



Rys. 4. Przykład konfiguracji i planowania procesu zarządzania produkcją [6]

prefabrykowanych. Zazwyczaj programy te zawierają już wszystkie potrzebne funkcje związane z tworzeniem i edycją „typowych” elementów prefabrykowanych, jak również usprawniają tworzenie unikatowych prefabrykatów. Należy jedynie wprowadzić na początku parametry elementów, dopasowując je do wymagań wytwórni. Domyślnie opracowanie takich elementów może odbywać się graficznie albo parametrycznie. Dopasowanie

prefabrykatów między sobą, wprowadzenie zbrojenia, połączeń, zamków, akcesoriów, dopasowanie prefabrykatów z innymi materiałami konstrukcyjnymi staje się proste przy pomocy takich dedykowanych narzędzi. Na rys. 3a pokazany został sposób konfiguracji parametrów dla komponentu prefabrykowanego i następnie element w trakcie montażu (rys. 3b). Technologia BIM może znacznie skrócić czas generowania

rysunków warsztatowych, zbiorczych, pojedynczych elementów (metrycznych), raportów pod produkcję oraz innej dokumentacji. Model jest połączony z dokumentacją, co pozwala wprowadzać zmiany bezpośrednio na nim, uwzględniając je w dokumentacji bądź odwrotnie. Redukcja cyklu nanoszenia poprawek to ogromna oszczędność czasu, w branży stalowej szacuje się ją na poziomie 50% [8].

</

Rys. 5. Zarządzanie procesami logistycznymi [9]



Rys. 6. Przykład zidentyfikowania elementu prefabrykowanego [6]

Uwzględniając kolejność montażu, dane geometryczne, terminy dostaw lub inne parametry, komponenty mogą zostać odpowiednio pogrupowane w celu zoptymalizowania procesów wykonawczych, logistycznych oraz produkcyjnych.

OPROGRAMOWANIE POZWALAJĄCE PRZEJŚĆ Z MODELU DO KOLEJNEJ FAZY OPRACOWANIA PROJEKTU

- Wysyłanie danych na produkcję

Istotnym atutem pracy na modelu BIM jest możliwość eksportu lub obustronnej wymiany danych z oprogramowaniem usprawniającym proces projektowania oraz sterowanie maszynami numerycznymi CNC (ang. Computer Numerically Controlled), wykorzystywanymi do gięcia, wiercenia, cięcia oraz spawania.

Oprogramowanie umożliwia przygotowanie zestawień, planów i list, zawierających dane niezbędne dla procesu produkcyjnego, które następnie mogą zostać wykorzystane dla wygenerowania raportów. Dane można przekazać bezpośrednio przez różne interfejsy, są to m.in. formaty, takie jak: UNI, PXML, ADS (BVBS) czy IFC lub za pośrednictwem dodatkowych programów pozwalających na optymalne planowanie i konfigurowanie linii produkcyjnych,

co zostało pokazane na rys. 4.

- Kontrola jakości dostawy

Dzięki dedykowanemu oprogramowaniu można zoptymalizować proces dostawy elementów do miejsca montażu, bazując na informacji z cyfrowego modelu lub z odpowiedniej listy elementów.

Obecnie znane systemy wspierające logistykę to: śledzenie za pomocą kodów kreskowych (ang. bar code tracking), RFID (ang. radio-frequency identification) oraz inteligentne znaczniki NFC (ang. near-field communication) czy skanowanie laserowe. Etykiety/ID mogą być bezpośrednio zintegrowane z modelem czy też być generowane na jego podstawie. Dodatkowo, gdy system zostanie połączony z aplikacją mobilną, zarządzanie wyprodukowanymi elementami w procesie dostaw i montażu może zostać w dużym stopniu zoptymalizowane.

Technologia ta, w połączeniu z modelem BIM, zapewnia możliwe najbardziej efektywne planowanie logistyczne, minimalizuje ilość potrzebnego transportu, znacznie usprawnia procesy zarządzania i lokalizacji elementów na placach budowy. Przykład zarządzania procesem logistycznym jest przedstawiony na rys. 5.

- Montaż elementów na placu budowy

Elementy mogą być w łatwy sposób identyfikowane oraz lokalizowane poprzez użycie przypisanych etykiet/ID, które zostały wcześniej zsynchronizowane z odpowiednią aplikacją dla urządzeń mobilnych. Przykład zidentyfikowania elementu prefabrykowanego w trakcie montażu jest pokazany na rys. 6.

WNIOSKI

Zastosowanie technologii BIM w prefabrykacji, zarówno przy projektowaniu jak i w kolejnych fazach projektu, jest optymalnym rozwiązaniem, redukującym wykorzystywany czas i koszty, przy jednoczesnej gwarancji wysokiej jakości. Narzędzia BIM dostarczają szereg rozwiązań technicznych oraz procesowych, umożliwiających generowanie rysunków złożeniowych i warsztatowych wprost z modeli. Uzyskane w ten sposób rysunki warsztatowe zawierają komplet informacji na temat wykończenia i montażu.

Integracja modelu BIM zawierającego wszystkie niezbędne dane w jednym środowisku wspiera zarówno tradycyjne, jak i nowoczesne metody prefabrykacji w zakresie planowania, logistyki i produkcji. Doświadczenia w wykorzystaniu tej technologii

przez światowych liderów w Europie Zachodniej i Stanach Zjednoczonych pokazują jej liczne zalety oraz świadczą o przydatności i potencjale opisanego projektowania. ➔

LITERATURA

1. Adamczewski G., Woyciechowski P., *Prefabrykacja – jakość, trwałość, różnorodność* (online), Stowarzyszenie Producentów Betonów, Warszawa, październik 2014, z. 1. Dostępny w Internecie: http://www.s-p-b.pl/sources/Zeszyt_1_PREFABRYKACJA_Jakosc.pdf (dostęp 15 kwietnia 2018 r.).
2. Kaczorek K., Janczura S., *Korzyści z projektowania w BIM*, Inżynier Budownictwa, 10/2017, str. 54–57.
3. Protchenko K., *BIM w biurach projektowych*, BUILDER, styczeń 2018, str. 44–45.
4. www.bimplus.net
5. www.tekla.com
6. www.precast-software.com
7. www.tomdom.net
8. Janczura S., *BIM w prefabrykacji*, Nowoczesne hale, 3/2017, str. 70–76.
9. www.propergate.com



Allplan Engineering w praktyce

W Amsteg, podczas tworzenia tunelu, bardzo pomocny okazał się model 3D stworzony za pomocą Allplan Engineering

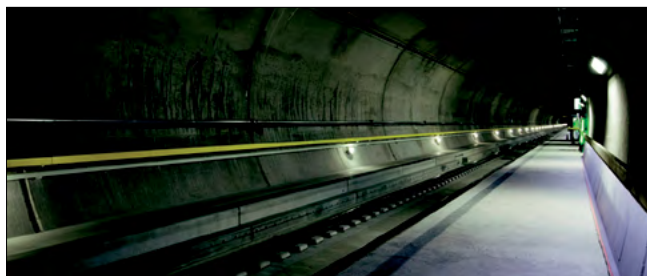
*Raphael Wick,
Gähler und Partner AG*

Po prawie 20 latach, w dniu 11 grudnia 2016 r. zakończyła się budowa. Oznaczało to koniec projektu stulecia – Gotthard Base Tunnel. Jego trasa długości 57 kilometrów przez masę Saint-Gotthard między Erstfeld i Bodio sprawia, że Tunel Gotthard jest najdłuższym tunelem kolejowym na świecie. Aby umożliwić powstanie obiektu z dwoma jednotorowymi tunelami, każdy o długości 57 kilometrów, podczas budowy trzeba było wykopać ponad 150 kilometrów tuneli, sztolni i szybów. Aby to osiągnąć, 28 milionów ton skał zostało

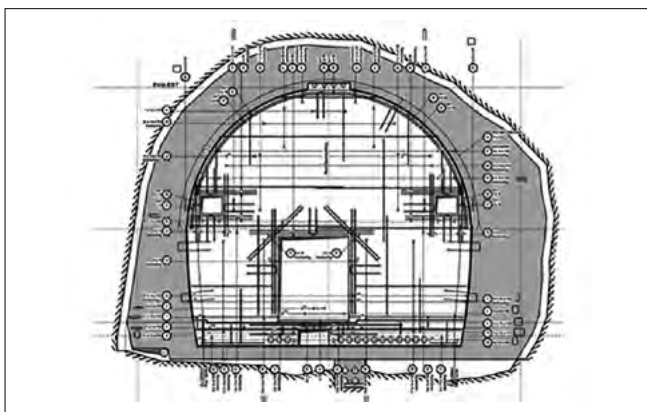
usuniętych przy pomocy materiałów wybuchowych oraz czterech maszyn drążących TBM. Konsorcjum inżynierskie Gotthard-Basistunnel Nord, kierowane przez Gähler und Partner AG z siedzibą w Ennetbaden, było odpowiedzialne za prace planistyczne i zarządzanie placem budowy w części północnej tunelu. Allplan Engineering, oprogramowanie BIM CAD, zapewniło firmie Gähler und Partner AG cenne wsparcie przy opracowywaniu bardzo złożonej dokumentacji wykonawczej i zapewniło płynną wymianę danych ze współpracującymi biurami projektowymi.



Fot. 1. Tunel bazowy Świętego Gotarda (Gotthard Base Tunnel), Szwajcaria



Fot. 2. Tunel bazowy Świętego Gotarda (Gotthard Base Tunnel), Szwajcaria



Rys. 1. Przekrój poprzeczny wschodniego tunelu jednotorowego Amsteg, zbrojenie (wykonane w Allplan BIM)

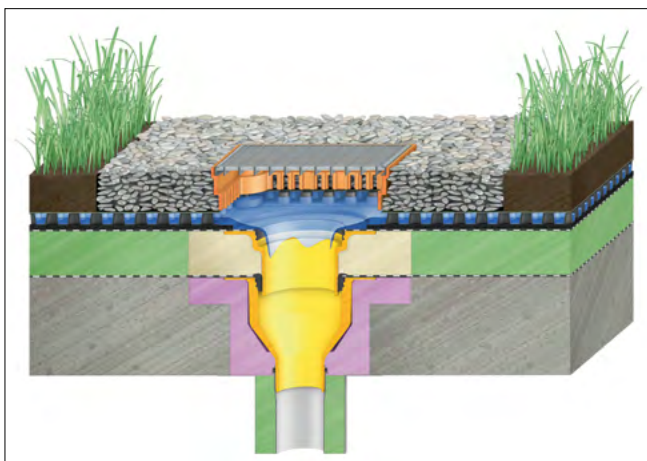
INFORMACJE O PROJEKCIE W SKRÓCIE

- Użyte oprogramowanie: Allplan Engineering
- Długość: 57 kilometrów (najdłuższy tunel kolejowy na świecie)
- Czas podróży przez tunel: 20 minut
- Maksymalna prędkość: pociągi pasażerskie do 250 km/h
- Maksymalna pokrywa skalna: 2450 metrów
- Czas budowy: 17 lat
- Wydobyty materiał: 28 milionów ton
- Zaangażowanych w budowę: 2600 osób
- Koszty budowy: 11 mld euro

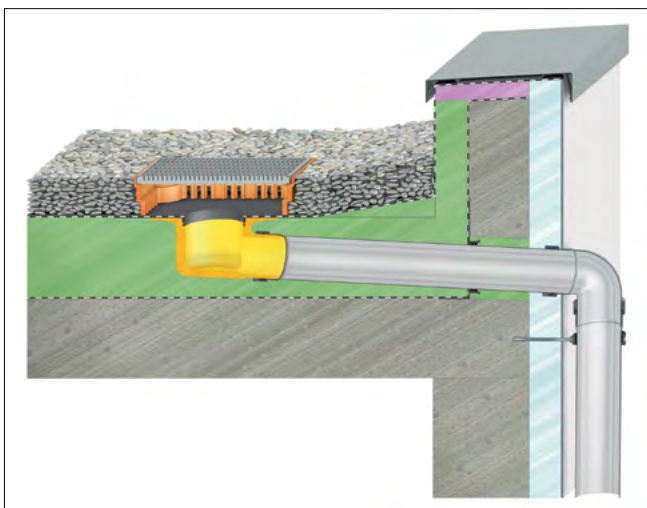


Projektowanie dachów zielonych z Sita Bauelemente

Dachy zielone mogą znajdować się nie tylko nad ostatnią kondygnacją budynku, ale także stanowią powierzchnie dziedzińców osiedli, pod którymi znajdują się garaże podziemne.



Rys. 1. Dach tradycyjny ocieplony z zazielenieniem ekstensywnym



Rys. 2. Dach tradycyjny ocieplony z zazielenieniem ekstensywnym i wbudowanym wpustem połaciowym z odprowadzeniem wody przez atykę

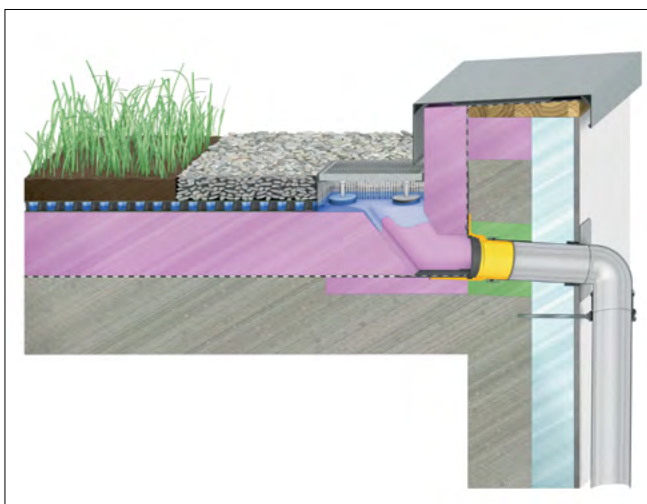
Dach zielony można wykonać, ze względu na wzajemne położenie hydroizolacji i termoizolacji, w dwóch wariantach jako:

- dach tradycyjny
- dach o odwróconym układzie warstw.

Położenie hydroizolacji w dachu tradycyjnym daje możliwość zabudowy wpustu z odejściem bocznym w warstwie termoizolacji, przejściem orurowania przez atykę i podpięciem do orurowania spustowego. Zaletą takiego rozwiązania jest brak przebieg w połaci dachowej i uniknięcie prowadzenia orurowania wewnątrz obiektu. W przypadku dachu o odwróconym układzie warstw wpustu wmontowane są w przebiegach (otworach roboczych) stropu lub wbudowane są w atyce z podpięciem do pionu spustowego. Należy jednak zwracać uwagę na dobór odpowiedniego typu wpustu do danej powierzchni dachu, ponieważ wpusty atykowe ze względu na sposób przepływu wody przez wpust mają kilkukrotnie mniejszą wydajność od wpustów połaciowych.

Prawidłowo zaprojektowane i wykonane odwodnienie dachu musi zawierać niezbędne elementy, które pełnią określone funkcje. Dobór odpowiednich elementów zależy od typu dachu, wysokości i rodzaju warstw przekrycia. Dla dachu zielonego tradycyjnego z warstwą termoizolacji np. 20 cm, warstwami dachu zielonego (drenażowa, retencyjna, wegetacyjna itp.)

o zazielenieniu ekstensywnym np. 10 cm i przebiegiem w stropie pod projektowane podpięcie wpustu do orurowania podwieszonego, poprawne rozwiązanie przedstawia rys. 1. W skład odwodnienia wchodzi: wpust SitaStandard zabudowany w przebiegu stropu z korpusem termoizolacyjnym do eliminacji tzw. mostków cieplnych, element nadbudowy wpustu zbierający wodę z poziomu hydroizolacji i jako szczelne przejście przez warstwę termoizolacji do wpustu, skrzynia rewizyjna niska SitaGreen do dachów zielonych wymagana przepisami i wg obowiązujących norm: PN-EN 12056-3:2002, Punkt 7.3.2 i PN-EN 1253-4:2016-06 – Zwiększenia wpustów dachowych. Tutaj należy zaznaczyć, że skrzynia nie tylko musi zapewnić dostęp rewizyjny do wpustu poprzez demontowaną kratę górną, ale także powinna posiadać odpowiednią perforację i klasę obciążenia właściwą do miejsca przeznaczenia np. klasa L15 dla powierzchni obciążonych ruchem pieszym i lekkim kołowym. Skrzynie rewizyjne SitaGreen poświadczone są najwyższą klasą obciążenia L15 i wartością przepływu wody ze wszystkich skrzyń do dachów zielonych oferowanych na rynku. Wokół każdej skrzyni rewizyjnej należy wykonać opaskę zwirową o szerokości min. 30 cm, która pełni funkcję separacyjną dla drobiny wypływających z substratu i ułatwia przepływ wody do wpustu. Ten sam typ dachu tradycyjnego ze wpustem lokalizowanym



Rys. 3. Dach odwrócony z zazielenieniem ekstensywnym i wbudowanym wpustem attykowym

blisko attyki i z warstwą termoizolacji pozwalającą na zmieszczenie oraz przeprowadzenie orurowania z podpięciem do pionu spustowego przedstawia rys. 2. Z uwagi na ekstensywny rodzaj zazielenienia (poniżej 10 cm) należy zastosować niską skrzynię rewizyjną SitaGreen. W przypadku, gdy dach jest w wariancie tzw. odwróconym i możliwie

jest tylko odprowadzenie wody poprzez attykę, rozwiązaniem będzie zabudowa wpustu attykowego SitaEasy, do którego dostęp rewizyjny umożliwi skrzynia SitaTerra. Zabudowę ilustruje rys. 3.

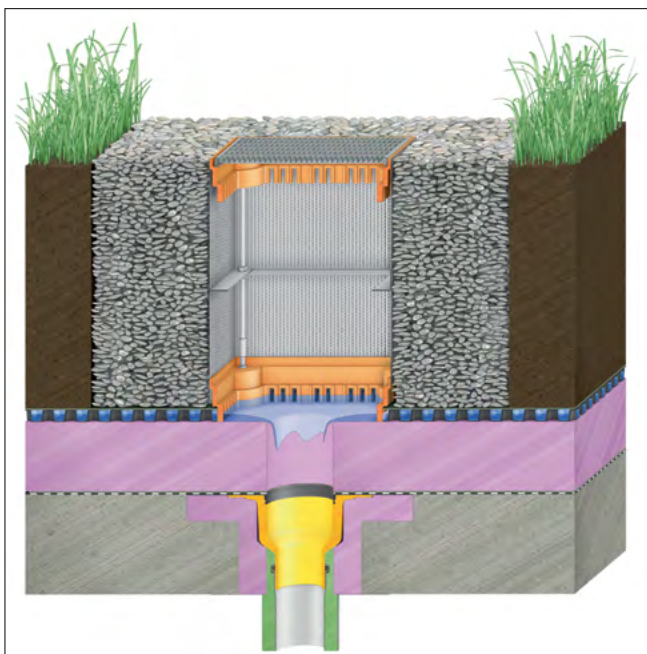
Kształtowanie zazielenienia w formie alejek z drzew i krzewów na stropodachach garażów podziemnych,

jak również wznoszenie elementów małej architektury, wiąże się z odtworzeniem warunków gruntowych potrzebnych do wegetacji roślin i umożliwiających wbudowanie elementów użytkowych. Takie stropodachy zielone wykonuje się przeważnie jako dachy odwrócone z następującym opisem przekrycia i elementów odwodnienia: hydroizolacja, warstwa termoizolacji np. 20 cm, warstwy dachu zielonego (drenażowa, retencyjna, wegetacyjna itp.) o zazielenieniu intensywnym np. 60 cm, przebicie w stropie pod projektowane podpięcie wpustu do orurowania podwieszonego. W skład odwodnienia wchodzi wpust SitaStandard zabudowany z korpusem termoizolacyjnym jako szalunkiem traconym w przebicciu stropu i skrzynia rewizyjna wysoka SitaGreen do dachów zielonych. Typowy przekrój realizacji obrazuje rys. 4.

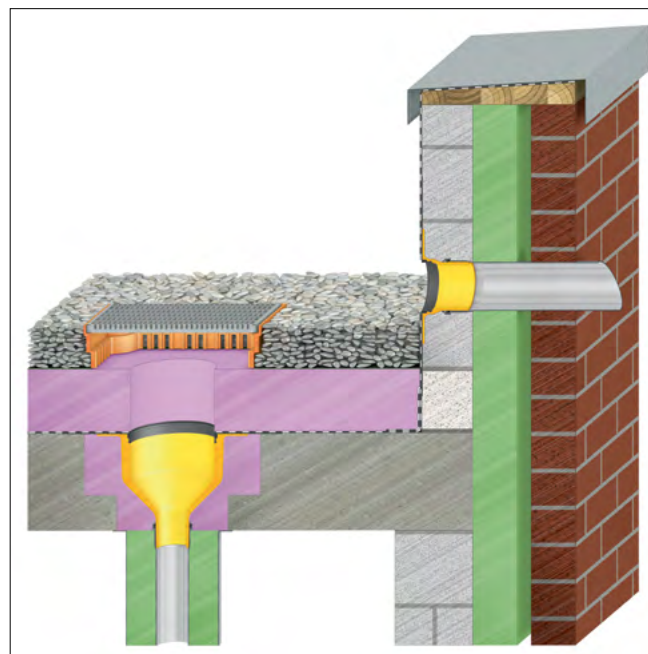
Na koniec warto przypomnieć o obowiązku uwzględnienia awaryjnego systemu odprowadzenia nadmiaru

wody opadowej (zgodnie z PN-EN 12056-3, Punkt 7.4 Ujścia awaryjne) w sytuacji, gdy wpust odwodnienia głównego jest niedrożny, kolektor główny jest przeciążony lub gdy warstwy dachu zielonego są przesycone wodą, filtracja spowolniona i ruch wody opadowej odbywa się po wierzchniej warstwie zazielenienia. Alternatywną drogą zrzutu piętrzącej się wody opadowej jest typowy przelew attykowy SitaEasy-Plus wbudowany w attykę jako tzw. rzygacz. Przykład zabudowy przedstawia rys. 5.

SitaBaelemente oferuje systemowe rozwiązania odwodnienia dachów płaskich, w tym dachów zielonych. W zakresie doradztwa spełniamy najwyższe oczekiwania Klienta dbając nie tylko o prawidłowy dobór elementów odwodnienia, ale także o spełnienie przy tym wymagań izolacyjności cieplnej stropodachów, ochrony ogniowej, przeznaczenia powierzchni, które określają obowiązujące przepisy techniczno-budowlane. <



Rys. 4. Dach odwrócony z zazielenieniem intensywnym



Rys. 5. Odwodnienie awaryjne na dachu zielonym



Zasady projektowania hydroizolacji garaży podziemnych

Garaże podziemne, podobnie jak inne elementy budynków i budowli, powinny być projektowane zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi zasad projektowania i budowania obiektów budowlanych (w tym w szczególności z przepisami techniczno-budowlanymi) oraz z zasadami wiedzy technicznej.



Fot. 1. Skutki braku prawidłowej hydroizolacji – przecieki przez ściany i strop garażu podziemnego

Podstawowe wymagania dotyczące garaży zostały opisane w rozdziale 10 działu III wielokrotnie aktualizowanych tzw. Warunków Technicznych (obecnie WT 2019 [N1, N2]). W prawie polskim nie ma jednoznacznych wymagań dotyczących hydroizolacji garaży. Aktualny stan wiedzy technicznej opisany został między innymi w Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych ITB [1], jak również w opublikowanej w 2017 r. niemieckiej normie DIN 18533 Uszczelnienia stykających się z gruntem elementów budowli, uszczelnienia w i pod ścianami [N3] oraz w znowelizowanych w grudniu 2018 r. Wytycznych planowania i wykonywania hydroizolacji z modyfikowanych tworzywami sztucznymi grubowarstwowymi mas bitumicznych (PMBC) [2]. Z uwzględnieniem panujących warunków gruntowo-wodnych zarówno na etapie projektowania, jak i wykonawstwa, należy dołożyć wszelkich starań, aby zastosowane rozwiązanie hydroizolacyjne było w stanie spełnić następujące warunki [1]:

- stanowić ciągły i szczelny układ oddzielający budynek lub jego część od wody lub pary wodnej
- materiały powinny ściśle przylegać do izolowanego podłoża
- izolacja pozioma powinna w sposób ciągły (bez przerw) przechodzić w izolację pionową.

Woda w gruncie może występować pod postacią wody włoskowatej (wilgotności gruntu), przesiąkającej (wody niewywierającej ciśnienia

hydrostatycznego), zaskórnej oraz gruntowej (w obu przypadkach działającej pod ciśnieniem) [3].

Dobór prawidłowego rozwiązania hydroizolacji budynku wymaga zatem w pierwszym rzędzie zdefiniowania rodzaju obciążenia wodą. Dla sprecyzowania klasy oddziaływania wody na hydroizolację istotną jest wodoprzepuszczalność gruntu budowlanego – jako wartość graniczną między gruntem dobrze przepuszczalnym a gruntami o słabszej wodoprzepuszczalności uznawana jest wartość współczynnika wodoprzepuszczalności $k = 10^{-4}$ m/s [N3, 2] (porównaj: tabela 1). Z uwagi na rodzaj wywołwanego przez wodę obciążenia izolację podzielić można na [5]:

- izolacje przeciwwilgociowe – chroniące obiekty przed działaniem wilgoci zawartej w gruncie oraz wody niewywierającej ciśnienia hydrostatycznego
- izolacje wodochronne – zabezpieczające obiekty przed działaniem wody wywierającej parcie hydrostatyczne
- paroizolacje – chroniące obiekty przed szkodliwym oddziaływaniem kondensacji pary wodnej wewnątrz przegród budowlanych.

Ponieważ kluczowe znaczenie ma intensywność działania wody na hydroizolację, w fazie projektowania należy przede wszystkim prawidłowo określić poziomy wody gruntowej (i/lub powodziowej), rodzaj gruntu, jak również ukształtowanie gruntu w miejscu planowanej lokalizacji budynku [6].

Tabela 1. Klasyfikacja wodoprzepuszczalności gruntu na podstawie współczynnika wodoprzepuszczalności k [N3, N4, 4]

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	piasek drobnoziarnisty		
10^{-5}	10^{-6}			piasek pylasty, less o strukturze nienaruszonej	
10^{-6}	10^{-7}	słabo przepuszczalny	pyły		–
10^{-7}	10^{-8}			bardzo słabo przepuszczalny	gliny
10^{-8}	10^{-9}	bardzo słabo przepuszczalny	ity		
10^{-9}	10^{-10}			–	
10^{-10}	10^{-11}				
10^{-11}	10^{-12}			–	

Tabela 2. Dobór izolacji na podstawie warunków gruntowo-wodnych [N3]

Klasa	Rodzaj obciążenia	Poziom wody/ciśnienie hydrostatyczne	Sytuacja zabudowy	Wymagane uszczelnienie
W1.1-E	wilgotność gruntu i woda nienapierająca	≥ 50 cm powyżej ZWG	$k > 10^{-4}$ m/s	izolacja przeciwwilgociowa
W1.2-E	woda nienapierająca	≥ 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	≥ 30 cm powyżej ZWG	zależy od obiektu	izolacja przeciwwilgociowa
W4-E	woda rozbryzgowa, infiltracyjna, kapilarna	≥ 50 cm powyżej ZWG	$k > 10^{-4}$ m/s bez drenażu $k \leq 10^{-4}$ m/s z drenażem	

Tabela 3. Klasy rys [N3]

Klasa rys	Powstawanie/zmiana szerokości rys	Elementy budowli bez dowodu wykonania obliczenia statycznego na ograniczenia szerokości rysy
R1-E	$\leq 0,2$ mm	• żelbet bez istotnych oddziaływań ściskających i zginających • mur w strefie cokołu • podłoża do uszczelnień przekrojów poprzecznych
R2-E	$\leq 0,5$ mm	• zamknięte spoiny płaskich elementów budowlanych (np. w prefabrykacjach) • beton niezbrojony • żelbet bez istotnych oddziaływań ściskających, rozciągających lub zginających • mur stykający się z gruntem • spoiny na łączeniach materiałów
R3-E	$\leq 1,0$ mm z przesunięciem rysy $\leq 0,5$ mm	• spoiny na spodach uszczelnień • spoiny w miejscu oparcia ścian obciążonych parciem gruntu
R4-E	$\leq 5,0$ mm z przesunięciem rysy $\leq 2,0$ mm	• nieplanowane rysy (np. w wyniku wstrząsów)

Norma DIN 18533 określa wymagania dotyczące hydroizolacji w przypadku (tabela 2):

- wilgoci gruntowej
- niespiętrzającej się wodzie infiltracyjnej
- wodzie napierającej z zewnątrz
- nienapierającej wodzie powierzchniowej i infiltracyjnej na stropach zagłębionych w gruncie
- wodzie rozbryzgowej w strefie cokołów
- wodzie podciąganej kapilarnie.

Przy projektowaniu sposobu uszczelnienia budynku należy również uwzględnić powstawanie rys w podłożu oraz zmiany szerokości rys istniejących. Zjawisko to często występuje już po wykonaniu hydroizolacji i z reguły nie można mu całkowicie zapobiec. Powstawanie rys umiarkowanych oraz dużych można ze sporą dozą prawdopodobieństwa przewidzieć wcześniej (np. w przypadku murów narażonych na ciśnienie gruntu). Rysy bardzo duże, powstające np. w wyniku wstrząsu należy traktować jako nieprzewidywalne [6]. Dla podłoża konstrukcji stanowiących najczęściej występujące podłoża pod hydroizolację zdefiniowano klasy rys, wynikające ze sposobu powstawania oraz zmian ich szerokości (tabela 3).

W normie DIN 18553 zostały również zdefiniowane klasy użytkowania pomieszczeń. Garaże podziemne zaklasyfikowane zostały do najniższej z trzech klas (RN1-E), odpowiadającej niewielkim wymaganiom (tabela 4). Przed wyborem odpowiedniej hydroizolacji obowiązkiem projektanta jest dokładne sprawdzenie wymagań związanych z przyszłym użytkowaniem. Należy jednak mieć na względzie fakt, że w strefie przyziemia stworzenie odpowiednich warunków klimatycznych związane jest nie tylko z hydroizolacją, ale wymaga również odpowiedniego zaprojektowania termoizolacji oraz instalacji (ogrzewanie, wentylacja) [6, 7].

Tabela 4. Klasy użytkowania pomieszczeń [N3]

Klasa	Wymagania wobec powietrza w pomieszczeniu	Przykłady
RN1-E	niewielkie wymagania	garaż podziemny, otwarta hala produkcyjna bądź magazynowa
RN2-E	normalne wymagania	pomieszczenia pobytu dziennego lub pokoje mieszkalne, magazyny towarów wrażliwych na wilgoć (zwykle użytkowanie piwnic w budynkach mieszkalnych i handlowych)
RN3-E	wysokie wymagania	przechowywanie towarów unikalnych (np. dóbr kultury) lub bardzo wysokiej jakości, pomieszczenia komputerowe (serwerownie)

Do wykonywania uszczelnień przyziemnych części budynków stosowane są materiały takie jak:

- masy polimerowo-bitumiczne (PMBBC)
- elastyczne mineralne zaprawy uszczelniające (MDS)
- płynne tworzywa sztuczne (FLK)
- papy termozgrzewalne
- asfalt lany
- mastyksy asfaltowe.

MASY POLIMEROWO-BITUMICZNE

Modyfikowane tworzywami sztucznymi bitumiczne masy grubowarstwowe (PMBBC – ang. *polymer modified bituminous thick coatings*) – określane czasem jako masy KMB (od niem. *kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen*) – to materiały jedno- lub dwukomponentowe, które można nanosić zarówno ręcznie, jak i mechanicznie.

- możliwość pewnego i nieskomplikowanego wykonania uszczelnień tzw. miejsc krytycznych (połączenia różnych elementów konstrukcyjnych, przejść instalacyjnych, szczelin dylatacyjnych)
- doskonała przyczepność do wielu podłoży budowlanych, w tym do stali oraz tworzyw sztucznych
- możliwość aplikacji materiału na podłoża matowo-wilgotne
- brak konieczności wykonywania tynków na ścianach z elementów drobnowymiarowych.

ELASTYCZNE MINERALNE ZAPRAWY USZCZELNIAJĄCE

Wykonanie bezspoinowej powłoki hydroizolacyjnej możliwe jest również przy zastosowaniu cementowo-polimerowych zapraw uszczelniających (MDS od niem. *mineralischen Dichtungsschlämmen*

wymaga jedynie dodania odpowiedniej ilości wody zarobowej. Zaprawy elastyczne są dodatkowo wzbogacone o wodną dyspersję tworzyw sztucznych i również mogą stanowić produkt jednoskładnikowy lub też dostarczane są jako wyrób dwukomponentowy – drugi, płynny składnik stanowi dyspersja polimerów – konfekcjonowany w proporcji przygotowanej do obróbki. Zaprawa uszczelniająca może również stanowić podłoże pod dalsze warstwy, np. okładziny ceramiczne, dlatego też szczególnym powodzeniem cieszą się w przypadku uszczelniania cokołowej strefy budynku.

PŁYNNE TWORZYWA SZTUCZNE

Płynne tworzywa sztuczne (FLK od niem. *flüssigkunststoffen*) to w rozumieniu normy DIN 18533 jedno- lub wieloskładnikowe żywice syntetyczne na bazie polimetakrylanu metylu (PMMA), poliuretanów (PUR) lub poliestrów nienasyconych (UP) z dodatkami organicznymi, z lub bez wypełniaczy mineralnych. Należą do grupy żywic reaktywnych – ich utwardzanie następuje przez reakcję chemiczną. Płynne tworzywa sztuczne stosowane są zawsze w połączeniu z wkładką, której zadaniem jest zapewnienie odpowiedniej grubości warstwy [N3].

PAPY TERMOZGRZEWALNE

Rolowe materiały bitumiczne (papy) powstają poprzez nasączenie masą bitumiczną specjalnej osnowy. Praktycznie nie stosuje się już osnowy z tektury. Zdecydowanie lepsze właściwości wykazują papy na osnowie z włókna szklanego, a największą

popularnością cieszą się modyfikowane tworzywami sztucznymi (dodatek polimerów pozwala m.in. na polepszenie elastyczności w niskiej temperaturze oraz zwiększa odporność na starzenie) termozgrzewalne papy na osnowie z włókna szklanego lub poliestrowego. Papy stosowane są m.in. przy wykonywaniu uszczelnienia przyziemnych części budynków w obszarze występowania ciśnienia hydrostatycznego zarówno krótko- jak i długotrwałego.

ASFALT LANY

Asfalt lany to masa otrzymywana z kruszywa mineralnego (grysiku kamiennego, żwirku, piasku lub mączki mineralnej) oraz asfaltu, jako lepiszcza [8].

MASTYKS ASFALTOWY

Mastyks asfaltowy to masa powstająca w wyniku zmieszania na gorąco asfaltu oraz wypełniaczy mineralnych oraz opcjonalnie substancji poprawiających jej właściwości [8].

ELASTYCZNE POLIMEROWE POWŁOKI GRUBOWARSTWOWE – MATERIAŁ NOWEJ GENERACJI

Materiałem nowej generacji (nie ujętym jeszcze w normie), łączącym zalety bitumicznych mas grubowarstwowych oraz mineralnych zapraw uszczelniających, są elastyczne polimerowe powłoki grubowarstwowe (FPD od niem. *flexible polymere Dickbeschichtung*), określane czasem (z uwagi na podobieństwo do mas KMB oraz brak bitumu w składzie) jako „masy KMB bez B”, częściej zaś jako izolacje hybrydowe lub reaktywne [9]. Są to najczęściej materiały dwukomponentowe, wyróżniające się szybkim procesem schnięcia, niewielką (szczególnie w porównaniu do mas bitumicznych) grubością nakładanej warstwy, wygodną aplikacją, a w szczególności doskonałą przyczepnością do niemal wszystkich podłoży.

W tabeli 5 przedstawiono przyporządkowanie materiałów hydroizolacyjnych do klas oddziaływania wody, rys oraz użytkowania pomieszczeń.

Dobór prawidłowego rozwiązania hydroizolacji budynku wymaga w pierwszym rzędzie zdefiniowania rodzaju obciążenia wodą

Zapewniają ochronę przed wilgocią oraz wodą w praktycznie każdych warunkach gruntowo-wodnych. Najważniejsze zalety tego materiału to:

- możliwość wykonania ciągłej, bezspoinowej powłoki
- pełne połączenie z podłożem praktycznie uniemożliwiające podciekanie wody
- zdolność mostkowania rys w podłożu

– określanych również jako szlamy lub mikrozaprawy). Są to najczęściej przygotowane fabrycznie zaprawy, których szczelność zapewniana jest dzięki odpowiednio dobranemu stosowi okrucowemu oraz dodatkom hydrofobizującym. Materiał ten występuje w dwóch odmianach – sztywnej oraz elastycznej. Sztywne zaprawy są produktami jednokomponentowymi – ich przygotowanie

Tabela 5. Przyporządkowanie rodzajów hydroizolacji do zastosowania w strefie przyziemia [N3]

Nr	Obszar zastosowania	Klasa użytkowania pomieszczeń	Klasa oddziaływania wody	Klasy rys	Rodzaj hydroizolacji
1	Ściany przyziemia oraz strefa cokołowa	RN1-E do RN3-E	W1-E, W2.1-E oraz W4-E	R1-E do R3-E	PMBC ²⁾
2		RN1-E do RN3-E	W4-E	R1-E do R3-E	FLK
3		RN1-E do RN2-E	W1-E oraz W4-E	R1-E	elastyczne MDS ^{1) 2)}
4	Stykająca się z gruntem płyta fundamentowa	RN1-E do RN2-E	W1-E	R1-E	elastyczne MDS ¹⁾
5		RN1-E do RN3-E		R1-E do R3-E	mastyks asfaltowy
6				R1-E do R3-E	asfalt lany
7				R1-E do R3-E	mastyks asfaltowy i asfalt lany
8		RN1-E do RN3-E		R1-E do R3-E	papa termozgrzewalna i asfalt lany
9		RN1-E do RN3-E	W1-E oraz W2.1-E	R1-E do R3-E	PMBC ²⁾
10	Strop przykryty gruntem	RN1-E do RN3-E	W3-E	R1-E do R3-E	PMBC ²⁾
11		RN1-E do RN3-E		R1-E do R3-E	FLK
12		RN1-E, RN2-E		R1-E do R3-E	mastyks asfaltowy i asfalt lany
13		RN1-E do RN3-E	W3-E	R1-E do R3-E	papa termozgrzewalna i asfalt lany

¹⁾ Tylko na podłożach betonowych, ²⁾ Opcjonalnie FPD

BŁĘDY PROJEKTOWE

Błędy związane z hydroizolacją garaży podziemnych, popełnione na etapie projektowania, są szczególnie brzemienne w skutkach. Ich usunięcie wiąże się z reguły z kosztami wielokrotnie wyższymi niż sam koszt wykonania izolacji. Zdecydowanie najgorszym błędem, jaki można popełnić, jest całkowite zignorowanie konieczności wykonania izolacji przeciwwodnej. Spośród innych, najczęściej popełnianych na etapie projektowania uszczelnienia przyziemnych części budynku wymienić można [5]:

1. Brak opinii geotechnicznej (nieodpowiedni dobór izolacji)

W sytuacji, gdy do planowania systemu uszczelnienia obiektu przystąpiono bez wcześniejszego rozpoznania warunków gruntowo-wodnych, istnieje wysokie ryzyko, że izolacja zostanie zaprojektowana w sposób nieprawidłowy. W sytuacji gdy zostanie wykonana izolacja typu lekkiego, a fundamenty będą narażone na działanie wody wywierającej parcie hydrostatyczne, wówczas w krótkim czasie po zakończeniu budowy budynek ulegnie zawilgoceniu.

2. Brak szczegółowych rozwiązań połączeń między różnymi rodzajami izolacji

Hydroizolacja musi stanowić układ ciągły. Szczególnie istotne jest zadbanie o połączenie izolacji poziomej oraz pionowej. Jest to niezbędne, ponieważ miejsce styku materiałów wodochronnych nie może w przyszłości stać się miejscem, przez które woda będzie wnikać do budynku.

3. Nieprawidłowo zaplanowana izolacja strefy cokołowej

Uszczelnienie pionowe powinno być wyprowadzone co najmniej 50 cm ponad powierzchnię gruntu [1]. W przeciwnym wypadku (szczególnie dotyczy to izolacji wykonanych z materiałów rolowych) woda deszczowa odbijająca się od powierzchni terenu (tzw. woda rozbrzygowa) może podciekać pod warstwy uszczelniające, a w konsekwencji zawilgoci ściany fundamentowe od góry.

4. Nieodpowiednia ochrona warstw izolacyjnych (lub jej brak)

Warstwy uszczelniające wymagają z reguły ochrony przed obciążeniami mechanicznymi. Pominięcie na etapie

projektu warstw ochronnych lub zastosowanie w tym celu nieprawidłowych materiałów może prowadzić do uszkodzenia izolacji (przez zawarte w gruncie kamienie, gruz budowlany, a nawet szkło) podczas zasypywania wykopu lub na skutek ruchów gruntu związanych z jego zamarzaniem i rozmarzaniem. Innym często spotykanym powodem uszkodzenia warstw uszczelniających jest zastosowanie jako warstwy ochronnej tzw. folii kubełkowej, ułożonej wytlóceniami w stronę izolacji. Pod wpływem naporu gruntu folia wciskana jest w warstwę izolacji, co prowadzi do powstawania nieszczelności. ⚡

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r., nr 75, poz. 690).
- N2. Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków

technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r., poz. 1065).

- N3. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 18533-1 Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2017, s. 60.
- N4. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 18130-1 Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche, 1998.

LITERATURA

1. Francke B., *Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych. Część C: Zabezpieczenia i izolacje. Zeszyt 5: Izolacje przeciwwilgociowe i wodochronne części podziemnych budynków*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2016, str. 32.
2. Deutsche Bauchemie e.V., *Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (PMBC)*, Ausgabe, Dezember 2018, Frankfurt am Main, 2018, s. 56.
3. Chiesielski E., *Lufsky Bauwerksabdichtung*, Teubner Wiesbaden, Teubner, 2006.
4. Witul Z., *Zarys geotechniki*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2000.
5. Ksit B., Monczyński B., *Zabezpieczenie elementów budynku znajdujących się w gruncie. Izolacje przeciwwodne i przeciwwilgociowe*, Wydawnictwo Verlag Dashofer, Warszawa, 2011.
6. Jackiewicz M., *Hydroizolacja elementów budowli stykających się z gruntem. Norma DIN 18533 – nowe ujęcie tematu hydroizolacji*, Izolacje, nr 11/12, 2017, str. 68–73.
7. Hölzen F.-J., *Kein Wärmeschutz ohne Feuchtechutz: Gebäudeabdichtung und Dämmung im erdberührten Bereich*, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2016.
8. Skowroński W., *Ilustrowany leksykon architektoniczno-budowlany*, Arkady, Warszawa, 2008.
9. Spigatis R., *Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile*, [w:] *Altbausanierung 10: Schadenfreies Bauen - Wunsch oder Realität?*, Berlin - Wien - Zürich, Beuth Verlag GmbH, 2015, s. 209–221.



Iniekcja Krystaliczna®

– przeciwwilgociowa izolacja pionowa i pozioma

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

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

obrysem budynku lub w przypadku budynków usytuowanych w ciasnej zabudowie miejskiej. Wtedy uwarunkowania techniczne i ekonomiczne sprawiają, że izolacja pionowa może być zrealizowana wyłącznie od wewnątrz. Trzeba przy tym zaznaczyć, że izolacja pionowa wykonana w technologii Iniekcji Krystalicznej® spełnia wymagania stawiane przed izolacją przeciwwilgociową. Nie spełnia natomiast warunków specyfikacji przeciwwodnej, dla której trzeba stosować dodatkowo rozwiązania wannowe z użyciem cienkowarstwowych zapraw uszczelniających.

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

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

Większy, niż w przypadku izolacji poziomej, kąt pochylenia otworów iniekcyjnych pozwala na wytworzenie szczelnej kurtyny przeciwwilgociowej chroniącej mur w płaszczyźnie pionowej.

Wtórna przeciwwilgociowa izolacja pionowa nie funkcjonuje samodzielnie, lecz w połączeniu z poziomą izolacją przeciwwilgociową, gdzie



Fot. 1. Przykład realizacji geometrii otworów iniekcyjnych dla izolacji pionowej przeciwwilgociowej w technologii Iniekcji Krystalicznej®



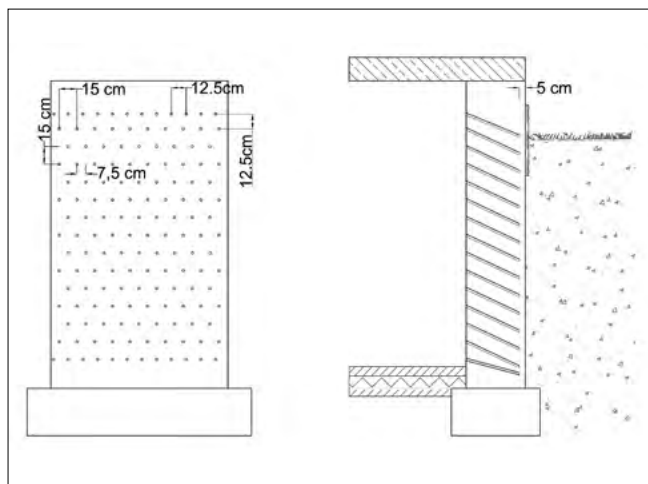
Fot. 2. Przykład realizacji geometrii otworów iniekcyjnych dla izolacji pionowej przeciwwilgociowej w technologii Iniekcji Krystalicznej®

specyfikacja otworów iniekcyjnych oraz ich geometria określona jest w następujący sposób:

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

Połączenie izolacji pionowej z poziomą jest realizowane w ten sposób, że poczynając od dołu wykonany jest rząd otworów iniekcyjnych dla izolacji poziomej, a następnie wykonywana jest siatka otworów

iniekcyjnych dla izolacji pionowej, która jest kontynuowana do poziomu gruntu. Na tym poziomie jest zakańczana rzędem otworów iniekcyjnych dla izolacji poziomej. Schemat przykładowego rozwiązania zaproponowano na rys. 1. Można zatem stwierdzić, że pionowa izolacja przeciwwilgociowa jest ograniczana od dołu i od góry poziomą izolacją przeciwwilgociową. Wymieniony wyżej sposób powiązania izolacji pionowej z poziomą uwzględnia kierunki obciążenia wilgocią ściany piwnicznej, przez co zapewnia właściwą ochronę muru.



Rys. 1. Przykładowy schemat rozwiązania połączenia izolacji pionowej z poziomą

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

Wydaje się, że stosowanie tego typu rozwiązań jest uzasadnione technicznie i zapewnia oczekiwany efekt w postaci suchych ścian. Dzięki temu jest coraz częściej stosowane w istniejących budynkach.

Z obserwacji licencjobiorców Iniekcji Krystalicznej® wynika, że zdecydowanie najlepsze efekty w postaci szczelnej przepony i osuszenia zaizolowanych ścian można zaobserwować w odniesieniu do tych przegród budowlanych, gdzie przed rozpoczęciem prac zmierzono bardzo wysokie zawilgocenie, sięgające 13%–15% masowych. Jest to związane z tym,

że szczelność blokady uzależniona jest w dużym stopniu od dostatecznej ilości wody w strefie iniekcji, która jest potrzebna do budowy wiązań krystalicznych.

Jest to związane z cechą wyróżniającą technologię Iniekcji Krystalicznej®, która daje lepsze efekty osuszania, im bardziej zawilgocone są mury. Tylko bowiem w mokrych murach występują korzystne warunki do dyfuzji składników jonowych mieszaniny iniekcyjnej tworzących izolację. Technologia nie wymaga więc wstępnego osuszania muru w strefie planowanej iniekcji. Utworzona blokada przeciwwilgociowa jest absolutnie ekologiczna, ma wielopokoleniową trwałość w czasie i nie powoduje osłabienia muru w strefie iniekcji w czasie wieloletniego funkcjonowania. Wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowych należy zastosować działania osłonowe w postaci neutralizacji szkodliwych soli budowlanych oraz założenia na izolowane ściany tynków renowacyjnych wymalowanych farbą paroprzepuszczalną. Należy także zapewnić właściwą wentylację remontowanych pomieszczeń tak, by proces wysychania zaizolowanych przegród budowlanych odbywał się w optymalnych, z uwagi na komfort cieplno-wilgotnościowy, warunkach.

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

Produkty budowlane

Producenci

Usługodawcy

[www.izbudujemy.pl](#) » [Produkty budowlane](#) » [Materiały budowlane](#) » [Materiały konstrukcyjne i komponenty](#) » [Cegły, pustaki i bloczki](#)

Cegły, pustaki i bloczki



Usuń ✕

Usuń ✕

Usuń ✕

Nazwa:

 **Bloczek Termalica EKSTRA, gr. 48 cm**
 **Bloczek z betonu komórkowego TERMALICA 500, gr. 24 cm**
 **Pustak keramzytowy, PK-25 ENERGO grupy ENERGO building**

Producent:

 BRUK-BET sp. z o.o.

 BRUK-BET sp. z o.o.

 CJ BLOK Sp. z o.o.
Fabryka Elementów Budowlanych

Materiał:



beton komórkowy

beton komórkowy

perlitokeramzytowe

Zastosowanie:



ścienne

ścienne

ścienne

Długość [mm]:



599

599

373

Szerokość [mm]:



480

240

250

Wysokość [mm]:



249

249

248

Wytrzymałość na ściskanie [N/mm²]:

2,0

3,0

5,0

Masa elementu [kg]:



31,2

23,4

19,5

Klasa gęstości:



300

500

–

Gęstość [kg/m³]:

250–300

450–500

850

Współczynnik przenikania ciepła [W/m²K]:

0,16

0,50

–

Współczynnik przewodzenia ciepła [W/mK]:



0,075

0,12

–

Współczynnik dyfuzji pary wodnej:



–

–

5/15

Izolacyjność akustyczna R_w [dB]:

49

47

51

Maksymalny współczynnik absorpcji wody [g/(m²s)]:

–

–

5,9

Klasa reakcji na ogień:



klasa A1

klasa A1

klasa A1

Klasa odporności ogniowej:



REI 240

REI 240

REI 240, REW 240

Zużycie (gr. ściany równa szer. elementu) [szt./m²]:

6,67

6,67

10,8

Liczba elementów na palecie [szt.]:



24

48

48

Łączenie elementów:

zaprawa klejowa
do cienkich spoin (1–3 mm)zaprawa klejowa
do cienkich spoin (1–3 mm)
lub tradycyjna zaprawa murarska

–

pustaki i bloczki

Artykuły

Oferta

Kontakt



Usuń ✕

Bloczek akustyczny, BL AQ18g2 grupy ENERGO building

CJ BLOK Sp. z o.o.
Fabryka Elementów Budowlanych

keramzytobetonowe

ścienne

380

180

240

15,0

27,0

-

1650

-

-

5/15

55 (-2; -6)

5,9

klasa A1

REI 240

11,0

50

-



Usuń ✕

H+H Gold+ Bloczek 4,0-500 PWU, szer. 240 mm

H+H Polska Sp. z o.o.

beton komórkowy

ścienne

625

240

250

4,0

18,8

500

475 ±25

0,54

0,13

5/10

-

4,0

klasa A1

REI 240

6,4

36

pióro-wpust



Usuń ✕

H+H Silikat A25 PLUS, 25-2200

H+H Polska Sp. z o.o.

wapienno-piaskowe

ścienne

180

250

220

25,0

21,5

2,2

2010-2200

5,48

1,37

5/25

61

5,0

klasa A1

REI 240

24,7

80

wypełnienie spoin pionowych



Usuń ✕

Bloczek Leca® BLOK akustyczny 24/20

Leca Polska sp. z o.o.

keramzytobetonowe

ścienne

380

240

200

11,0 (wytrzymałość określono przy ściskaniu elementu o wys. 20 cm)

26,0-28,5

-

-

-

0,711

-

59 (dla ściany obustronnie otynkowanej tynkiem gipsowym)

-

klasa A1

REI 240

12,4 (przy szer. ściany 24 cm)

40 (masa palety ok. 1040 kg)

zaprawy cementowe
i cementowo-wapienne

↓
więcej na www.izbudujemy.pl

więcej na www.izbudujemy.pl ↓



mgr inż. Tomasz Rybarczyk

Najczęściej popełniane błędy przy obliczaniu współczynnika U dla ścian z betonu komórkowego

Bloczki z autoklawizowanego betonu komórkowego są popularnym i chętnie stosowanym materiałem na ściany nie tylko z ociepleniem, ale również jednowarstwowe. Beton komórkowy jest materiałem porowatym i bardzo dobrym izolatorem ciepła, dlatego ściany jednowarstwowe wykonane z tego materiału spełniają ostre wymagania pod względem izolacyjności cieplnej.

Przy obliczaniu przegród trzeba wziąć pod uwagę wiele istotnych kwestii, które ostatecznie pozwolą rzetelnie i zgodnie z przepisami ocenić izolacyjność cieplną ściany. Jest wiele elementów, które należy świadomie uwzględnić. Niekiedy zdarza się, że niewłaściwie przyjęte parametry oraz błędnie obrana metodologia obliczania współczynnika U , może powodować nawet kilkadziesiąt procent odchyłki od prawidłowo wykonanych obliczeń.

SPOSOBY OKREŚLANIA DEKLAROWANYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW λ

Metody określania współczynników przewodzenia ciepła elementów murowych w stanie suchym dla elementów z betonu komórkowego, które są elementami pełnymi (błoczkami, a nie pustakami), można przyjmować:

- z tablic – z załącznika A, EN 1745 (z tablic), przy deklarowaniu λ jest oznaczenie S1

- z uzyskanych pomiarów z badań elementów murowych, przy deklarowaniu λ jest oznaczenie S2
- z uzyskanych pomiarów z badań murów, przy założeniu $\lambda_{10, dry, mör}$ (zaprawy), wtedy przy deklarowaniu λ jest oznaczenie S3.

Można też przyjmować współczynnik λ na podstawie wartości odczytanych z tablic materiałowych zamieszczonych w normie (już archiwalnej) PN-EN 12524:2003 [N1]. Jednak są one bardziej niekorzystne niż uzyskiwane przy badaniach materiału.

W praktyce najczęściej producenci podają wartości λ deklarowanych, uzyskanych na podstawie badań, więc oznaczenie wyrobu w deklaracji właściwości użytkowych oznaczone jest: $\lambda_{10, dry}$ S3.

METODOLOGIA BADANIA WSPÓŁCZYNNIKA λ

Duże rozbieżności przy deklarowaniu parametrów cieplnych betonu komórkowego mogą być przesłanką do

togo, by sądzić, iż różnice te mogą wynikać ze złej metodologii badania materiału. Na uzyskane wyniki istotny wpływ ma technika pomiarowa, czyli zastosowane urządzenia oraz przygotowanie próbek. Wielokrotnie przeprowadzone próby świadczą o tym, że wybór aparatury pomiarowej może mieć istotny wpływ na uzyskane wyniki.

Istnieją dwie metody pomiaru przewodności cieplnej materiałów:

- stacjonarne – metody ustalonego strumienia cieplnego
- niestacjonarne – metody niustalonego strumienia cieplnego.

W metodach stacjonarnych strumień ciepła przepływający przez próbkę powinien być stały, co do wartości, a temperatura powierzchni ustalona. Współczynnik λ określa się mierząc gęstość strumienia cieplnego i różnicę temperatur po obu stronach próbki.

Zaletą tego rodzaju pomiaru jest duża dokładność, natomiast wadą jest długi czas potrzebny na przeprowadzenie pomiaru, który wynosi od kilku do kilkudziesięciu godzin.

Z kolei w metodach niestacjonarnych wykonuje się pomiary temperatur i czasu przy zmiennym strumieniu cieplnym. Zaletą jest krótki czas prowadzenia pomiaru. Jest to metoda niedokładna i pozwalająca uzyskać mniej wiarygodne wyniki niż w przypadku badania metodą stacjonarną. Do badań metodą stacjonarną używa się tzw. aparatu płytowego, natomiast do badań metodą niestacjonarną używa się isometu. Różnice w uzyskanych wynikach oboma metodami, przy badaniu tych samych

próbek mogą wynosić nawet 30% na korzyść isometu! Przy lekkich odmianach betonu komórkowego jest to istotna różnica, mająca wpływ na ocenę izolacyjności cieplnej ścian. Dlatego tak ważne jest przyjęcie jednolitej metodologii badań i jest to określone w normie. Do wyznaczania współczynnika λ obligatoryjne jest użycie tzw. aparatów płytowych. W tym celu stosuje aparaty płytowe do pomiaru bezpośredniego lub pośredniego. Badania przy użyciu aparatu metodą bezpośrednią są precyzyjniejsze.

Współczynniki przewodzenia ciepła uzyskane metodami niustalonego strumienia cieplnego, czyli uzyskane z pomiarów isometem nie mogą służyć, jako podstawa do przyjmowania wartości deklarowanych i obliczeniowych.

BADANY MATERIAŁ W STANIE SUCHYM

Kolejnym wymogiem jest odpowiednie przygotowanie próbek. Ze względu na to, że beton komórkowy może mieć różną wilgotność ustabilizowaną, co jest uzależnione od absorpcji wody, to wymogiem jest badanie próbek w stanie suchym, czyli wyznaczenie wartości deklarowanej. To takie „sprowadzenie wszystkich próbek do wspólnego mianownika”, ponieważ wartość deklarowaną, służy kontroli jakości produkcji i odpowiadająca warunkom laboratoryjnym. Badanie w odpowiedniej temperaturze oraz w stanie suchym gwarantuje, że uzyskane wyniki dla

wszystkich betonów komórkowych są porównywalne i można je do siebie odnieść.

Wartość deklarowana jest ustalona w ten sposób, że minimum 90% produkowanego wyrobu ma współczynnik λ niższy lub równy tej wartości. Zatem jest to wyznaczony współczynnik dla materiału suchego, który w rzeczywistości nie występuje i znajduje to przełożenie w dalszym postępowaniu przy obliczaniu współczynnika U .

ZAOKRĄGLENIE WSPÓŁCZYNNIKA PRZEWODZENIA CIEPŁA λ

Pomierzone wartości są już podstawą do zaproponowania ich w deklaracji pod warunkiem, że dokona się odpowiedniego zaokrąglenia uzyskanych wyników. Po pierwsze, wartości deklarowane powinny się podawać zgodnie z normą PN-EN ISO 10456:2009 [N2] i jeżeli:

- $\lambda \leq 0,08$, to λ deklarowaną zaokrągla się z nadmiarem do 0,001 W/mK
- $0,08 < \lambda \leq 0,20$, to λ deklarowaną zaokrągla się z nadmiarem do 0,005 W/mK
- $0,20 < \lambda \leq 2,00$, to λ deklarowaną zaokrągla się z nadmiarem do 0,01 W/mK.

Czyli, jeśli z badań uzyskano $\lambda = 0,0755$ W/mK, to powinno się w deklaracji podać $\lambda = 0,076$ W/mK, jeśli natomiast mamy $\lambda = 0,0855$ W/mK, to powinno się w deklaracji podać $\lambda = 0,09$ W/mK. I co ważne, wartości przy zaokrąglaniu powinno się podawać zawsze z nadmiarem.

UWAGA – KONWERSJA WSPÓŁCZYNNIKA DEKLAROWANEGO NA OBLICZENIOWY

O ile mamy już prawidłowo przebadane współczynniki λ oraz prawidłowo podane w deklaracji właściwości użytkowych wartości współczynnika λ z odpowiednim zaokrągleniem, to dopiero jesteśmy w połowie drogi do wyznaczenia współczynnika U . W deklaracji właściwości użytkowych mamy

podane wartości współczynnika λ dla materiału w stanie suchym, który w rzeczywistości nie występuje, dlatego należy uwzględnić to, że beton komórkowy w wybudowanym budynku ma tzw. wilgotność ustabilizowaną.

Beton komórkowy, w zależności od sorpcji, jest w stanie przyjąć różną ilość wilgoci. Po 2–3 latach przegrada z betonu komórkowego stabilizuje się pod względem wilgotnościowym na poziomie od 2 do 6%. Więc taki stan rzeczy należy uwzględnić. Producenci powinni podawać stopień sorpcji, by móc przekonwertować współczynniki przewodzenia ciepła z deklarowanych na obliczeniowe. Gdyby tego nie zrobiono i obliczono współczynnik U , przyjmując do obliczeń wartości z deklaracji właściwości użytkowych, to wyznaczmy współczynnik U dla ściany suchej, której w rzeczywistości nie ma.

Dlatego przy obliczaniu współczynnika U należy przyjąć wartość obliczeniową współczynnika przewodzenia ciepła. Wartość obliczeniowa jest to wartość w pewnych warunkach, uważanych za typowe, przy zastosowaniu materiału lub wyrobu w komponencie budowlanym. Wartość ta służy do projektowania przegród pod względem cieplno-wilgotnościowym.

Oznacza to, że należy dokonać konwersji współczynnika λ , określonego w stanie suchym na współczynnik λ obliczeniowy. Dla betonu komórkowego, należy dokonać takiej konwersji zgodnie z normą PN-EN ISO 10456:2009 [N2] (konwersja z uwagi na temperaturę i wilgotność). Obliczeniowe wartości współczynnika przewodzenia ciepła i oporu cieplnego elementów murowych lub zaprawy uzyskuje się poprzez uwzględnienie współczynników przeliczeniowych wilgoci podanych w załączniku A (EN 1745) [N3] dla każdego typu materiału w określonym zastosowaniu:

$$\lambda_{\text{design}} = \lambda_{10,\text{dry}} \cdot F_m \text{ lub } R_{\text{design}} = (R_{10,\text{dry}}) / F_m$$

gdzie:

F_m – współczynnik przeliczeniowy konwersji wilgoci.

METODOLOGIA OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKA U ORAZ ZAOKRĄGLANIA UZYSKANYCH WYNIKÓW

Mając już wartości obliczeniowe λ można przystąpić do obliczania współczynnika U . O ile z obliczeniem współczynnika U dla przegrody nie ma żadnego problemu, ponieważ należy podstawić właściwe dane do wzoru, to już z podawaniem uzyskanych wyników już one występują. Zasady obliczania wartości współczynnika U dla przegród określa norma PN-EN ISO 6946:2017 [N4]. Współczynnik U oblicza się ze wzoru:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \frac{d}{\lambda} + R_{se}}$$

gdzie:

R_{si}, R_{se} – jednostkowe opory cieplne przejmowania ciepła [m²K/W];

dla ścian: $R_{si} = 0,13$ m²K/W,

$R_{se} = 0,04$ m²K/W

d – grubość warstwy materiału w komponencie

λ – obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła materiału obliczony zgodnie z PN-EN ISO 10456:2009 [N2] albo przyjęty z wartości tabelarycznych.

Po obliczeniu współczynnika U , z wyżej podanego wzoru należy prawidłowo podać tę wartość. Uzyskany wynik współczynnika U należy zaokrąglić „w górę”, czyli z nadmiarem. Jeśli obliczony został współczynnik oporu cieplnego R , to powinno się go zaokrąglić z niedmiarem, nie więcej niż do dwóch miejsc po przecinku lub trzech cyfr znaczących.

Na przykład obliczony dla ściany współczynnik $U = 0,1723$ W/m²K oznacza, że przegrada ta nie ma współczynnika 0,17 (0,1700) W/m²K, lecz 0,18 W/m²K.

WNIOSKI

Miejs, w których można przyjmować błędne założenia do obliczeń

współczynnika U jest wiele i dotyczą one:

- złej metodologii pomiaru (zamiast aparatem płytowym badanie prowadzone jest isometem)
- błędnie zadeklarowanej wartości
- niezgodnego z przepisami zaokrąglenia wartości deklarowanego współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda_{10,\text{dry}}$
- brak przekonwertowania współczynnika przewodzenia ciepła wartości deklarowanej na wartość obliczeniową (przyjęcie do obliczeń wartości deklarowanego współczynnika λ)
- błędnie obliczenie współczynnika przenikania ciepła U z zaokrągleniem do wartości korzystniejszej.

Jest wiele ważnych elementów, które należy uwzględnić przy obliczaniu współczynnika przenikania ciepła U . Widać również, jak ważna jest metodologia badań, jak istotne jest prawidłowe zadeklarowanie współczynnika λ , że należy dokonywać konwersji na lambdy obliczeniowe i jak należy poprawnie interpretować uzyskane wyniki oraz podawać rzetelnie wartości finalne.

Pominięcie niektórych istotnych elementów może skutkować błędnie wyznaczonym współczynnikiem U nawet o kilkadziesiąt procent. ➔

NORMY

- PN-EN 12524:2003 Materiały i wyroby budowlane – Właściwości cieplno-wilgotnościowe – Tabelaryczne wartości obliczeniowe.
- PN-EN ISO 10456:2009 Materiały i wyroby budowlane – Procedury określania deklarowanych i w konsekwencji obliczeniowych wartości cieplnych.
- PN-EN 1745:2012 Mury i wyroby murowe – Metody określania właściwości cieplnych
- PN-EN ISO 6946:2017 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania.



Warunki prawne działalności jednostek projektowych

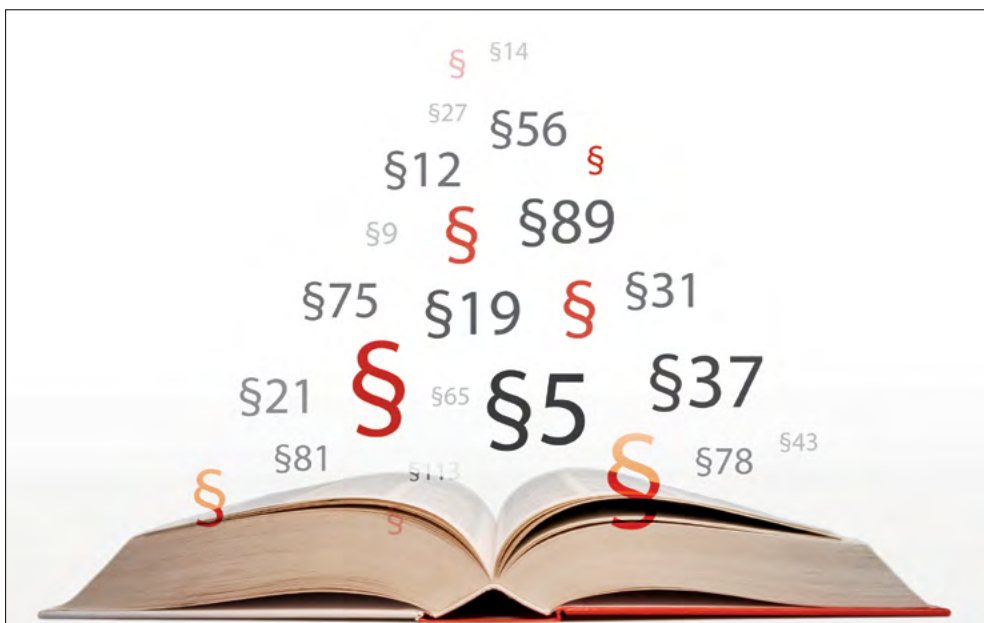
Na rynku funkcjonują różnego rodzaju jednostki projektowe, a w zasadzie projektanci. Warunki prawne prowadzenia przez nich działalności gospodarczej to temat rzeka i można by im poświęcić cały cykl wydawniczy. W tym artykule zwrócimy uwagę na kwestie podstawowe – co należy rozumieć przez jednostkę projektowania (jednostkę projektową), jak podchodzi do tego prawo budowlane, w jakich formach prawnych projektanci mogą działać i jakie są podstawowe regulacje w szczególności odnoszące się do zawodów architekta i inżyniera budownictwa.

JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA

Występujące w praktyce językowej pojęcie jednostki projektowania, tudzież jednostki projektowej, nie ma definicji legalnej. Niemniej można je znaleźć w aktach prawnych. Chociażby w § 3 ust. 1 pkt 3 Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, który stanowi, że na stronie tytułowej projektu budowlanego należy zamieścić także „nazwę i adres jednostki projektowania”. Co ciekawe, mimo jednoznacznej treści przepisu, praktyka nie jest już taka jednolita –

często na stronie tytułowej projektu budowlanego wskazuje się właśnie podmiot określany mianem „jednostki projektowej”, a nie „jednostki projektowania”.

W gruncie rzeczy jednak, choć w praktyce posługuje się jeszcze pojęciem jednostek projektowych bądź jednostek projektowania, to nie ma to znaczenia prawnego. Z punktu widzenia prawa można natomiast mówić o osobach fizycznych bądź jednostkach organizacyjnych pełniących funkcję projektanta zgodnie z prawem budowlanym, usługodawcy bądź usługobiorcy na gruncie prawa cywilnego, wreszcie wykonawcy w ramach zamówień publicznych udzielanych na podstawie ustawy Prawo zamówień publicznych i autora wedle ustawy o Prawach autorskich i prawach pokrewnych. Choć nie są to wszystkie dziedziny prawa istotne z punktu widzenia projektanta, to jednak one właśnie najbardziej definiują warunki prawne działalności jednostek projektowych. Dlatego też w szczególności weźmiemy je pod uwagę, zaznaczając jedynie inne regulacje – przede wszystkim dotyczące formy prowadzenia tego typu działalności. Całkowicie w tym tekście pominię natomiast przepisy podatkowe i dotyczące się składek na ubezpieczenie społeczne, zdrowotne, chorobowe, wypadkowe i tym podobne – a to z uwagi na to, że kwestie te w jakiś szczególny sposób nie wyróżniają działalności projektantów.



PRAWO BUDOWLANE

Projektant jest uczestnikiem procesu budowlanego stosownie do art. 17 ustawy Prawo budowlane, co jest oczywiste dla czytelników tego artykułu. W tym kontekście projektant występuje jako „osoba fizyczna, posiadająca uprawnienia do projektowania w danej specjalności”¹⁾. Projektantem takim może być osoba wpisana na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego architektów lub inżynierów budownictwa – według ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa. Według art. 2 ust. 1 tej ustawy „wykonywanie zawodu architekta polega na współtworzeniu kultury przez projektowanie architektoniczne obiektów budowlanych, ich przestrzennego otoczenia oraz ich realizację, nadzorze nad procesem ich powstawania oraz na edukacji architektonicznej”. Natomiast zgodnie z art. 2 ust. 2 tego samego aktu prawnego „wykonywanie zawodu inżyniera budownictwa polega na projektowaniu obiektów budowlanych, ich realizacji, nadzorze nad procesem ich powstawania, utrzymaniu tych obiektów oraz na edukacji w tym zakresie”. Zgodnie za to z art. 6 wyżej wskazanej ustawy „prawo wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie przysługuje wyłącznie osobom wpisanym na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego”.

FORMY PROWADZENIA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ

W odróżnieniu od niektórych wolnych zawodów, takich jak radcowie prawni czy adwokaci, prawo nie ogranicza architektom i inżynierom budownictwa możliwości wyboru formy prowadzenia działalności gospodarczej. Dlatego też projektanci mogą świadczyć swoje usługi zarówno w formie jednoosobowej działalności gospodarczej, jak i w ramach spółek osobowych i kapitałowych.



© Andreas Haertle - Fotolia.com

W przypadku prowadzenia działalności w formie jednoosobowej działalności gospodarczej oczywiście jest, że projektant powinien dokonać odpowiedniego wpisu do Centralnej Ewidencji i Informacji o Działalności Gospodarczej. Jego odpowiedzialność wówczas jest nieograniczona, nie tylko w wymiarze zawodowym, ale także cywilnym (za długi przez siebie zaciągnięte przedsiębiorca odpowiada całym swoim majątkiem).

Co ważne, projektant może działać w ramach spółki cywilnej. Należy jednak pamiętać, że „spółką” w potocznym rozumieniu tego słowa jest ona zasadniczo wyłącznie z punktu

nie ma ona osobowości prawnej, ale też nie jest prawnie zrównana ze spółkami osobowymi i innymi jednostkami organizacyjnymi.

Spółki osobowe stanowią specyficzny rodzaj spółek prawa handlowego. Nie mają one osobowości prawnej, jednak stanowią jednostki organizacyjne posiadające w pełni zdolność prawną – będąc tym samym (w odróżnieniu np. od spółki cywilnej) odrębnymi podmiotami prawa. W przypadku tego rodzaju formy prowadzenia działalności gospodarczej wspólnik (architekt, inżynier budownictwa) odpowiada za zobowiązania spółki jedynie subsydiarnie

komandytowo-akcyjnej). Co ważne, ponieważ architekci i inżynierowie budownictwa stanowią wolne zawody, mogą oni prowadzić swoją działalność w formie spółki partnerskiej – dopuszczalnej wyłącznie w przypadku wolnych zawodów.

Jak już zaznaczono jednostka projektowa może funkcjonować jako spółka kapitałowa – czyli spółka z ograniczoną odpowiedzialnością bądź spółka akcyjna. Ta druga jest rzadko wybieraną formą. Natomiast spółka z ograniczoną odpowiedzialnością stosunkowo często jest jednostką organizacyjną, w ramach której działalność prowadzą projektanci. Wynika to ze znaczącego ograniczenia ich odpowiedzialności cywilnoprawnej. W przypadku takiej spółki bowiem, za jej zobowiązania nie odpowiadają wspólnicy. Natomiast w szczególnych sytuacjach za długi takiej spółki odpowiadać mogą członkowie zarządu – wówczas, gdy w przewidzianym prawem terminie nie złożą wniosku o ogłoszenie upadłości przez spółkę. Na marginesie warto dodać, że ze względów podatkowych niejednokrotnie wybraną formą prowadzenia działalności gospodarczej jest spółka z ograniczoną odpowiedzialnością spółka komandytowa. Z punktu widzenia prawa jest to po prostu spółka

W odróżnieniu od niektórych wolnych zawodów, takich jak radcowie prawni czy adwokaci, prawo nie ogranicza architektom i inżynierom budownictwa możliwości wyboru formy prowadzenia działalności gospodarczej

widzenia prawa podatkowego. W kontekście cywilnoprawnym spółka cywilna jest bowiem umową zawartą między stronami, a nie osobą podmiotem prawa. Nie tylko

(w przypadku spółki partnerskiej i spółki jawnej) bądź w znaczny sposób ograniczony (w przypadku komandytariuszy i akcjonariuszy przy spółce komandytowej i spółce

¹⁾ Komentarz do art. 17 Prawa budowlanego, [w:] Prawo budowlane. Komentarz, red. Z. Niewiadomski, 2018.



© Andrey Popov - Fotolia.com

komandytowa, w której komplementariuszem (wspólnikiem w pełni ponoszącym odpowiedzialność za zobowiązania spółki i reprezentującym spółkę) jest spółka z ograniczoną odpowiedzialnością (w praktyce reprezentowana przez zarząd).

PRAWO CYWILNE

Realizacja wyżej wskazanej funkcji uczestnika procesu budowlanego wiąże się nieodłącznie z prawem cywilnym. Jak bowiem wskazał w wyroku z dnia 26 stycznia 2001 r., sygn. akt: II SA/Po 2404/99, Naczelny Sąd Administracyjny „świadczenie usług niezbędnych do przygotowania i realizacji zamierzonej inwestycji przez krąg osób wymienionych w art. 17 pkt 2, 3 i 4 cyt. Prawa budowlanego następuje na podstawie umów cywilnoprawnych”.

Z punktu widzenia prawa cywilnego w obrocie prawnym, jako projektanci, występują osoby fizyczne (będące przedsiębiorcami), jednostki organizacyjne niebędące osobami prawnymi (którym prawo przyznaje zdolność prawną – to jest w praktyce spółki osobowe) i osoby prawne (czyli zazwyczaj spółki kapitałowe). Podmioty te są stronami stosunków prawnych prawa cywilnego, których nazwy nie mają w rzeczywistości kluczowego znaczenia i są definiowane

w różny sposób, w zależności od tego, jaką umowę zawierają. W przypadku umowy o świadczenie usług będą to usługodawcy i usługobiorcy, w przypadku umowy o dzieło – zamawiający i wykonawcy. Najczęściej w przypadku projektantów jest to umowa o dzieło, której efektem jest konkretny rezultat (projekt). Może się jednak zdarzyć, że projekt będzie elementem szerszej umowy o roboty budowlane (w modelu „projektuj i buduj”), która jest w kodeksie cywilnym uregulowana odrębnie.

PRAWO ZAMÓWIEŃ PUBLICZNYCH

Z punktu widzenia Prawa zamówień publicznych sytuacja jest zdecydowanie prostsza. Tutaj projektant może pełnić dwie funkcje – wykonawcy lub podwykonawcy. Pamiętać warto w tym kontekście, że pojęcie wykonawcy definiowane jest w ustawie Prawo zamówień publicznych bardzo szeroko. Zgodnie z art. 2 ust. 1 pkt 11 przez wykonawcę należy rozumieć osobę fizyczną, osobę prawną albo jednostkę organizacyjną nieposiadającą osobowości prawnej, która ubiega się o udzielenie zamówienia publicznego, złożyła ofertę lub zawarła umowę w sprawie zamówienia publicznego – więc zasadniczo wszystkie formy prowadzenia działalności gospodarczej

wymienione powyżej na wszystkich etapach postępowania o udzielenie zamówienia publicznego i jego realizacji. Praktycznie projektant będzie ubiegał się o zamówienie publiczne, którego przedmiotem są usługi. Pojęcie to jest tutaj inaczej definiowane – jako „wszelkie świadczenia, których przedmiotem nie są roboty budowlane lub dostawy”. W jego zakres wchodzi więc także umowa o dzieło w rozumieniu kodeksu cywilnego. W przypadku wykorzystywania modelu „projektuj i buduj” przedmiotem zamówienia realizowanego (przynajmniej w części) przez projektanta mogą być roboty budowlane. Należy przez nie rozumieć zgodnie z ustawą Prawo zamówień publicznych wykonanie albo zaprojektowanie i wykonanie robót budowlanych określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 2c tej ustawy lub obiektu budowlanego, a także realizację obiektu budowlanego, za pomocą dowolnych środków, zgodnie z wymaganiami określonymi przez zamawiającego.

PRAWO AUTORSKIE

Projektant często (choć – o czym należy pamiętać – nie zawsze) jest jednocześnie twórcą w rozumieniu ustawy z dnia 29 kwietnia 2016 r. o Prawie autorskim i prawach po-

krewnych. Przysługuje mu wówczas prawo do utworu, definiowanego jako każdy przejaw działalności twórczej o indywidualnym charakterze, ustalony w jakiejkolwiek postaci, niezależnie od wartości, przeznaczenia i sposobie wyrażenia. Zgodnie z art. 1 ust. 1 ustawy o Prawie autorskim i prawach pokrewnych utwory architektoniczne, architektoniczno-urbanistyczne i urbanistyczne stanowią szczególny przykład utworów – dlatego też w wielu miejscach ustawa ta zawiera w ich przypadku szczególne regulacje.

W tym miejscu warto jeszcze zauważyć, że wobec coraz większej popularności projektowania na podstawie Building Information Modeling projektant jest także niejednokrotnie producentem bazy danych w rozumieniu ustawy z dnia 27 lipca 2001 r. o ochronie baz danych. Regulacja ta definiuje bazę danych jako zbiór danych lub jakichkolwiek innych materiałów i elementów zgromadzonych według określonej systematyki, lub metody, indywidualnie dostępnych w jakikolwiek sposób, w tym środkami elektronicznymi, wymagający istotnego, co do jakości lub ilości, nakładu inwestycyjnego w celu sporządzenia, weryfikacji lub prezentacji jego zawartości.

PODSUMOWANIE

Jak widać, w wielu formach i konfiguracjach prawnych mogą działać projektanci. Oczywiście, tak jak zaznaczono na początku, tylko bardzo ogólnie opisałem powyżej warunki prawne ich funkcjonowania na rynku. <



mgr inż. Michał Lisewski
Inżynier Produktu

Schöck Isolink TA-S

– elewacja wentylowana bez mostków termicznych

Firma Schöck, wiodący producent nośnych elementów izolacyjnych, bazując na unikalnych właściwościach włókien szklanych, opracowała kotwy termiczne Isolink TA-S zastępujące jednocześnie konsole podkonstrukcji elewacji wentylowanej oraz kotwy montażowe. Parametry termoizolacyjne kotew zostały potwierdzone certyfikatem niemieckiego Instytutu Domów Pasywnych.



Fot. Schöck Isolink TA-S to łącznik eliminujący termiczne mostki punktowe w fasadach wentylowanych (zdjęcie od Schöck Bauteile GmbH)

REGULACJE USTAWOWE

Fasady wentylowane znajdują zastosowanie w niemal wszystkich rodzajach budynków. Można je stosować w nowo wznoszonych, jak i remontowanych oraz termomodernizowanych budynkach. Muszą spełniać zadania estetyczne, nadając bryle budynku odpowiedni charakter, wpisując ją w otaczające środowisko, zapewniając jednocześnie wymaganą przepisami szczelność

i izolacyjność termiczną. Izolacja ta zapewniona jest poprzez zastosowanie warstwy materiału izolacyjnego, o grubości wynikającej z obliczeń termicznych.

CZY MOŻNA ZMNIJSZYĆ GRUBOŚĆ WARSTWY IZOLACJI TERMICZNEJ?

W dużej mierze na grubość izolacji termicznej zastosowanej w fasadach wentylowanych wpływają

punktowe mostki termiczne, które tworzą się w miejscu mocowania podkonstrukcji elewacji wentylowanej do ścian zewnętrznych budynku. Eliminacja wpływu tych mostków umożliwia zmniejszenie grubości warstwy izolacji termicznej. Można to uzyskać albo poprzez zmniejszenie powierzchni styku elementów mocujących albo poprzez zastosowanie odpowiednich materiałów o niskiej przewodności cieplnej. Takim materiałem jest pręt kompozytowy Combar, z którego zbudowane są kotwy termiczne Isolink TA-S. Kotwy te pełnią funkcję konsoli do mocowania podkonstrukcji pod płyty elewacyjne jak i kotew montażowych. Bardzo niska przewodność cieplna prętów Combar, potwierdzona certyfikatem niemieckiego Instytutu Domów Pasywnych, umożliwia nieuwzględnianie kotew Isolink TA-S przy określaniu wymaganej grubości izolacji termicznej.

CO DAJE ZMNIJSZENIE GRUBOŚCI IZOLACJI TERMICZNEJ?

Rozmiar działki budowlanej i jej kształt, a także wymagania Warunków Technicznych wpływają na kształtowanie bryły budynku oraz na wielkość powierzchni użytkowej. Gęsta zabudowa naszych miast i zmniejszająca się ilość atrakcyjnych działek powoduje, że deweloperzy decydują się na wznoszenie budynków na działkach o skomplikowanych kształtach. Architekci starają się „wycisnąć” jak najwięcej powierzchni z budynku, który jest maksymalnie wpasowany w działkę. Zmniejszenie izolacji termicznej na wszystkich elewacjach budynku, nawet o niepozorne kilka centymetrów, daje dodatkową powierzchnię na każdej kondygnacji budynku, co przekłada się ostatecznie na dodatkowe zyski inwestora. Zastosowanie kotew Isolink TA-S firmy Schöck daje więc wymierny i mierzalny efekt już w fazie koncepcyjnej inwestycji budowlanej. <



Fot. Hala wielofunkcyjna w miejscowości Volkertshausen – elewacja wentylowana wykonana z zastosowaniem kotew Schöck Isolink TA-S (zdjęcie od Schöck Bauteile GmbH)



Elewacje wentylowane w budynkach energooszczędnych

W artykule przedstawiono charakterystykę materiałową przykładowych elewacji wentylowanych w aspekcie spełnienia wymagań dla budynków o niskim zużyciu energii.

WPROWADZENIE

Krajowy plan wsparcia [N1] zawiera rekomendowaną do stosowania w praktyce krajową definicję: „budynek o niskim zużyciu energii” to taki budynek, który spełnia wymogi związane z oszczędnością energii i izolacyjnością zawarte w przepisach techniczno-użytkowych, o których mowa w art. 7 ust. 1 pkt 1 ustawy Prawo budowlane [N2], tj. w szczególności dział X oraz załącznik 2 do rozporządzenia [N3] obowiązujące od 31 grudnia 2020 r. (w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością – od 1 stycznia 2019 r.).

W rozporządzeniu [N3] określono m.in. niższe wartości maksymalne

współczynnika przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m²·K)] dotyczące przegród zewnętrznych budynków oraz niższe wartości graniczne wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną $EP_{(max)}$ [kWh/(m²·rok)], zmieniające się

zewnętrznych, dachów, podłóg oraz okien i drzwi. Ponadto nie ma już znaczenia typ przegrody (wielo- czy jednowarstwowa) oraz przeznaczenie obiektu (mieszkalny, użyteczności publicznej, magazynowy, gospodarczy itp.). Wartości maksymalne

Elewacje wentylowane mają wewnątrz szczeliny powietrzne, których zadaniem jest odprowadzenie nadmiernej wilgoci poza przegrodę

w okresie 2014–2016, 2017–2020 i po 31.12.2020 r. Zaostreniu uległy wymagania cząstkowe w zakresie izolacyjności cieplnej ścian

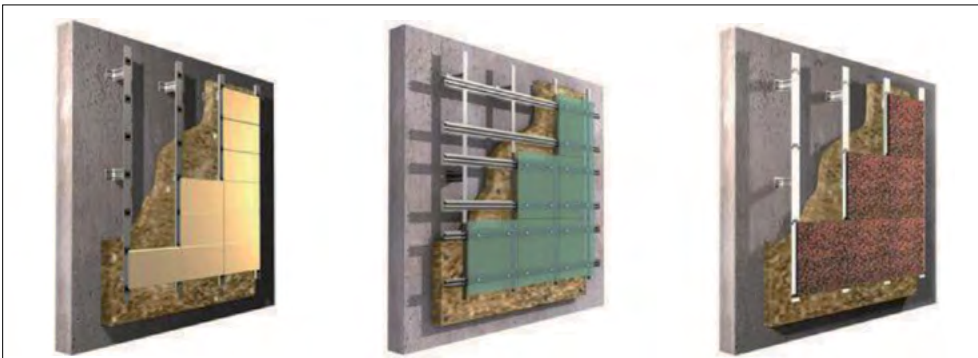
współczynników przenikania ciepła ścian zgodnie z załącznikiem 2 do rozporządzenia [N3] zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości maksymalne współczynników przenikania ciepła U_c [W/(m²·K)] dla ścian [N3]

Lp.	Rodzaj przegrody temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² ·K)]			
		do 31.12.2013 r.	od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 31.12.2020 r.
1	Ściany zewnętrzne:				
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,28	0,25	0,23	0,20
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,65	0,45	0,45	0,45
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90	0,90	0,90	0,90
2	Ściany wewnętrzne:				
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,00	1,00	1,00	1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,00	0,30	0,30	0,30



Rys. 1. Przykładowe rozwiązania fasad wentylowanych – technologia lekka-sucha [4]



Rys. 2. Przykładowe rozwiązania fasad wentylowanych – technologia ciężka-sucha [4]

W związku z tym istnieje potrzeba przeprowadzenia analiz i ocen proponowanych rozwiązań materiałowych przegród zewnętrznych z uwzględnieniem elewacji wentylowanych w budynkach energooszczędnych.

ANALIZA PRZYKŁADOWYCH ROZWIĄZAŃ MATERIAŁOWYCH ELEWACJI WENTYLOWANYCH

Współczesne konstrukcje ścian zewnętrznych, w tym elewacje wen-

tylowane mają wewnątrz szczeliny powietrzne, które odprowadzają nadmierną wilgoć poza przegrodę.

Elewacje wentylowane mogą być wykonane w dwóch technologiach:

- technologia lekka-sucha: montaż elewacji z sidingu, płyt włókno-cementowych, płyt cementowych, laminatów, elementów drewnianych, blachy aluminiowej itp.) – rysunek 1

- technologia ciężka-sucha: ciężkie płyty kamienne lub płyty z kruszywa kamiennego spojonego żywicą – rysunek 2.

Obie technologie mogą spełniać kryterium rozwiązania energooszczędnego zarówno przy realizacji nowych budynków, jak i przy termorenowacji budynków już istniejących. Stosowanie tych technologii nie ma praktycznie ograniczeń temperaturowych

dotyczących procesu technologicznego, ponieważ nie wykonuje się prac mokrych na budowie.

Do podłoży pełnych typu A, B (cegła, beton itp.) zaleca się stosowanie łączników z trzpieniem wbijającym lub wkręcącym. Do podłoży otworowych/poryzowanych typu C, D, E (np. cegła dziurawka, gazobeton itp.) zaleca się stosowanie łączników z trzpieniem wkręcącym (rysunek 3).

Jako łączników używa się tworzywowych kołków mechanicznych z trzpieniem stalowym z obtryskiem poliamidem z włóknem szklanym i kołnierzem z tworzywa sztucznego o średnicy min. Ø 6 mm. Długość łącznika powinna być sumą grubości płyty izolacyjnej, głębokości zakotwienia i uwzględnić ewentualne nierówności powierzchni podłoża.

Welon szklany, pełniący rolę wiatroizolacji, układa się od strony zewnętrznej, w celu eliminowania penetracji izolacji przez wiatr oraz minimalizacji ewentualnego przenikania wilgoci atmosferycznej do termoizolacji. Płyty można układać w 1 lub 2 warstwach. Ułożenie płyt w 2 warstwach minimalizuje wpływ mostków termicznych, jednak w obydwu przypadkach należy:

- układać płyty ściśle przy sobie tak, aby na styku płyt nie powstały liniowe mostki termiczne

Ze względu na rodzaj podłoża ETAG 014 określił 5 kategorii użytkowych dla łączników fasadowych: A B C D E. Kategoria łącznika określa jego przydatność do stosowania w określonym podłożu.



A/
• Beton



B/
• Cegła pełna
• Bloczki ścienne pełne



C/
• Cegła poryzowana
• Cegła dziurawka
• Pustak ścienny



D/
• Cegła pełna
• Bloczki ścienne pełne



E/
• Autoklawizowany beton komórkowy

Rys. 3. Przykładowe rozwiązania ścian z fasadą wentylowaną [4]

- druga warstwa płyt powinna być przesunięta o połowę długości i ewentualnie obrócona o 90° tak, aby na łączeniach płyt warstwy pierwszej znajdowały się pełne płyty warstwy drugiej.

Należy unikać zbyt mocnego dociskania wełny kołkami, w efekcie którego może nastąpić tzw. efekt poduszki – odginania rogów płyty i tworzenia się mostków termicznych. Na narożach budynku, płyty z wełny ułożone z przesunięciem powinny zachodzić na siebie [4].

naturalnych (bazyty, margle) i odpadowych (żużel wielkopiecowy)

- płyty z poliuretanu (PUR) i poliizocyanuratu (PIR) – twarde płyty piankowe, które są odporne termicznie i niepalne o niższych wartościach współczynnika przewodzenia ciepła niż np. wełna mineralna i styropian
- płyty celulozowe – włókna celulozowe są produktem przyjaznym naturze, ponieważ powstają z surowców wtórnych, a konkretnie z makulatury; powstające w efekcie mielenia papierowych resztek, impregnowane są

- wrażliwość na czynniki biologiczne i chemiczne.

METODY OBLICZENIOWE STRAT CIEPŁA PRZEZ ELEWACJE WENTYLOWANE

Straty ciepła przez pojedyncze elementy budynku, przy przyjęciu pewnych uproszczeń, można określić za pomocą współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$]. Współczynnik przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$] określa stratę ciepła odniesioną do jednostkowej różnicy temperatury wewnętrznej i zewnętrznej oraz jednostkowej powierzchni elementu budowlanego. W przypadku przegród jednorodnych cieplnie wartość współczynnika U wyznacza się wg wzoru:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

gdzie:

R_T – całkowity opór cieplny przegrrody złożonej z płaskich warstw jednorodnych [$m^2 \cdot K/W$], obliczony ze wzoru:

$$R_T = R_{si} + R_n + R_{se}$$

gdzie:

R_{si} – opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej [$(m^2 \cdot K)/W$]
 R_n – obliczeniowe opory cieplne każdej warstwy [$(m^2 \cdot K)/W$]

$$R_n = \frac{d}{\lambda}$$

d – grubość warstwy [m]

λ – obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła materiału [$W/(m \cdot K)$], przyjmuje się na podstawie PN-EN 12524:2003 [N4], tablice z literatury, dane producenta
 R_{se} – opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej [$(m^2 \cdot K)/W$].

Zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2008 [N5] ze względów obliczeniowych szczeliny dzieli się na trzy grupy:

- szczeliny z niewentylowaną warstwą powietrza, niepołączone lub połączone z powietrzem atmosferycznym otworami o polu powierzchni nieprzekraczającym 500 mm² na 1 m szczeliny

pionowej i na 1 m² powierzchni szczeliny poziomej

- szczeliny ze słabo wentylowaną warstwą powietrza, połączone z powietrzem atmosferycznym otworami o polu powierzchni > 500 mm² na 1 m szczeliny pionowej i na 1 m² powierzchni szczeliny poziomej
- szczeliny z dobrze wentylowaną warstwą powietrza, połączone z powietrzem atmosferycznym otworami o polu powierzchni > 1500 mm² na 1 m szczeliny pionowej i na 1 m² powierzchni szczeliny poziomej.

Pole powierzchni otworów dotyczy zarówno otworów wlotowych, jak i wylotowych.

Do obliczonej wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$] w przypadku ścian z elewacjami wentylowanymi, należy dodać wartości poprawek korygujących wpływ:

- nieszczelności w warstwie izolacji
- łączników mechanicznych przechodzących przez warstwę izolacyjną.

Skorygowany współczynnik przenikania ciepła U_c [$W/(m^2 \cdot K)$] uzyskuje się wprowadzając trzon korekcyjny ΔU :

$$U_c = U + \Delta U$$

Człon korekcyjny ΔU [$W/(m^2 \cdot K)$] wyraża się następującym wzorem:

$$U = \Delta U_g + \Delta U_f$$

gdzie:

ΔU_g – poprawka na nieszczelności
 ΔU_f – poprawka na łączniki mechaniczne.

Istotne znaczenia przy określeniu strat ciepła przez płaską ścianę zewnętrzną z fasadą wentylowaną ma uwzględnienie wpływu łączników mechanicznych.

Poprawka na łączniki mechaniczne ΔU_f [$W/(m^2 \cdot K)$] ma zastosowanie, gdy warstwę termoizolacji przebijają metalowe łączniki. Wyznacza się ją w sposób uproszczony na podstawie zależności:

Poprawka na łączniki mechaniczne ma zastosowanie w przypadku, gdy warstwę termoizolacji przebijają metalowe łączniki

W pracy [1] przedstawiono m.in. szczegółowe analizy w zakresie typów elewacji wentylowanych, charakterystyki materiałowej okładzin elewacyjnych, stosowanych systemów podkonstrukcji aluminiowej, zalet i wad elewacji wentylowanych oraz wytycznych do projektowania i montażu elewacji wentylowanych.

W procesie projektowania cieplnego elewacji wentylowanych istotne znaczenie ma dobór odpowiedniego materiału termoizolacyjnego o określonej grubości, spełniając podstawowe kryterium:

$$U_c \leq U_{c(max)}$$

Materiały do warstwy izolacji cieplnej, zalecane do tego typu przegród powinny charakteryzować się niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła λ [$W/(m \cdot K)$] i dużą porowatowością. Inne parametry techniczne są zależne od ich pochodzenia.

Do grupy materiałów warstwy izolacji cieplnej można zaliczyć:

- wełna mineralna – materiał nieorganiczny, włóknisty, produkowany z mieszaniny surowców

preparatami solnymi (dzięki temu zyskują wysoką odporność na mikroorganizmy, owady, a także na ogień, włókno celuloza to materiał trudnopalny); włókno celuloza potrafi również pochłaniać dźwięki, zwiększając komfort akustyczny w izolowanych nią budynkach

- płyty fenolowe (rezolowe) – płyty izolacyjne o zamkniętej strukturze komórkowej z rdzeniem uzyskiwanym z żywicy fenolowo-formaldehidowej; płyty pokryte są po obu stronach welonem szklanym spojonym z rdzeniem w procesie produkcji; charakteryzują się m.in. niską absorpcją wilgoci, dużą wytrzymałością mechaniczną.

Przed wyborem odpowiedniego materiału do izolacji cieplnej należy zwrócić uwagę na następujące właściwości:

- współczynnik przewodzenia ciepła λ [$W/(m \cdot K)$]
- gęstość objętościowa
- izolacyjność akustyczna
- przepuszczalność pary wodnej (współczynnik oporu dyfuzyjnego μ [-])

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_o} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{\tau,h}} \right)^2 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

gdzie:

$\alpha = 0,8 \cdot d_i/d_o$

λ_f – współczynnik przewodności cieplnej łącznika mechanicznego, np. dla stali $\lambda_f = 50 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, dla stali nierdzewnej $\lambda_f = 17 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

n_f – liczba łączników na 1 m^2

A_f – pole przekroju poprzecznego jednego łącznika [m^2]

d_o, d_i – grubość odpowiednio: termoizolacji oraz części metalowej łącznika zanurzonej w warstwie termoizolacyjnej [m]

$R_1, R_{\tau,h}$ – opór cieplny odpowiednio: termoizolacji oraz całej przegrody (z pominięciem mostków cieplnych) [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$].

Poprawki ΔU_f nie uwzględnia się (nie stosuje się) w następujących sytuacjach:

- łącznik przechodzi przez pustą szczelinę
- końce łącznika stykają się obustronnie z metalem
- współczynnik przewodności cieplnej łącznika jest mniejszy od $1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Istnieje także możliwość uwzględnienia łączników mechanicznych określając wartość punktowego współczynnika przenikania ciepła X [W/K] przy zastosowaniu programu komputerowego.

Wartości współczynnika przenikania ciepła U_c [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] wykorzystuje się w dalszych obliczeniach cieplnych: współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_o [W/K] a w konsekwencji wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową EU [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową EK [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$] i wskaźnik na nieodnawialną energię pierwotną EP [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$]. Istotne znaczenie ma także poprawne kształtowanie układów materiałowych złączy elewacji wentylowanych w zakresie

minimalizacji dodatkowych strat ciepła oraz ograniczenia ryzyka występowania kondensacji na wewnętrznej powierzchni przegrody.

PODSUMOWANIE

Elewacje wentylowane stanowią innowacyjne rozwiązanie ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej spełniających wymagania cieplno-wilgotnościowe wg rozporządzenia [N3].

Należy także podkreślić, że przy kształtowaniu układu warstw materiałowych obudowy budynków energooszczędnych należy uwzględnić kryteria w zakresie:

- izolacyjności cieplnej
- kondensacji powierzchniowej i międzywarstwowej
- izolacyjności akustycznej
- ochrony przeciwpożarowej
- nośności i trwałości konstrukcji.

Niektóre układy warstw materiałowych spełniają wymagania w zakresie izolacyjności cieplnej ($U_c \leq U_{c(max)}$), jednak po przeprowadzeniu analizy w zakresie wymagań wilgotnościowych, akustycznych lub przeciwpożarowych usytuowanie warstwy izolacji cieplnej wewnątrz przegrody jest niedopuszczalne. W procesie projektowym i wykonawczym istotne jest także opracowanie kart katalogowych złączy budowlanych z poprawnymi rozwiązaniami konstrukcyjno-materiałowymi elewacji wentylowanych.

Istotny wpływ na wartość współczynnika przenikania ciepła ściany zewnętrznej U [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] ma wartość współczynnika przewodzenia ciepła λ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$] materiału izolacyjnego. W odniesieniu do jednego rodzaju izolacji może się ona wahać w znacznym przedziale w zależności

od produktu, co wynika z szybkiego rozwoju rynku materiałów termoizolacyjnych oraz coraz bardziej zaawansowanych technologii produkcyjnych. Obliczenia i analizy w tym zakresie przedstawiono m.in. w pracach [2, 3].

Istnieje potrzeba opracowania kart katalogowych dotyczących łączników mechanicznych z określeniem dodatkowych strat ciepła w postaci punktowego współczynnika przenikania ciepła X [W/K] oraz rozkładu temperatur z określeniem temperatur minimalnych oraz czynnika temperaturowego f_{Rsi} [-].

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. Uchwała Rady Ministrów z dnia 22 czerwca 2015 r. w sprawie przyjęcia „Krajowego planu mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii”.
- N2. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2013 r., poz. 1409, z późn. zm.).
- N3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2017 r., poz. 2285).
- N4. PN-EN 12524:2003 Materiały i wyroby budowlane – Właściwości cieplno-wilgotnościowe – Tabelearyczne wartości obliczeniowe.
- N5. PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania.

LITERATURA

1. Schabowicz K., *Elewacje wentylowane. Technologia produkcji i metody badania płyt włóknisto-cementowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2018.
2. Pawłowski K., *Projektowanie przegród zewnętrznych w świetle aktualnych warunków technicznych dotyczących budynków. Obliczenia cieplno-wilgotnościowe przegród zewnętrznych i ich złączy*, Grupa Medium, Warszawa, 2016.
3. Pawłowski K., *Zasady projektowania budynków energooszczędnych*, Grupa Medium, Warszawa, 2017.
4. www.knaufinsulation.pl/doradztwo/izolacja-scian-zewnetrznych/fasady-wentylowane



Oprawa ELMONT

Elektromontaż Rzeszów S.A. w oprawach ELMONT stosuje najwyższej jakości podzespoły renomowanych producentów. Zaliczyć można do nich m.in. zintegrowany energooszczędny moduł LED firmy CREE lub Samsung z diodami Power LED o wysokiej wydajności 180 lm/W, a także kierunkowe matryce soczewkowe PMMA firmy LediL o wysokiej skuteczności świetlnej. Dzięki dodaniu stałoprądowych zasilaczy Mean Well Elektromontaż Rzeszów stworzył trwałą, wydajną i wielofunkcyjną oprawę do oświetlenia ulic, ścieżek rowerowych, ciągów pieszych i parkingów. Zastosowanie w oprawach ELMONT dwukomorowych korpusów, które zostały wykonane



z wysokociśnieniowego aluminium oraz wyposażenie ich w uniwersalne uchwyty z możliwością regulacji kąta pochylenia powoduje, że sprawdzają się w każdych warunkach. Użyte w oprawach układy optyczne, jak i dostępne zakresy mocy i strumieni świetlnych zapewniają szerokie zastosowanie w różnych sytuacjach oświetleniowych w nowo budowanej lub modernizowanej infrastrukturze drogowej.

Konfigurację elektryczną i optymalizację optyczną wykonano na Wydziale Elektrycznym Politechniki Rzeszowskiej. W laboratorium Podstaw Techniki Świetlnej i Urządzeń Elektrycznych dokonano badań i testów opraw, opracowano również krzywe światłości, które mogą być wsparciem dla projektantów w popularnym programie DIALUX.

Elektromontaż Rzeszów S.A.

Termomodernizacja i wtórna izolacja przeciwwilgociowa

Wysokie zapotrzebowanie na energię do ogrzewania budynków w Polsce dotyczy głównie starych wysokoemisyjnych obiektów, które są niedostatecznie zabezpieczone (izolowane) przed ucieczką ciepła z pomieszczeń. Koszty ogrzewania takich nieruchomości są bardzo dużym obciążeniem budżetów domowych.

Termomodernizacja ma zatem zmniejszyć zapotrzebowanie na energię i jest jedynym sposobem ograniczenia kosztów ogrzewania. W jej zakres wchodzi przede wszystkim docieplenie zewnętrznych przegród budowlanych i stropów. Jednak, we wspomnianych budynkach, często występują



również problemy związane z nadmiernym zawilgoceniem przegród budowlanych, które wynikają z braku działającej poziomej oraz pionowej izolacji przeciwwilgociowej. Manifestują się one w strefie przyziemia oraz podpiwniczenia.

Nadmierne zawilgocenie wpływa bezpośrednio na obniżenie izolacyjności cieplnej murów, skutkując także rozwojem pleśni i grzybów. Wspomniana korozja biologiczna jest czynnikiem nowotworczym i alergizującym. Trzeba zatem z ogromnym naciskiem podkreślić, że samo docieplenie murów wewnątrz budynku bez usunięcia przyczyn zawilgocenia i jego osuszenia przynosi fatalne skutki. Korozja biologiczna w takich warunkach rozwija się znacznie szybciej. Skutkiem ocieplenia budynku bez rozwiązania kwestii hydroizolacji jest zwiększenie zasięgu wzniosu kapilarnego, co prowadzi do zwiększenia zawilgocenia.

Zatem termomodernizacja budynku i jego ochrona przed wilgocią są zagadnieniami ściśle ze sobą powiązаныmi, gdyż bez sprawnej poziomej i pionowej izolacji przeciwwilgociowej samo docieplenie ścian zewnętrznych nie rozwiązuje problemów.

Maciej Nawrot

INIEKCJA KRYSTALICZNA®

Autorski Park Technologiczny

mgr inż. Maciej NAWROT, Jarosław NAWROT

Możliwości programu SOLBET RevDesigner

Przy obliczeniu współczynnika U należy przyjąć właściwą metodologię liczenia oraz przyjąć właściwe dane. Niedopatrzenia mogą powodować różnice sięgające nawet kilkudziesięciu procent. Jest to zatem bardzo istotne.

Do obliczania współczynnika U firma SOLBET udostępniła profesjonalny kalkulator, który jest zagnieżdżony w programie SOLBET RevDesigner, nakładce do programu Revit. Sama nakładka pozwala projektować w systemie SOLBET, uzyskać komplet informacji technicznych i logistycznych o produktach, które będą zastosowane w projekcie. Pozwala wykonywać zestawienia materiałów.



W nakładce SOLBET RevDesigner zagnieżdżone są profesjonalne kalkulatory optymalizujące projektowanie. Wśród nich jest również profesjonalne narzędzie do obliczania współczynnika przenikania ciepła U , pomagające dobrać właściwą grubość termoizolacji. W algorytmie obliczeń przyjęto obliczenia współczynnika U w oparciu o wartości obliczeniowe współczynników przewodzenia ciepła λ . Jest to bardzo ważne, ponieważ projektant uniknie błędów niedoszacowania grubości izolacji.

Program daje dwie możliwości:

- obliczenia współczynnika przenikania ciepła U przy wybranej ścianie SOLBET oraz wybranym materiale termoizolacyjnym i zadanej grubości tego materiału
- wyznaczenia grubości termoizolacji dla danego współczynnika przenikania ciepła dla przegrody zbudowanej z przyjętej warstwy konstrukcyjnej z bloczków SOLBET.

W ten sposób projektant, mając wybraną warstwę konstrukcyjną z bloczków SOLBET może obliczyć współczynnik przenikania ciepła U – dobierając warstwę termoizolacji lub mając wybraną warstwę konstrukcyjną z bloczków SOLBET i docelowy współczynnik U dopasuje grubość termoizolacji.

mgr inż. Tomasz Rybarczyk

Product manager

SOLBET Sp. z o.o.



II ETAP BUDYNKU NAUKOWO-DYDAKTYCZNEGO UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO

CIĘKAWA REALIZACJA



II etap budowy obiektu przy ul. Dobrej 55 w Warszawie jest największą inwestycją programu wieloletniego Uniwersytetu Warszawskiego zarówno pod względem powierzchni, jak i nakładów finansowych.

W ramach II etapu powstanie budynek z 4 kondygnacjami naziemnymi i 2 podziemnymi. Powierzchnia całkowita wynosi 28,7 tys. m². Nowy budynek zostanie połączony z wybudowanym w ramach I etapu obiektem, z którego studenci Wydziałów Neofilologii i Lingwistyki Stosowanej korzystają już od 2012 roku. Poza pomieszczeniami dydaktycznymi budynek będzie zawierał przestrzeń biblioteczną, administracyjną, socjalną, gastronomiczną, higieniczno-sanitarną oraz techniczną. W części podziemnej będzie garaż. Na dachu zaplanowano ogród oraz miejsca spacerowe i wypoczynkowe.

Podstawowe informacje:

Powierzchnia całkowita: 28,7 tys. m²
Oddanie do użytku: 2022 r.
Wartość inwestycji: 165 mln zł

Umowa o wartości blisko 165 mln zł została podpisana między władzami Uniwersytetu Warszawskiego a generalnym wykonawcą – firmą Hochtief Polska S.A. Okres realizacji umowy przewidziano na 30 miesięcy. Oddanie budynku do użytku planowane jest w 2022 roku.

Dokumentację projektową II etapu budowy inwestycji wykonała pracownia Kuryłowicz & Associates Sp. z o.o.

Program wieloletni „Uniwersytet Warszawski 2016–2025” to kompleksowy program rozwoju uczelni, który obejmuje budowę nowych gmachów oraz rozbudowę i przebudowę istniejących budynków. W sumie przez 10 lat Uniwersytet zrealizuje 18 inwestycji. Budżet programu to blisko 1 mld złotych.

Źródło: Biuro Prasowe Uniwersytetu Warszawskiego

Wizualizacje: Kuryłowicz & Associates Sp. z o.o./Uniwersytet Warszawski



Jak odpowiednio dobrać okna dachowe?

Na rynku dostępna jest szeroka oferta okien dachowych. Ważne jest, aby je prawidłowo dobrać, bo pamiętajmy, że odpowiednia konstrukcja, a także ilość okien ma ogromny wpływ na komfort użytkowania poddasza.



OKNA DACHOWE SPEŁNIAJĄ NASTĘPUJĄCE FUNKCJE:

Odpowiednio doświetlają poddasze

Według badań, około 90% czasu spędzamy w pomieszczeniach zamkniętych, dlatego wnętrza powinny być dobrze doświetlone naturalnym światłem.

Zapewniają kontakt wzrokowy z otoczeniem

Okna dachowe różnią się między sobą konstrukcją. Do wyboru mamy okna dachowe o konstrukcji obrotowej, uchylno-obrotowej, okna balkonowe oraz okna dachowe o podwyższonej osi obrotu. Konstrukcja okien decyduje o wygodzie użytkowania, a ich rozmiar i wysokość montażu o możliwości obserwacji otoczenia.

Umożliwiają przewietrzanie pomieszczenia

Wilgoć na poddasze dostaje się z powietrzem zewnętrznym, generowana jest przez domowników oraz podczas codziennych czynności. Okna dachowe umożliwią przewietrzanie pomieszczeń na poddaszu, a także wspomogą pracę prawidłowo działającej wentylacji grawitacyjnej.

OKNA DACHOWE DOBIERANE SĄ W ZALEŻNOŚCI OD:

Przeznaczenia i wielkości pomieszczenia

Dobór okien dachowych rozpoczynamy od wyliczenia potrzebnej ilości i rozmiarów okien. W pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi stosunek ten powinien wynosić co najmniej 1:8, natomiast w innych pomieszczeniach, w których wymagane jest światło dzienne ze względów na przeznaczenie, to co najmniej 1:12.

Przykładowo dla pokoju dziennego o powierzchni 20 m² potrzebujemy okien o powierzchni 2,5 m² w świetle ościeżnicy. Taką powierzchnię zapewnią 4 okna dachowe o rozmiarze 78x118 cm.

WYSOKOŚĆ MONTAŻU OKNA

Przepisy wskazują, że w budynkach o kondygnacjach położonych poniżej 25 m nad terenem, odległość dolnej krawędzi okna otwieranego od podłogi powinna wynosić co najmniej 85 cm. Natomiast na kondygnacjach powyżej 25 m nad terenem, należy zachować nie mniej niż 110 cm.

FAKRO zaleca montaż okien dachowych (dolna krawędź) na poziomie 110–140 cm od podłogi, co spełnia powyższe wymagania oraz zapewnia odpowiednie doświetlenie i gwarantuje kontakt wzrokowy z otoczeniem. Zastosowanie dolnej klamki w oknach FAKRO pozwala na komfortową obsługę. Tak zamontowane okno umożliwia umieszczenie grzejnika pod oknem oraz prawidłowe wykonanie szpalet. Dzięki temu zapewniona jest prawidłowa cyrkulacja powietrza we wnętrzu okiennej, która skutecznie ogranicza ryzyko wystąpienia kondensacji na oknie dachowym.

PRAWIDŁOWE DOŚWIETLENIE PODDASZA

Reguła 1

Lepsze efekty oświetlenia uzyskamy stosując kilka okien umieszczonych w różnych punktach dachu, niż okna zgrupowane w jednym miejscu.

Reguła 2

Im wyżej od podłogi będzie zamontowane okno, tym lepsze i bardziej

równomierne będzie doświetlenie pomieszczenia.

Reguła 3

Im kąt nachylenia dachu jest mniejszy, tym wysokość okna powinna być większa. Wysokie okna dachowe zapewniają równomierny rozkład światła w pomieszczeniu oraz gwarantują widok na zewnątrz. Szeroka oferta okien dachowych FAKRO pozwala na odpowiedni jego wybór w zależności od rodzaju pomieszczenia i wymagań klienta. Okna drewniane można stosować w większości pomieszczeń na poddaszu, takich jak sypialnie, korytarze oraz pokoje dziecięce. W pomieszczeniach, gdzie okresowo panuje podwyższona wilgotność, takich jak łazienka, czy kuchnia proponujemy okna tworzywowo-aluminiowe. Natomiast do budynków, w których szczególny nacisk położony jest na energooszczędność polecamy okna Thermo o znakomitej izolacyjności termicznej.

Pamiętajmy, że prawidłowy montaż okna w dachu pozwoli nam na długoletnie jego użytkowanie. ◀



Ocena energetyczna stolarki otworowej

Realizacja przez Polskę, jako członka Unii Europejskiej wymogów dyrektywy 2010/31/UE [N1], dotyczącej ustalenia standardów energetycznych budynków ma swoje odzwierciedlenie w zapisach Warunków Technicznych [N2]. Liczba 40%, znana całej branży budowlanej jako miara/odsetek całkowitej konsumpcji energii, jaka przypada na budynki, stała się celem dla Komisji Europejskiej do zaostrzania wymogów standardu energetycznego budynków, poprzez podnoszenie ich energooszczędności, aż do osiągnięcia przez nie „niemal zero-energetyczności”.

Ocena przydatności wyrobu budowlanego z uwagi na wymagania energetyczne dotyczy więc zamierzonego stosowania w budownictwie [N3] (dyrektywa 89/106/EEC) oraz zastosowania w budynku o określonym projektowanym poziomie lub klasie charakterystyki energetycznej [N4] (dyrektywa 2002/91/EC). W odniesieniu do stolarki otworowej takie cechy jak współczynnik przenikania ciepła U_w , przepuszczalność powietrza czy współczynnik całkowitej przepuszczalności energii g

(przepuszczalność promieniowania słonecznego) oraz przepuszczalność światła widzialnego zastosowanego oszklenia, mają istotny wpływ na charakterystykę energetyczną budynku.

WPROWADZENIE DO OBROTU STOLARKI OKIENNEJ

Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. [N5] ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych oraz Ustawy o wyrobach budowlanych [N6] (z dnia 16 kwietnia 2004), stolarka okienna jako wyrób budowlany, jest wprowadzana na rynek pod warunkiem, że jest on właściwie oznakowany – znakiem CE albo znakiem budowlanym B [N7]. Obowiązkiem producenta wyrobu jest sporządzenie dla tego wyrobu deklaracji właściwości użytkowych na podstawie wyników badań wstępnych typu. Aby oznakować wyrób znakiem budowlanym, producent powinien dokonać oceny zgodności okien oraz wydać, na swoją wyłączną odpowiedzialność, krajową deklarację zgodności z polską normą wyrobu albo Krajową Ocenę Techniczną. Co więcej, zgodnie z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych [N8], stolarka okienna powinna spełniać warunek minimalnej izolacyjności termicznej oraz właściwej powierzchni przeczyszczeń.



© Kange Studio - Fotolia.com

WSZYSTKIE PARAMETRY STOLARKI OKIENNEJ SĄ USTALANE NA PODSTAWIE NORMY PN-EN 14351-1:2016-10 [N9]

Stolarka okienna jest oceniana wg normy zharmonizowanej PN-EN 14351-1:2016-10 [N9], w której podano oceny przydatności okien i drzwi do stosowania w budownictwie na terenie UE, przewiduje określanie wartości ww. cech oraz deklarowanie odpowiednio ich poziomów lub klas. Zastosowanie wyrobu w budynku jest uwarunkowane posiadaniem przez wyrób zadeklarowanej wartości lub klasy cech oraz spełnieniem wymagań określonych w krajowych przepisach budowlanych. W Polsce są one podane w rozporządzeniu, w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [N8] i podają dopuszczalne wartości współczynnika przenikania ciepła, współczynnika infiltracji powierza oraz współczynnika przepuszczalności energii całkowitej promieniowania słonecznego okien. Opis szczegółowych wymagań stawianych m.in. stolarcze okiennej zawarty został w Instrukcji ITB [1]. W artykule natomiast zostaną zawarte informacje odnoszące się tylko do cech stolarki okiennej w kontekście ich właściwości cieplnych.

WYMAGANIA WG WT 2021 [N2]

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r., nr 75, poz. 690, z późn. zm.) [N2] od 1 stycznia 2021 r. będą obowiązywać nowe wymagania, m.in. dotyczące wartości współczynnika przenikania ciepła stolarki okiennej. I tak maksymalna dopuszczalna wartość współczynnika przenikania ciepła dla okien zewnętrznych montowanych pionowo w przegrodach będzie wynosić $0,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ (dla temperatury wewnętrznej $\geq 16^\circ\text{C}$) i $1,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ (dla temperatury wewnętrznej $< 16^\circ\text{C}$), zgodnie z Załącznikiem 2,

pkt. 1.2 ww. Rozporządzenia [N2]. W przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością te nowe wymagania obowiązują już od 1 stycznia 2019 r. W ww. Rozporządzeniu [N2] nie podano wymagań w zakresie wartości liniowych współczynników przenikania ciepła Ψ dla połączeń ścian zewnętrznych ze stolarką okienną. Na wypadek jednak zaistnienia ryzyka wystąpienia kondensacji pary wodnej, tj. niespełnienia warunku $f_{Rsi} > 0,72$ zgodnie z ww. Rozporządzeniem [N2], Załącznik 2, pkt. 2.2., wartości te należy wyznaczyć.

WSPÓŁCZYNNIK PRZENIKANIA CIEPŁA OKNA U_w

Wartość współczynnika przenikania ciepła okna U_w [$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$] określa ilość energii, jaka przenika przez okno, w odniesieniu do jego powierzchni i różnicy temperatur z obu jego stron. Im mniejsza jest jego wartość, tym mniejsze są straty ciepła. Dokonując wyboru stolarki okiennej, wartość współczynnika przenikania

Obowiązkiem producenta wyrobu jest sporządzenie dla tego wyrobu deklaracji właściwości użytkowych na podstawie wyników badań wstępnych typu

ciepła powinna być brana pod uwagę jako jeden z najważniejszych parametrów. Współczynnik U_w jest wypadkowym współczynnikiem przenikania ciepła dla całego okna, na którego wartość wpływają parametry cieplne poszczególnych elementów konstrukcji, tj. pakiet szybowy U_g , profile okienne (złożenia rama/ościeżnica) U_f i typ zastosowanej ramki dystansowej w pakiecie szybowym (liniowy mostek cieplny Ψ).

OKREŚLANIE WSPÓŁCZYNNIKA PRZENIKANIA CIEPŁA OKNA

W pkt. 1.2 załącznika nr 2 do Rozporządzenia [N2], podano



wymagania dotyczące maksymalnych dopuszczalnych wartości współczynników przenikania ciepła U stolarki okiennej, natomiast w normie wyrobu PN-EN 14351-1 [N9] podano metody jego wyznaczania. Zgodnie z ww. normą [N9], są dwie równoważne metody oznaczenia współczynnika przenikania ciepła okien: metoda badawcza i metoda obliczeniowa. Metoda badawcza jest podana w normie PN-EN ISO 12567-1 [N10]. Wynikiem badania jest wartość współczynnika przeni-

PN-EN 10077-2 [N12]. Na podstawie przeprowadzonych symulacji numerycznych otrzymujemy wartości współczynników przenikania ciepła złożenia rama/ościeżnica U_f oraz liniowych współczynników przenikania ciepła na połączeniu oszklenia i ramy Ψ .

Zgodnie z normą PN-EN 10077-2 [N12], współczynnik przenikania ciepła okna wyliczamy wg wzoru:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f}$$

gdzie:

A_g – pole powierzchni oszklenia

U_g – współczynnik przenikania ciepła oszklenia

U_f – współczynnik przenikania ciepła ramy

A_f – pole powierzchni ramy

Ψ_g – liniowy współczynnik przenikania

l_g – długość liniowego mostka cieplnego na styku oszklenia z ramą.

kania ciepła okna U_w , zawierająca pełną informację o właściwościach cieplnych badanego okna, tj. łączna wartość sumy współczynników przenikania ciepła pakietu szybowego, złożenia rama/ościeżnica oraz liniowych współczynników przenikania ciepła na połączeniu oszklenia i ramy okiennej, a także wpływ wszystkich występujących punktowych mostków cieplnych obecnych w konstrukcji okna. Metoda obliczeniowa w zakresie wyznaczenia wartości U_w jest podana w normie PN-EN ISO 10077-1 [N11], natomiast metoda wykonania samych obliczeń numerycznych jest zawarta w normie

W przypadku badań przez obliczenia (są to przekroje 2D), do określania wartości U_w nie bierze się pod uwagę wpływu występujących mostków punktowych w konstrukcji okna, co jednak, przy oczekiwanych parametrach U_w na poziomie $0,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ i biorąc pod uwagę daną konstrukcję okna, należałoby uwzględnić. Jakkolwiek obie metody są równoważne do oceny właściwości cieplnych okna, to jednak w świetle nowych wymagań, dotyczących maksymalnych dopuszczalnych wartości tego współczynnika, wyznaczenie tego parametru metodą badawczą,

zwłaszcza nowych, wprowadzanych na rynek wyrobów, pozwoli na dokładniejsze poznanie jego konstrukcji oraz ewentualnie poprawę i eliminację słabszych punktów w jego konstrukcji. Podczas badania okna w zakresie określania jego właściwości cieplnych na stanowisku osłoniętej skrzynki grzejnej, obraz cieplny konstrukcji jest rejestrowany kamerą termowizyjną, co umożliwia dokładne poznanie niewralgicznych miejsc konstrukcji. Także możliwość wykonania pomiarów przy różnych zakresach temperatur (wg normy [N10]) badania są wykonywane przy różnicy 0–20°C służy poprawie parametrów cieplnych okna.

Zgodnie z normą wyrobu PN-EN 14351-1 [N9], wyznaczenie wartości deklarowanej współczynnika przenikania ciepła okien należy do zadań laboratorium notyfikowanego (system 3). Norma dopuszcza jednak, aby obliczenia współczynnika przenikania ciepła dokonywali sami producenci i systemodawcy stolarki okiennej, pod warunkiem, że metodologia stosowana do wykonywania obliczeń jest weryfikowana przez jednostkę notyfikowaną. Wartość deklarowana współczynnika przenikania ciepła jest określana dla każdego okna i jest umieszczana na sporządzanej przez producenta deklaracji właściwości użytkowych.

Pakiety szybowe

Z uwagi na dominujący najczęściej udział oszklenia w powierzchni całego okna (średnio 70–75% powierzchni okna), jego właściwości cieplne mają znaczący wpływ na wartość współczynnika przenikania ciepła okna U_w . Na rynku dostępnych jest bardzo dużo pakietów szybowych o zróżnicowanych parametrach cieplnych, w tym wartościach współczynnika przenikania ciepła U_g . Obecnie najczęściej stosowane są pakiety dwuszybowe, które charakteryzują się współczynnikiem U_g od 0,8 do 1,0 W/(m²·K), rzadziej stosuje się już 1,1 W/(m²·K), gdyż takie okno

może nie spełniać wymagań w zakresie parametrów cieplnych wg WT 2017 [N8]. Pakiety trójszybowe uzyskują wartości już od 0,4 do 0,7 W/(m²·K). Dostępne są również wyroby czteroszybowe o współczynniku przenikania ciepła nawet o wartości 0,3 W/(m²·K), co jednak ma swoje odzwierciedlenie w ich wielkości i ciężarze. Tym samym, masowość pakietów szybowych musi przekładać się na konstrukcję samej ramy okiennej i złożenia rama/ocieźnica. Aby uzyskać izolacyjność cieplną okna na poziomie $U_w \leq 0,9$ W/(m²·K), standardem staje się stosowanie dwukomorowych

wania kondensacji pary wodnej na wewnętrznej powierzchni oszklenia, zwłaszcza w okresie grzewczym.

Ramy okienne

Ramy okienne produkuje się z drewna, kształtowników tworzywowych lub aluminiowych z przekładkami termicznymi czy też łącząc te materiały, np. drewno i aluminium. Uzyskanie dobrych właściwości cieplnych, a także konieczność zamontowania w nich grubszych pakietów szybowych, spowodowały zmiany w ich konstrukcji w kierunku zwiększenia ich grubości. W konsekwencji, bez względu na

W większości przypadków stolarka okienna na polskim rynku charakteryzuje się 4 klasą w zakresie przepuszczalności powietrza

pakietów szybowych. Producenci oszklenia, poprzez zastosowanie szyb z różnymi powłokami, jak też wypełniając przestrzeń międzyszybową różnymi gazami (np. kryptonem), są w stanie osiągnąć znaczną poprawę izolacyjności cieplnej pakiety szybowego.

Ramki dystansowe

Krawędzie pakietów szybowych (tafle szkła), zespala się z ramką dystansową, która nie tylko pogarsza w tym miejscu izolacyjność cieplną oszklenia, ale wpływa też na mostek liniowy na połączeniu pakietu szybowego z ramą okienną. W stosowanych obecnie dwukomorowych pakietach szybowych raczej już nie spotyka się ramek aluminiowych, dominują zaś ramki ze stali nierdzewnej oraz z tworzyw sztucznych, a dostępność i różnorodność, zwłaszcza tych ostatnich jest na rynku zauważalna. Wybór okna z pakietem szybowym z ciepłą ramką dystansową to nie tylko lepsze parametry cieplne samego okna, ale też zmniejszenie ryzyka występo-

zastosowanie rodzaju materiału i systemu, w jakim są wykonane ramy, najlepsze z nich charakteryzują się współczynnikiem przenikania ciepła dużo poniżej 1,0 W/(m²·K), co w zestawieniu z parametrami cieplnymi pakietów szybowych i ciepłych ramek dystansowych umożliwia uzyskanie parametrów współczynnika przenikania ciepła, spełniających wymagania, które będą obowiązywać od 2021 r., ale także wartości znacznie poniżej tych wymagań.

SZCZELNOŚĆ OKIEN

NA PRZENIKANIE POWIETRZA

W kontekście wymagań energetycznych dla budynków [N15], drugą istotną cechą stolarki okiennej jest szczelność konstrukcji okiennych na przepuszczanie powietrza w okresie ich eksploatacji. Nieszczelności konstrukcji okiennych to miejsce strat ciepła, co przekłada się na charakterystykę cieplną budynku. Badania przepuszczalności powietrza wykonuje się zgodnie z normą PN-EN 1026:2001 [N13] i otrzymuje wyniki

całkowitego przepływu powietrza przez okno w odniesieniu do jego całkowitej powierzchni [m³/(hm²)] i długości linii stykowej skrzydła okiennego z ościeżnicą [m³/(hm)] określone przy ciśnieniu 100 Pa. Dla danego okna podaje się jego klasę szczelności określoną zgodnie z normą klasyfikacyjną PN-EN 12207:2001 [N14]. Zgodnie z Rozporządzeniem [N8] stolarka okienna w budownictwie w zależności od zastosowania powinna spełniać następujące wymagania w zakresie wartości przepuszczalności powietrza:

- dla zastosowania w budynkach niskich, średniowysokich i wysokich, przepuszczalność powietrza dla okien przy ciśnieniu równym 100 Pa wynosi nie więcej niż 2,25 m³/(hm) w odniesieniu do linii stykowej lub 9 m³/(hm²) w odniesieniu do pola powierzchni, co odpowiada klasie 3 normy PN-EN 12207:2001 [N14]
- dla zastosowania w budynkach wysokościowych, przepuszczalność powietrza przy ciśnieniu równym 100 Pa wynosi nie więcej niż 0,75 m³/(hm) w odniesieniu do linii stykowej lub 3 m³/(hm²) w odniesieniu do pola powierzchni, co odpowiada klasie 4 normy PN-EN 12207:2001 [N14].

W większości przypadków stolarka okienna na polskim rynku charakteryzuje się 4 klasą w zakresie przepuszczalności powietrza. W związku z tym nie można też zapominać o problemie wentylacji, gdyż wymiana powietrza w pomieszczeniach jest niezbędna. Jeśli zatem w pomieszczeniu nie ma wentylacji mechanicznej, niektóre z okien powinny być wyposażone w nawiewniki.

Kolejnymi istotnymi parametrami mającymi wpływ na wartość energetyczną okna, a będącymi podstawowymi parametrami charakteryzującymi pakiety szybowe są przepuszczalność światła i współczynnik promieniowania słonecznego. Zgodnie z Rozporządzeniem [N8], Załącznik nr 2, pkt. 2.1.4. we wszystkich rodzajach budynków

współczynnik przepuszczalności energii całkowitej promieniowania słonecznego okien g obliczany jest według wzoru:

$$g = f_c \cdot g_n$$

gdzie:

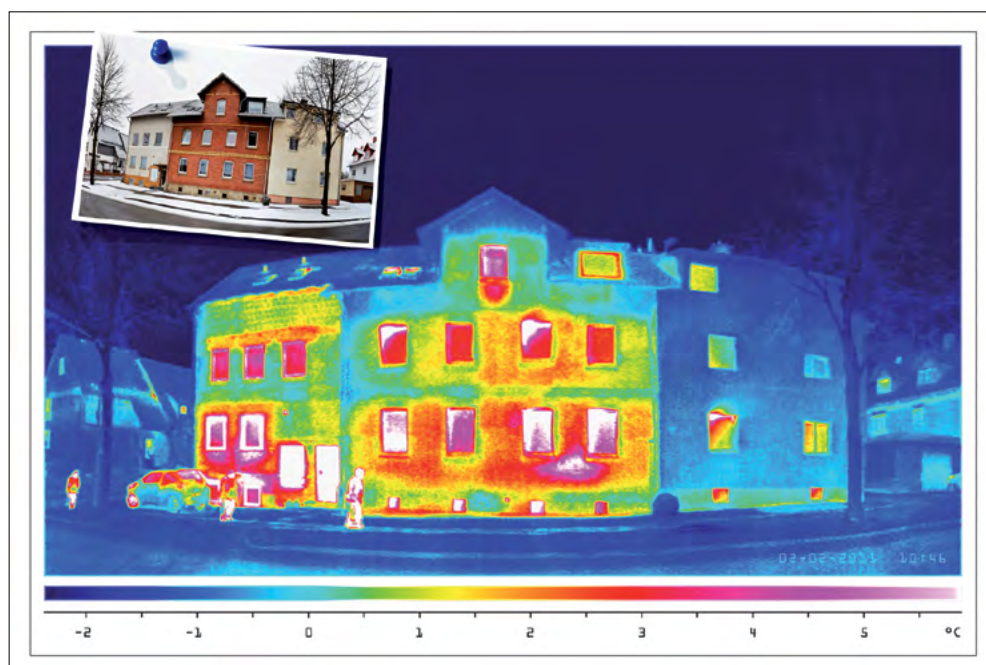
f_c – współczynnik redukcji promieniowania; ze względu na zastosowane urządzenia przeciwsłoneczne, w okresie letnim nie może być większy niż 0,35

g_n – współczynnik całkowitej przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla typu oszklenia.

Zgodnie z pkt. pkt. 2.1.5 ww. Rozporządzenia [N8], wartości współczynnika całkowitej przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla typu oszklenia g_n należy przyjmować albo na podstawie deklaracji właściwości użytkowych wyrobu, albo w przypadku braku takich danych wartości g_n zamieszczone w tablicy ww. załącznika nr 2, pkt. 2.1.5. Wartość tego współczynnika wynosi 0,85 dla pojedynczego oszklenia, 0,75 dla podwójnego oszklenia i 0,7 dla potrójnego oszklenia. Gdyby zastosowano na szybie selektywne powłoki, wartości te będą mniejsze. Wartości współczynnika redukcji promieniowania ze względu na zastosowane urządzenia przeciwsłoneczne f_c zostały podane w tablicy załącznika 2, pkt. 2.1.6. ww. Rozporządzenia [N8].

PODSUMOWANIE

Duży postęp w zakresie produkcji okien przyniósł nowe rozwiązania technologiczne i pozwolił na udoskonalenie właściwości wyrobów, zarówno pod względem parametrów technicznych, jak i estetyki. [Dobrze dobrana stolarka okienna pozwala na znaczne ograniczenie strat energii cieplnej i zmniejszenie wydatków na ogrzewanie mieszkania.](#) Zapewnia ona również komfort oraz bezpieczeństwo użytkowania. Niewątpliwie do zasadniczych cech, dla których wymagane jest deklarowanie przez producenta



© Ingo Bartussek - Fotolia.com

właściwości użytkowych zaliczyć należy współczynnik przenikania ciepła U_w [W/(m²·K)], któremu przypisuje się niejako rolę wyznacznika jakości okna. Im niższa wartość współczynnika przenikania ciepła okna U_w tym mniejsze są straty energii z tytułu przenikania ciepła, a tym samym okno jest bardziej energooszczędne. ◀

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz.U. UE L 153/13 z 18.06.2010 r.).
- N2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75, poz. 690, z późn. zm.).
- N3. Dyrektywa Rady 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych, z późn. zm.
- N4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2002/91/EC z dnia 16 grudnia 2002 r.
- N5. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG.
- N6. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. z 2004 r., nr 92, poz. 881).
- N7. Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury (z dnia 11 sierpnia 2004 r.) w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym).
- N8. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 r., nr 0, poz. 926).
- N9. PN-EN 14351-1+A2:2016-10 Okna i drzwi – Norma wyrobu, właściwości eksploatacyjne – Część 1: Okna i drzwi zewnętrzne bez właściwości dotyczących odporności ogniowej i/lub dymoszczelności.
- N10. PN-EN ISO 12567-1:2010 Ciepne właściwości użytkowe okien i drzwi – Określanie współczynnika przenikania ciepła metodą skrzynki

grzejnej – Część 1: Kompletne okna i drzwi.

- N11. PN-EN ISO 10077-1:2007/AC:2010 Ciepne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji – Obliczanie współczynnika przenikania ciepła – Część 1: Postanowienia ogólne.
- N12. PN-EN ISO 10077-2:2012 Ciepne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji – Obliczanie współczynnika przenikania ciepła – Część 2: Metoda komputerowa dla ram.
- N13. PN-EN 1026:2001 Okna i drzwi – Przepuszczalność powietrza – Metoda badania.
- N14. PN-EN 12207:2001 Okna i drzwi – Przepuszczalność powietrza – Klasyfikacja.
- N15. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r., nr 0, poz. 376).

LITERATURA

- 1. *Okna i drzwi zewnętrzne – Wymagania, klasyfikacja i zakres stosowania*, Instrukcja ITB, Warszawa, 2012.

NKT

Prosto i wygodnie z przewodem **CENTER**

Wybierz przewód NKT instal PLUS
CENTER YDYp 3x2,5 450/750 V
do montażu w gniazdkach elek-
trycznych, idealnie dopasowany
do układu zacisków w gniazdku.

Kolejność żył w przewodzie jest zgodna z układem zacisków
w gniazdku, dzięki temu instalacja przebiega szybko i bez
konieczności przeplatania żył w puszcze. Przewód NKT instal PLUS
CENTER to łatwość, szybkość i wygoda dla każdego instalatora.




Elektromontaż
Rzeszów SA

Słupy oświetleniowe

wykonywane w technologii spawania laserem

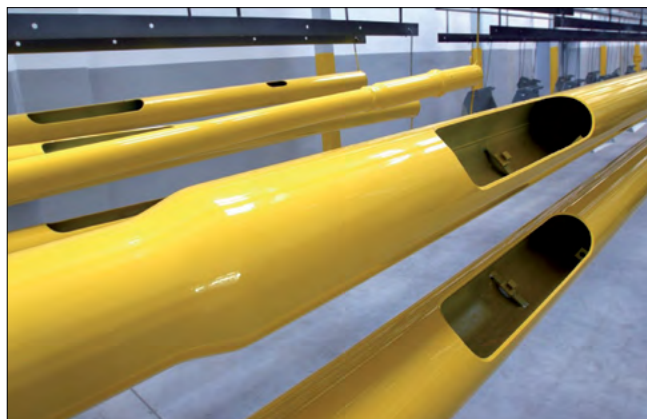
Elektromontaż Rzeszów S.A. od kilku lat realizuje produkcję nowych słupów oświetleniowych, wykorzystując do tego technologie laserowe.

Proces produkcji jest w pełni zautomatyzowany – zarówno na etapie rozkroju blach, jak i łączenia uformowanych słupów wykorzystywany jest laser. Spawanie laserowe słupów odbywa się bez dodatku spoiwa. Łączone elementy stykają się ze sobą a skupiona energia lasera topi łączone krawędzie metalu, tworząc wąską spoinę. Dzięki temu występuje mała szerokość strefy ciepła, co skutkuje minimalnymi naprężeniami cieplnymi w obszarze spawania oraz niewielkimi zmianami w strukturze materiału. Trzon słupa nie wygina się, a ocynkowana powierzchnia słupa jest jednorodna nawet w rejonie spoiny. Brak tlenków, zanieczyszczeń, poro-

watości powoduje, iż otrzymujemy wysoką jakość spoiny, o gładkiej powierzchni, której nie trzeba dodatkowo poddawać obróbce korygującej. Cały proces produkcji ogranicza również emisję szkodliwych substancji do środowiska oraz gwarantuje stabilność i powtarzalność parametrów geometrycznych i wytrzymałościowych wyrobu. Metoda spawania laserem stawia jednak dodatkowe wymagania

SŁUP BEZSZWOWY

W tzw. słupie bezszwowym spoina jest minimalna i praktycznie niewidoczna, a stosowany proces technologiczny zapewnia powtarzalność geometryczną.



przed producentem: tj. wyższy koszt urządzeń technologicznych, bardzo wysokie kwalifikacje personelu obsługi i utrzymania ruchu oraz wysokie wymagania jakościowe spawanych materiałów i przygotowania krawędzi.

Słupy oświetleniowe produkowane w technologii laserowej umożliwiły stworzenie nowej oferty. Dotychczasowe produkty o cieńszych ściankach są stopniowo zastępowane przez

słupy oświetleniowe o grubościach ścianek 3 i 4 mm. Zastosowanie blach 3 i 4 mm w produkcji laserowej zapewnia grubszą warstwę ochronną cynku. Wg normy PN-EN ISO 1461 grubość warstwy cynku na słupach 3 mm wynosi średnio 70 mikrometrów.

POWŁOKI OCHRONNE NOWYCH SŁUPÓW

Dodatkowym zabezpieczeniem słupów ocynkowanych może być tzw. system DUPLEX. Jest to wielowarstwowa ochrona stali z wykorzystaniem powłoki cynkowej, jako bariery elektrochemicznej i powłoki malarskiej jako ochronno-dekoracyjnej. Zabezpieczenie w systemie DUPLEX jest realizowane w nowo uruchomionej malarni proszkowej, specjalnie przygotowanej do malowania 11-metrowych elementów słupów oświetleniowych. Ciekawą propozycją, jaką daje malowanie proszkowe w tym systemie, jest stosowanie farb proszkowych, które imitują powłoki anodowe dostępne

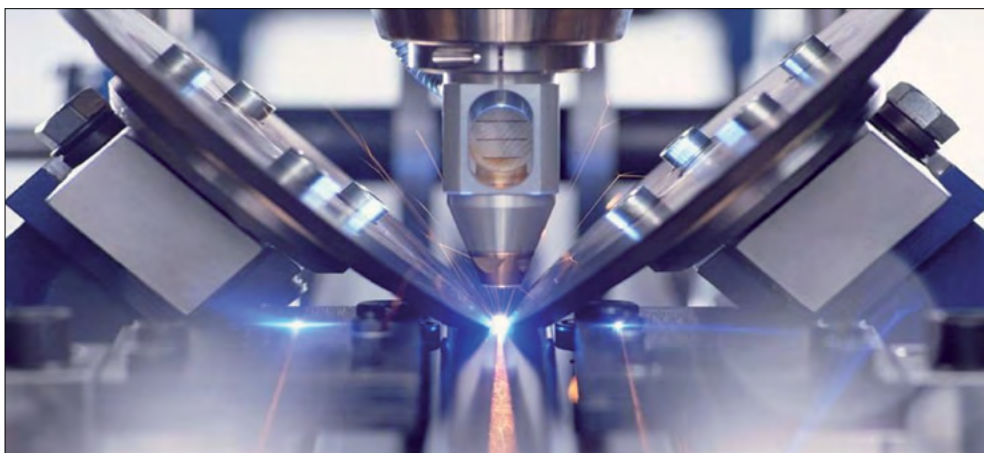


Tabela 1. Słupy produkowane w technologii laserowej

Wysokość [m]	Słupy okrągłe bezwysięgnikowe		Słupy sześciokątne bezwysięgnikowe	Słupy okrągłe wysięgnikowe		Słupy sześciokątne wysięgnikowe
	Grubość 3 mm	Grubość 4 mm		Grubość 3 mm	Grubość 4 mm	
3	S-30C-3	–	S-30/6-3	W konfiguracji z dodatkowymi koronami do słupów parkowych		
4	S-40C-3	S-40PC-4	S-40/6-3			
5	S-50C-3	S-50PC-4	S-50/6-3			
6	S-60PC-3	S-60PC-4	S-60P/6-3	S-60C-3	S-60C-4/ø70	S-60/6-3
7	S-70PC-3	S-70PC-4	S-70P/6-3	S-70C-3	S-70C-4/ø70	S-70/6-3
8	S-80PC-3	S-80PC-4	S-80P/6-3	S-80C-3	S-80C-4/ø70	S-80/6-3
9	S-90PC-3	S-90PC-4	S-90P/6-3	S-90C-3	S-90C-4/ø70	S-90/6-3
10	S-100PC-3	S-100PC-4	S-100P/6-3	S-100C-3	S-100C-4/ø70	S-100/6-3
11	S-110PC-3	S-110PC-4	S-110P/6-3	S-110C-3	S-110C-4/ø70	S-110/6-3
12	S-120PC-3	S-120PC-4	S-120P/6-3	S-120C-3	S-120C-4/ø70	S-120/6-3
13	–	S-130PC-4	–	–	S-130C-4/ø70	–
14	–	S-140PC-4	–	–	S-140C-4/ø70	–
15	–	–	–	–	S-150C-4/ø70	–
16	–	–	–	–	S-160C-4/ø70	–

NOWY PROJEKT BADAWCZY

W sierpniu 2019 r. Elektromontaż Rzeszów S.A. jako lider w konsorcjum, razem z LUG Light Factory Sp. z o.o. i Instytutem Badawczym Dróg i Mostów (IBDiM) uruchomił nowy projekt badawczy w zakresie bezpieczeństwa biernego słupów oświetleniowych pod nazwą „Bezpieczny Punkt Oświetleniowy”. Efektem tego projektu będzie stworzenie zintegrowanego z oprawą słupa oświetleniowego z cechami bezpieczeństwa biernego.

Tabela 2. Słupy uliczne o ścianie grubości 3 mm z cechami bezpieczeństwa biernego

Wysokość [m]	Słupy uliczne wysięgnikowe	Fundament	Klasa bezpieczeństwa biernego
10	S-100CN-3PS	F-150/200-PS	100LE1
11	S-110CN-3PS	F-150/200-PS	
12	S-120CN-3PS	F-150/200-PS	

dotychczas w procesie tradycyjnego anodowania, przy zachowaniu wszystkich znanych zalet malowania proszkowego.

W efekcie otrzymujemy słup stalowy ocynkowany, z powłoką ochronną cynkową oraz powłokę malarską ochronno-dekoracyjną, których łączna średnia grubość powłok ochronnych wynosi ok. 150 mikrometrów. Obydwie powłoki współdziałają ze sobą dwukrotnie wydłużając okres ochrony. W stopach słupów z nowej oferty zastosowano sprawdzone rozwiązanie, w którym konstrukcja węzła mocującego do fundamentu zapewnia całkowite ukrycie śrub mocujących.

Stopa słupa oraz dolna część korpusu słupa do wysokości np. 600 mm może być dodatkowo zabezpieczona aplikowaną na gorąco powłoką z elastomeru poliuretanowego.

BEZPIECZEŃSTWO BIERNE SŁUPÓW BEZSZWOWYCH

Wykorzystując doświadczenie w pracach nad bezpieczeństwem biernym słupów oświetleniowych również słupy w nowej technologii opracowano w tzw. wersji bezpiecznej.



Poddano je certyfikacji na zgodność z normą PN-EN 12767, w wyniku czego słupy uliczne wysięgnikowe o ścianie grubości 3 mm mają cechy bezpieczeństwa biernego w klasie 100LE1 (tabela 2).

W celu powiększenia asortymentu słupów oświetleniowych, Elektromontaż Rzeszów S.A. wprowadził do oferty oprawy oświetleniowe, które zapewniają trwałe, wydajne i wielofunkcyjne oświetlenie ulic, ścieżek rowerowych i parkingów. ➤





Projektowanie oświetlenia drogowego

Oświetlenie drogowe jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz na zwiększenie płynności ruchu i przepustowości dróg. Prawidłowo zaprojektowane i wykonane zapewnia zarówno kierowcom, jak i pieszym oraz rowerzystom odpowiednie warunki widzenia w porze nocnej. Oświetlenie terenów mieszkalnych daje wzrost poczucia bezpieczeństwa mieszkańcom, m.in. poprzez ograniczenie przestępczości i wandalizmu, promuje oraz podnosi atrakcyjność terenu.

ASPEKTY PRAWNE ORAZ PODSTAWOWE NORMY I ZALECENIA DOTYCZĄCE OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Ze względów ekonomicznych nie możliwe jest oświetlenie wszystkich dróg i ulic. Wykaz dróg, które muszą mieć oświetlenie w porze nocnej reguluje Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej [N1]. Oświetlenie drogowe powinno być stosowane m.in., tam gdzie droga przebiega przez obszar oświetlony i może występować oślnienie uczestników ruchu, w obszarze węzła lub skrzyżowania z drogą już oświetloną, na skrzyżowaniu na terenie zabudowanym, przy którym znajdują się budynki użyteczności publicznej i przystanki komunikacji zbiorowej oraz przejścia dla pieszych. Za planowanie oświetlenia miejsc publicznych i dróg znajdujących się na terenie gminy odpowiedzialne są władze danej gminy.

Podstawowe wymagania oświetleniowe zawarte są w normie PN-EN 13201:2016 Oświetlenie dróg. Dokument ten składa się z raportu technicznego, niemającego statusu Polskiej Normy oraz 4 części normy. Raport techniczny [N2] opisuje sposób wyboru klasy oświetlenia, w normie natomiast zawarto wymagania ilościowe dla poszczególnych klas oświetlenia [N3], sposób obliczania parametrów oświetleniowych [N4], metody pomiaru jakości oświetlenia [N5] oraz sposób oceny efektywności energetycznej oświetlenia drogowego [N6].

Problemem, na który w ostatnich latach zwraca się szczególną uwagę jest zanieczyszczenie światłem przez instalacje oświetleniowe różnego typu, w tym także oświetlenia drogowego. W normie dotyczącej oświetlenia drogowego nie podano jednak wymagań ilościowych dotyczących ograniczenia światła przeszkadzającego, pochodzącego od drogowej instalacji oświetleniowej. Wymagania, w bardzo ogólnej formie, określone zostały w Rozporządzeniu WE [N7] oraz w normie PN-EN 12464-2:2014 [N8]. Szczegółowy opis zjawiska i sposoby jego ograniczania znaleźć można w publikacjach Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej CIE [1, 2].

KRYTERIA PROJEKTOWANIA OŚWIETLENIA DROGOWEGO

W zależności od złożoności zadania wzrokowego użytkownika drogi, czasu przeznaczanego na zauważenie przeszkody na drodze lub w jej

bezpośrednim otoczeniu, geometrii drogi, a także rodzaju głównego użytkownika drogi, kryteria projektowania oświetlenia drogowego bazują na luminacji lub na natężeniu oświetlenia.

Dla potrzeb ruchu motorowego, o odpowiednio długich prostych odcinkach drogi, podstawowymi kryteriami w projektowaniu oświetlenia drogowego są:

- poziom luminancji jezdni L [cd/m^2]

Luminancja jest podstawowym parametrem wpływającym na wydolność wzrokową oraz wygodę widzenia. Parametr określający jasność powierzchni drogi i zależy od natężenia oświetlenia na drodze, własności refleksyjnych nawierzchni oraz od punktu obserwacji. Wyższe wartości luminacji wpływają na wzrost wydolności wzrokowej oraz wygodę widzenia.

- równomierność ogólna luminancji U_o [-]

Równomierność ogólna luminancji wyrażana jest stosunkiem luminacji minimalnej do luminacji średniej nawierzchni drogi. Im mniejsza będzie wartość U_o , tym gorsza będzie wydolność wzrokowa dla postrzegania obiektów stanowiących mały kontrast na tle o niskich luminancjach i wysokich wartościach progowych kontrastu w porze nocnej.

- ograniczenie oślnienia przeszkadzającego f_n [%]

Oślnienie przeszkadzające powoduje obniżenie kontrastu przeszkody z tłem, na skutek częściowego rozproszenia w oku światła

pochodzącego od źródła ośnienia. Wielkość ośnienia przeszkadzającego w oświetleniu drogowym szacowana jest na podstawie parametru technicznego, jakim jest względny przyrost wartości progowej kontrastu f_T , wyrażony w %. Wartość f_T zależy od natężenia oświetlenia na oku obserwatora, położenia źródła ośnienia względem kierunku obserwacji, wieku obserwatora oraz luminancji średniej nawierzchni drogi.

- równomierność wzdłużna luminancji U_l [-]

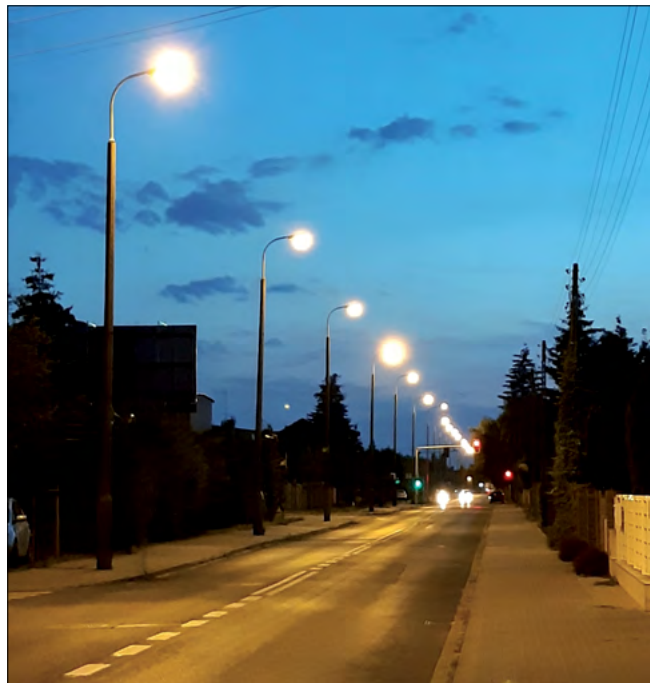
Równomierność wzdłużna definiowana jest jako stosunek luminancji minimalnej do luminancji maksymalnej wyznaczanej na linii środkowej pasa ruchu. Im wyższa wartość U_l , a więc efekt powtarzających się, poprzecznie usytuowanych do jezdni, ciemnych i jasnych pasów jest mniejszy, tym mniejsze zmęczenie wzroku i wyższa wygoda widzenia.

- odpowiedni poziom natężenia oświetlenia w bezpośrednim otoczeniu drogi R_{Ei} [-]

Oświetlenie pobocza niezbędne jest dla uwidocznienia otoczenia drogi. Współczynnik oświetlenia pobocza stosuje się jedynie wtedy, gdy jezdnia nie graniczy z żadnym innym oświetlanym obszarem. Wyznaczany jest dla każdej krawędzi jezdni, jako stosunek średniego natężenia oświetlenia na poboczu do średniego natężenia oświetlenia na pasie jezdni. Szerokość wszystkich czterech pasów w_s musi być taka sama i równa szerokości pasa jezdni (rys. 1) lub równa szerokości niczym niezablokowanego pasa leżącego poza jezdnią, jeżeli szerokość tego pasa jest mniejsza, niż szerokość pasa jezdni.

- prowadzenie wzrokowe
Prowadzenie wzrokowe nie jest parametrem znormalizowanym, ale ma duży wpływ na wygodę widzenia kierowców. Dzięki dobremu prowadzeniu wzrokowemu kierowca już ze znacznych odległości może prawidłowo interpretować przebieg drogi. Dobre prowadzenie wzrokowe uzyskać można poprzez odpowiednią geometrię rozmieszczenia opraw na oświetlanej drodze. Najlepsze prowadzenie wzrokowe, niezależnie od kształtu drogi, uzyskuje się, gdy wszystkie oprawy umieszczone są wzdłuż jednej linii równoległej do osi jezdni. Przykład dobrego prowadzenia wzrokowego pokazano na fot. 1.

Na drogach, na których przecinają się strumienie ruchu pojazdów np. skrzyżowania, ronda lub w miejscach zmiany geometrii drogi, a także w przypadku ruchu mieszanego – motorowego z udziałem pieszych i rowerzystów, podstawowym kryterium jest średnie natężenie oświetlenia E [lx] na jezdni oraz równomierność U_o [-]. W strefach komunikacyjnych o mniejszym znaczeniu komunikacyjnych, gdzie głównymi użytkownikami są piesi i/lub rowerzyści, a pojazdy poruszają się z niewielką prędkością, podstawowym parametrem oświetleniowym są średnie E [lx] i minimalne natężenie oświetlenia E_{min} [lx] na jezdni. W miejscach, gdzie istnieje konieczność rozpoznawania twarzy lub powierzchni pionowych, kryteriami projektowania są odpowiednio półcylicyndryczne natężenie oświetlenia E_{sc} [lx] oraz pionowe natężenie oświetlenia E_v [lx].



Fot. 1. Przykład dobrego prowadzenia wzrokowego

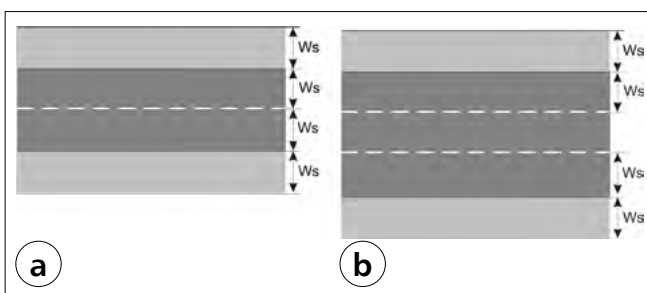
WYMAGANIA NORMATYWNE

Sposób doboru klasy oświetlenia

W zależności od rodzaju głównych użytkowników drogi, prędkości poruszania się po drodze, natężenia ruchu, jasności otoczenia, geometrii drogi, obecności zaparkowanych pojazdów, prowadzenia wzrokowego, wyróżnia się 3 podstawowe klasy oświetlenia [N2]:

- klasy M – przewidziane są głównie dla dróg o ruchu motorowym, na których dopuszczane są średnie i wysokie prędkości
- klasy C – należy stosować przede wszystkim tam, gdzie nie można zastosować klas M ze względu na niewielkie odległości widzenia (mniejsze niż 160 m). Sytuacja taka ma miejsce w strefach konfliktowych takich jak: skrzyżowania dróg, ronda, ulice handlowe, parkingi, obszary, gdzie tworzą się kolejki pojazdów. Ponadto klasy C mają zastosowanie także dla ruchu pieszo i rowerzystów w sytuacji, gdy klasy P są nieodpowiednie.
- klasy P – dotyczą pieszych i rowerzystów poruszających się po chodnikach, drogach dla rowerów, pasach postojowych oraz drogach osiedlowych, parkingach, dziedzińcach szkolnych itp.

Uzupełnieniem klas C i P są klasy dodatkowe SC, HS i EV. Klasy SC i HS przewidziane są dla sytuacji, w których oświetlenie służyć ma przede wszystkim do identyfikacji osób, przedmiotów, oświetlenia obszarów o podwyższonym ryzyku przestępczości. W przypadku, gdy istnieje szczególna konieczność rozpoznawania powierzchni pionowych – klasy EV. Wybór klasy oświetlenia dla ruchu motorowego (M), jak i stref konfliktowych (C) oraz dla pieszych i rowerzystów (P) polega na przypisaniu wag (WV) poszczególnym parametrom charakteryzującym sytuację na danym obszarze, a następnie zsumowaniu tych współczynników wagowych (WVS). Po odjęciu sumy współczynników od liczby „6”, odpowiadającej liczbie klas w każdej z kategorii oświetleniowej, uzyskuje się wymaganą klasę oświetleniową. Jeśli suma wyznaczonych wartości wagowych (WVS) da wynik mniejszy od zera, wtedy należy przyjąć klasę o najniższych parametrach oświetleniowych, a jeżeli suma będzie większa niż 6, o najwyższych parametrach oświetleniowych. Parametry uwzględniane przy doborze klas oświetlenia wraz z wartościami współczynników wagowych zamieszczono w tabelach 1–3.



Rys. 1. Pasy uwzględniane w obliczeniach współczynnika oświetlenia pobocza: a) dwa pasy ruchu, b) trzy pasy ruchu

Tabela 1. Parametry dla wyboru klas oświetleniowych M [N2]

Parametr	Opcje	Opis*		Wartość wagi VW
Prędkość	Bardzo wysoka	$V \geq 100 \text{ km/h}$		2
	Wysoka	$70 < V < 100 \text{ km/h}$		1
	Umiarkowana	$40 < V \leq 70 \text{ km/h}$		-1
	Niska	$V \leq 40 \text{ km/h}$		-2
Natężenie ruchu	–	Autostrady, drogi wielopasmowe	Drogi dwupasmowe	–
	Wysokie	> 65% maks.	> 45% maks.	1
	Umiarkowane	35–65% maks.	15–45% maks.	0
	Niskie	< 35% maks.	< 15% maks.	-1
Rodzaj ruchu	Mieszany z dużym udziałem niezmotoryzowanych	–		2
	Mieszany	–		1
	Motorowy tylko	–		0
Rozdzielenie jezdni	Nie	–		1
	Tak	–		0
Gęstość skrzyżowań	–	Gęstość skrzyżowań na km	Odległość między wiaduktami w km	–
	Duża	> 3	< 3	1
	Mała	≤ 3	≥ 3	0
Zaparkowane pojazdy	Tak	–		1
	Nie	–		0
Luminancja otoczenia	Wysoka	Okna wystawowe, boiska sportowe, reklamy, obszary stacji, magazynów		1
	Średnia	normalna sytuacja		0
	Niska	–		-1
Prowadzenie wzrokowe	Bardzo trudne	–		2
	Trudne	–		1
	Łatwe	–		0

Tabela 2. Parametry dla wyboru klas oświetleniowych C [N2]

Parametr	Opcje	Opis*	Wartość wagi VW
Prędkość	Bardzo wysoka	$V \geq 100 \text{ km/h}$	3
	Wysoka	$70 < V < 100 \text{ km/h}$	2
	Umiarkowana	$40 < V \leq 70 \text{ km/h}$	0
	Niska	$V \leq 40 \text{ km/h}$	-1
Natężenie ruchu	Wysokie	–	1
	Umiarkowane	–	0
	Niskie	–	-1
Rodzaj ruchu	Mieszany z dużym udziałem niezmotoryzowanych	–	2
	Mieszany	–	1
	Motorowy tylko	–	0
Rozdzielenie jezdni	Nie	–	1
	Tak	–	0
Zaparkowane pojazdy	Tak	–	1
	Nie	–	0
Luminancja otoczenia	Wysoka	Okna wystawowe, boiska sportowe, reklamy, obszary stacji, magazynów	1
	Średnia	normalna sytuacja	0
	Niska	–	-1
Prowadzenie wzrokowe	Bardzo trudne	–	2
	Trudne	–	1
	Łatwe	–	0
Klasa oświetlenia C = 6 - VWS			Suma VWS

Podany w raporcie technicznym [N2] sposób doboru klasy oświetlenia umożliwia czasową zmianę klasy oświetlenia ze względu na zmianę niektórych parametrów w ciągu późnych godzin nocnych np. natężenia ruchu, braku parkujących pojazdów, zmiany jasności otoczenia. W takich przypadkach suma poszczególnych wag będzie mniejsza, a tym samym możliwe będzie zastosowanie niższych poziomów luminacji średniej, czy natężenia oświetlenia, przy zachowaniu pozostałych parametrów na dotychczasowych poziomach.

Wymagania ilościowe

Wymagania oświetleniowe dla klasy M bazują na kryterium luminacyjnym. Wymagania ilościowe dla ruchu motorowego zestawiono w tabeli 4.

Do pozostałych klas oświetlenia stosowane jest kryterium natężenia oświetlenia. Wymagania ilościowe dla klas C i P zestawiono w tabelach 5 i 6.

Dla zapewnienia podobnych poziomów wydolności wzrokowej na drogach, dla których zalecenia oświetleniowe oparte są na luminacji z drogami dla ruchu zmotoryzowanego, dla których zalecenia oparte są na natężeniu oświetlenia określono klasy oświetlenia o porównywalnych poziomach oświetlenia. Przy doborze klas porównywalnych oświetleniowo uwzględniono wartość średniego współczynnika luminacji Q_0 [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$] odpowiadającego za jasność nawierzchni (tabela 7). W Polsce drogi najczęściej wykonywane są z masy bitumicznej asfaltowej lub smołowej i pod względem własności refleksyjnych zaliczyć je można do układu znormalizowanego R3 ($Q_0 = 0,07$) lub R4 ($Q_0 = 0,08$).

Dobór współczynnika utrzymania

Wartości luminacji, jak i natężenia oświetlenia dla wszystkich klas oświetleniowych są wartościami eksploatacyjnymi, co oznacza,

że muszą być zachowane w trakcie całego czasu pracy instalacji oświetleniowej. Obowiązkiem projektanta jest dobrać odpowiednią wartość współczynnika utrzymania na podstawie parametrów fotometrycznych punktów świetlnych (opraw oświetleniowych oraz lamp) oraz założonego systemu konserwacji. Najbardziej znaną metodą doboru współczynnika utrzymania jest metoda podana przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową w publikacji CIE 154:2003 [3]. Metoda ta zakłada wyznaczenie współczynnika utrzymania MF na podstawie iloczynu czterech cząstkowych współczynników cząstkowych:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times SMF$$

gdzie cząstkowe współczynniki utrzymania dotyczą:

$LLMF$ – obniżenia strumienia świetlnego lamp w trakcie świecenia

LSF – wygasania lamp w trakcie eksploatacji

LMF – zmniejszenia sprawności oprawy oświetleniowej w trakcie świecenia

SMF – zmian refleksyjnych powierzchni drogowej w trakcie eksploatacji.

W praktyce projektowej, ze względu na brak danych, wartość współczynnika SMF przyjmuje się jako 1. Pozostałe współczynniki cząstkowe należy oszacować. Współczynniki $LLMF$ i LSF wyznaczane są na podstawie danych producenta (np. krzywej spadku strumienia świetlnego i krzywej wygasania lamp). W przypadku lamp LED cząstkowe współczynniki utrzymania należy określić na podstawie parametru $L_x F_y$, gdzie L_x – określa spadek strumienia świetlnego całego modułu w odniesieniu do wartości początkowej [x %], a F_y – spadek strumienia świetlnego poniżej wartości „x” oraz nagłe uszkodzenie „y” chipów w module np. $L_{70} F_{10}$ – podaje trwałość lampy, dla której całkowity spadek strumienia świetlnego nie przekroczy 70%

Tabela 3. Parametry dla wyboru klas oświetleniowych P [N2]

Parametr	Wariant	Opis*	Wartość wagi VW
Prędkość poruszania	Niska	$V \leq 40$ km/h	1
	Bardzo niska (ruch pieszy)	prędkość ruchu pieszego	0
Natężenie ruchu	Wysokie	–	1
	Normalne	–	0
	Niskie	–	-1
Rodzaj ruchu	Piesi, rowerzyści, ruch motorowy	–	2
	Piesi, ruch motorowy	–	1
	Piesi, rowerzyści	–	1
	Piesi	–	0
	Rowerzyści	–	0
Zaparkowane pojazdy	Tak	–	1
	Nie	–	0
Luminancja otoczenia	Wysoka	okna wystawowe, boiska sportowe, reklamy, obszary stacji, magazynów	1
	Średnia	normalna sytuacja	0
	Niska	–	-1
Rozpoznanie twarzy	Konieczne	–	Dodatkowe wymagania*
	Niekonieczne	–	-
Klasa oświetlenia P = 6 - VWS			Suma VWS

* Wymagania dotyczące kryterium rozpoznawalności twarzy określone są na poziomie wymagań krajowych (W Polsce nie ma sprecyzowanych takich wymagań)

Tabela 4. Wymagania ilościowe dla klas M [N3]

Klasa oświetlenia	Parametry oświetlenia drogi			Olśnienie przeszkadzające	Oświetlenie poboczy
	L [cd/m ²] (minimum eksploatacyjne)	U_o [-] (minimum)	U_l [-] (minimum)	f_{η} [%] (maksimum)	R_{el} [-] (minimum)
M1	2,00	0,40	0,70	10	0,35
M2	1,50		0,60	15	0,30
M3	1,00				
M4	0,75				
M5	0,50	0,35	0,40	20	
M6	0,30				

Tabela 5. Wymagania ilościowe dla klas C [N3]

Klasa oświetlenia	E [lx] (minimum)	U_o [-] (minimum)
C0	50	0,40
C1	30	
C2	20,0	
C3	15,0	
C4	10,0	
C5	7,50	

strumienia początkowego (L_{70}), a kryterium tego, nie spełnia 10% chipów w module (F_{10}). Na podstawie tych danych wartość cząstkowego współczynnika $LLMF$ wynosi 0,70, a LSF – 0,90.

Tabela 6. Wymagania ilościowe dla klas P [N3]

Klasa oświetlenia	Poziome natężenie oświetlenia		Wymagania dodatkowe, jeśli konieczna jest rozpoznawalność twarzy	
	E [lx] (minimum)	E_{min} [lx]	$E_{v min}$ [lx]	$E_{sc min}$ [lx]
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	brak wymagań			

Dla zapewnienia odpowiedniej równomierności, rzeczywista wartość średniego natężenia oświetlenia nie może przekraczać 1,5-krotnej wartości normatywnej dla danej klasy.

Tabela 7. Klasy M i C o porównywalnych poziomach oświetlenia [N2]

	Klasa M			M1	M2	M3	M4	M5	M6
Klasa C	$Q_0 \leq 0,05$			C0	C1	C2	C3	C4	C5
	$0,05 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1} < Q_0 \leq 0,08$		C0	C1	C2	C3	C4	C5	C5
	$Q_0 > 0,09$	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C5	C5

W trakcie doboru współczynnika utrzymania najtrudniej jest oszacować rzeczywiste wartości współczynnika LMF . W przypadku braku takich danych dla opraw z lampami

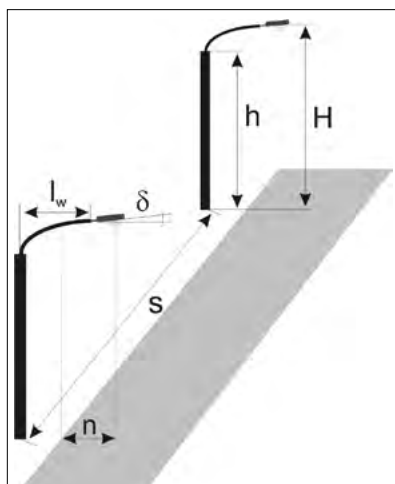
wyładowczymi można kierować się wartościami ogólnymi podanymi przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową CIE w publikacji [3] i zamieszczonymi w tabeli 8.

Dla opraw oświetleniowych z diodami świecącymi wartości te są znacznie zaniżone, a stopień zabrudzenia oprawy zależy od środowiska pracy oraz od wysokości montażu. Przykładowe wartości LMF stosowane w Wielkiej Brytanii zamieszczono w tabeli 9.

PARAMETRY GEOMETRYCZNE SYSTEMU OŚWIETLIOWEGO

Spełnienie wymagań normatywnych możliwe jest między innymi poprzez zastosowanie odpowiedniej geometrii systemu oświetleniowego. Do parametrów geometrycznych systemu oświetleniowego zalicza się:

- odstęp pomiędzy sąsiednimi oporami oświetleniowymi w jednym ciągu (s)



Rys. 2.

Parametry geometryczne drogowego systemu oświetleniowego: s – odstęp między sąsiednimi oporami oświetleniowymi, l_w – długość wysięgnika, n – wysunięcie oprawy oświetleniowej nad drogę, δ – kąt nachylenia oprawy oświetleniowej, h – wysokość słupa, H – wysokość zawieszenia oprawy oświetleniowej

Tabela 8. Wartości LMF dla opraw oświetleniowych z lampami wyładowczymi [3]

IP oprawy	Środowisko pracy	Częstotliwość czyszczenia opraw oświetleniowych [miesiące]					
		12	18	24	30	36	48
IP2X	Czyste	0,90	0,82	0,79	0,78	0,75	0,71
	Przeciętne	0,62	0,58	0,56	0,53	0,52	0,48
	Brudne	0,53	0,48	0,45	0,42	0,41	0,37
IP5X	Czyste	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86
	Przeciętne	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,78
	Brudne	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76	0,68
IP6X	Czyste	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,87
	Przeciętne	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85
	Brudne	0,91	0,90	0,88	0,86	0,83	0,78

gdzie:

środowisko czyste – brak znaczącego zapylenia i zadymienia, umiarkowany ruch motorowy – przedmieścia, obszary wiejskie
 środowisko przeciętne – umiarkowane zapylenie i zadymienie, umiarkowany ruch – osiedla mieszkaniowe, przemysł lekki,
 środowisko brudne – okresowe zapylenie i zadymienie, znaczny ruch – centra miast, obszary przemysłowe.

Tabela 9. Wartości LMF dla opraw oświetleniowych z lampami LED stosowane w Wielkiej Brytanii [N9]

Środowisko pracy oraz wysokości montażu	Częstotliwość czyszczenia opraw oświetleniowych [miesiące]					
	12	24	36	48	60	72
E1/E2, $h \leq 6 \text{ m}$	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
E1/E2, $h > 6 \text{ m}$	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
E3/E4, $h \leq 6 \text{ m}$	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84
E3/E4, $h > 6 \text{ m}$	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92

gdzie:

E1 – środowisko czyste np. obszary leśne o niewielkim natężeniu ruchu
 E2 – środowisko wiejskie, obszary podmiejskie o niewielkim natężeniu ruchu
 E3 – centra małych miast, obszary podmiejskie o średnim natężeniu ruchu
 E4 – centra dużych miast, obszary o dużym natężeniu ruchu.

- wysokość zawieszenia opraw oświetleniowych (H)
- wysunięcie opraw oświetleniowych nad jezdnię (n)
- kąt nachylenia opraw oświetleniowych w stosunku do powierzchni drogi (δ).

Odstępy między sąsiednimi oporami oświetleniowymi w jednym ciągu

Dla danej klasy oświetlenia i przyjętego układu rozmieszczenia opraw oświetleniowych odstęp zależy od przestrzennego rozsyłu strumienia świetlnego oprawy oświetleniowej, wysokości zamocowania opraw oraz wymaganej równomierności wzdłużnej. Im większa jest wysokość zawieszenia opraw, tym większa może być zastosowana odległość, przy tej samej równomierności wzdłużnej.

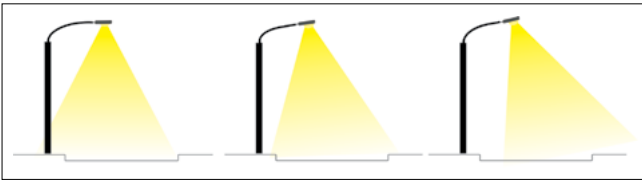
Ze względów ekonomicznych dąży się do stosowania maksymalnie największych odstępów między oporami oświetleniowymi.

Wysokość zamocowania opraw oświetleniowych

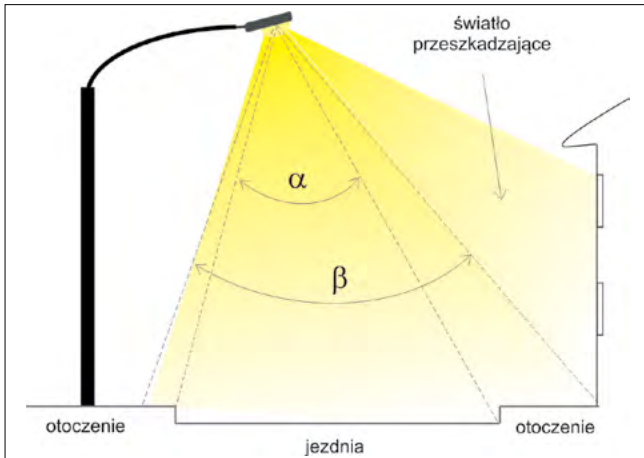
Zależy od mocy jednostkowej źródeł światła, rozsyłu strumienia świetlnego opraw oświetleniowych oraz sposobu rozmieszczenia opraw i efektywnej szerokości drogi. Zwykle stosowana jest wysokość od 6 do 12 m. Wysokość powyżej 12 m stosuje się przy wyższych mocach źródeł światła oraz oświetlaniu dróg o większej liczbie pasów ruchu, a także na skrzyżowaniach wielopojazdowych. Wysokość poniżej 6 m stosowana jest najczęściej przy oświetlaniu dróg osiedlowych.

Wysunięcie opraw oświetleniowych nad jezdnię

Zmianę wysunięcia opraw oświetleniowych nad jezdnię uzyskać można poprzez zmianę długości wysięgnika lub zmianę położenia słupa względem krawędzi jezdni. W przypadku, gdy oświetlany jest odcinek drogi złożony z jezdni (np. droga poza terenem zabudowanym), wtedy najkorzystniejsze jest maksymalne, możliwe do uzyskania ze względów technicznych, wysunięcie opraw oświetleniowych



Rys. 3. Wpływ kąta nachylenia na kierunek rozchodzenia się światła

Rys. 4. Rozchodzenie się światła emitowanego przez oprawy oświetleniowe o zbyt dużym kącie nachylenia względem powierzchni drogi: α – kąt, w kierunku poprzecznym, w którym oświetlana jest powierzchnia jezdni, β – kąt, w kierunku poprzecznym, w którym oświetlana jest powierzchnia jezdni oraz jej bezpośrednie otoczenie

w kierunku środka jezdni, przy zachowaniu zerowego kąta nachylenia opraw. Uzyskuje się wtedy najlepsze wykorzystanie strumienia świetlnego, poprzez ukierunkowanie go bezpośrednio na oświetlaną powierzchnię. Natomiast w sytuacji, gdy tymi samymi oprawami oświetlany jest zarówno chodnik, po stronie opraw, jak i jezdni, to wysunięcie powinno być mniejsze, tak aby zapewnić odpowiednie parametry fotometryczne na jezdni oraz na chodniku.

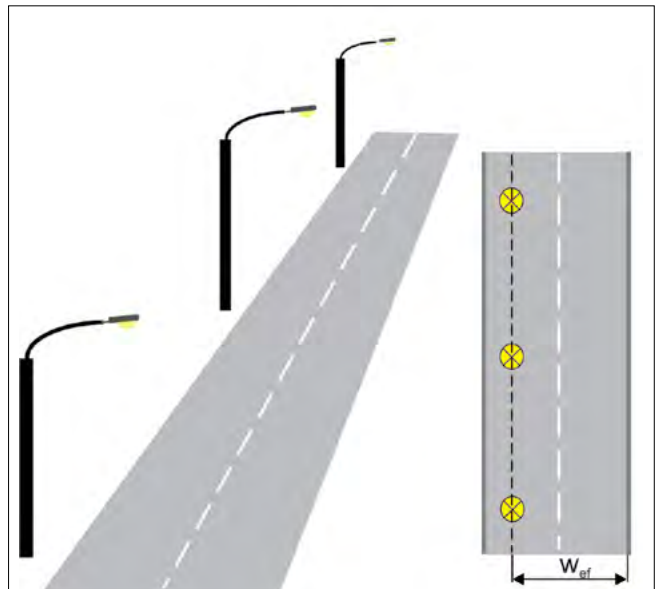
Kąt nachylenia opraw oświetleniowych względem powierzchni drogi

Stosuje się w celu zwiększenia szerokości oświetlanego odcinka drogi. Nie jest to jednak najbardziej efektywny sposób poprawy parametrów fotometrycznych na oświetlanej drodze. Wzrost kąta nachylenia powoduje zmianę kąta padania światła na jezdnię (rys. 3). Co prawda zwiększa się ilość światła dochodzącego do oddalonych powierzchni jezdni, liczonych w poprzek drogi, ale wzrost ten nie jest proporcjonalny do wzrostu luminancji na jezdni.

Ponadto, zbyt duży kąt nachylenia opraw oświetleniowych względem drogi może mieć także negatywny wpływ na otoczenie, poprzez powstawanie światła przeszkadzającego, uciążliwego dla ludzi, roślin i zwierząt w porze nocnej. Niewłaściwe ukierunkowanie strumienia świetlnego opraw oświetleniowych powoduje niepotrzebne oświetlenie elewacji i wnikanie światła przez okna do wnętrza budynków (rys. 4). W praktyce maksymalny kąt nachylenia oprawy względem powierzchni drogi nie powinien przekraczać 15° .

UKŁAD ROZMIESZCZENIA OPRAW OŚWIETLIOWYCH WZGLĘDEM DROGI

Wybór odpowiedniego układu rozmieszczenia opraw oświetleniowych zależy od geometrii drogi, parametrów oświetleniowych na drodze oraz względów ekonomicznych, związanych z kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi oświetlenia drogi. Rozróżnia się pięć podstawowych układów rozmieszczenia opraw oświetleniowych względem drogi.



Rys. 5. Rozmieszczenie jednostronne

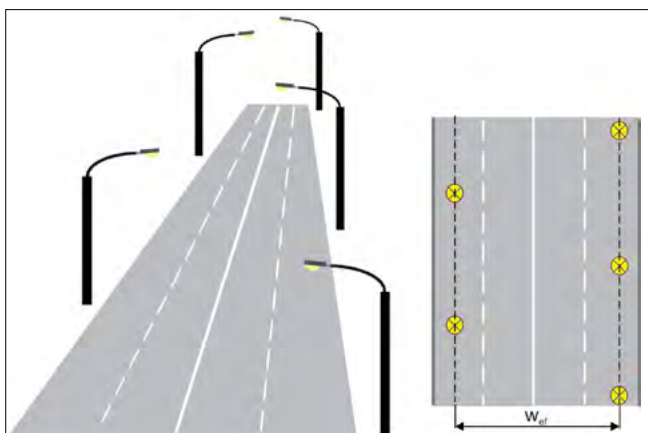


Fot. 2. Przykład rozmieszczenia jednostronnego

Rozmieszczenie jednostronne

W układzie tym wszystkie oprawy oświetleniowe znajdują się po jednej stronie drogi (rys. 5, fot. 2). Rozkład luminancji w poprzek drogi jest nierównomierny, luminancja nawierzchni drogi przy krawędzi

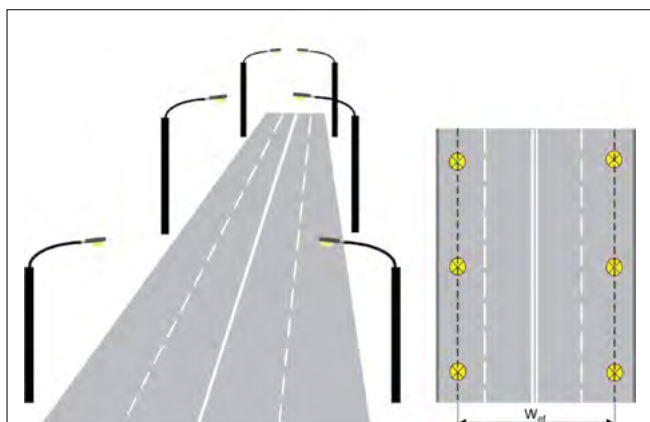
bliższej oprawie jest wyższa, niż przy krawędzi dalszej. Dlatego też, rozmieszczenie jednostronne, stosowane jest przy oświetlaniu dróg, gdzie szerokość efektywna drogi w_{ef} nie przekracza wysokości zawieszenia opraw.



Rys. 6. Rozmieszczenie naprzemianległe



Fot. 3. Przykład rozmieszczenia naprzemianległego



Rys. 7. Rozmieszczenie naprzeciwległe



Fot. 4. Przykład rozmieszczenia naprzeciwległego

Rozmieszczenie naprzemianległe

Oprawy oświetleniowe umieszczone są po dwóch stronach jezdni. Jeden rząd opraw przesunięty jest względem drugiego o połowę odstępu pomiędzy kolejnymi oprawami (rys. 6, fot. 3). Przy tym sposobie rozmieszczenia opraw możliwe są do uzyskania wyższe poziomy luminancji i równomierności ogólnej i wzdłużnej. Rozmieszczenie naprzemianległe stosowane jest na drogach o większej liczbie pasów ruchu wtedy, gdy wysokość zawieszenia opraw oświetleniowych wynosi co najmniej $\frac{2}{3}$ szerokości efektywnej drogi w_{ef} .

Rozmieszczenie naprzeciwległe

Oprawy oświetleniowe usytuowane są w dwóch rzędach naprzeciw siebie (rys. 7, fot. 4). Rozmieszczenie to stosuje się na drogach o większej liczbie pasów ruchu, zwłaszcza gdy szerokość drogi znacznie przekracza wysokość zamontowania opraw oświetleniowych i/lub wymagana jest wysoka wartość luminancji średniej. Przyj-

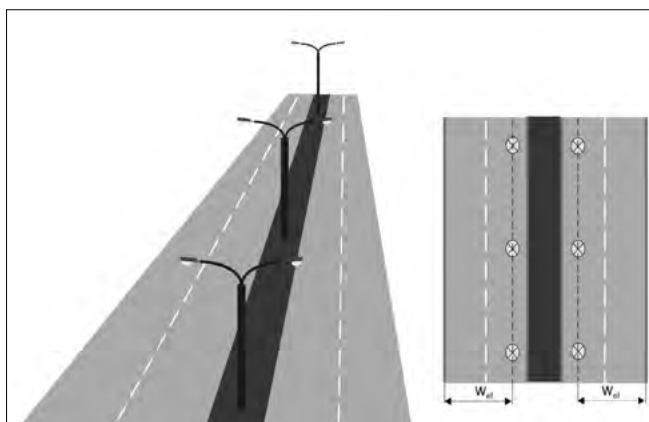
muje się, że oświetlenie naprzeciwległe może być stosowane nawet, gdy wysokość zawieszenia opraw oświetleniowych odpowiada $\frac{2}{5}$ szerokości efektywnej drogi w_{ef} .

Rozmieszczenie na pasie dzielącym

Oprawy oświetleniowe zamontowane są na słupach w kształcie litery T i umieszczone na pasie dzielącym (rys. 8, fot. 5). Umieszczenie opraw oświetleniowych tylko na pasie dzielącym dwie jezdnie stosowane jest wtedy, gdy wysokość zamocowania tych opraw nie jest mniejsza, niż rzeczywista szerokość jezdni. Jest to najbardziej ekonomiczny sposób rozmieszczania opraw ze względu na najniższe koszty inwestycyjne i eksploatacyjne w odniesieniu do wielkości oświetlanej powierzchni.

Rozmieszczenie centralne (przewieszkowe)

Oprawy oświetleniowe umieszczone są nad środkiem jezdni na linach rozciągniętych w poprzek drogi (rys. 9, fot. 6). Rozmieszczenie



Rys. 8. Rozmieszczenie na pasie dzielącym



Fot. 5. Przykład rozmieszczenia na pasie dzielącym

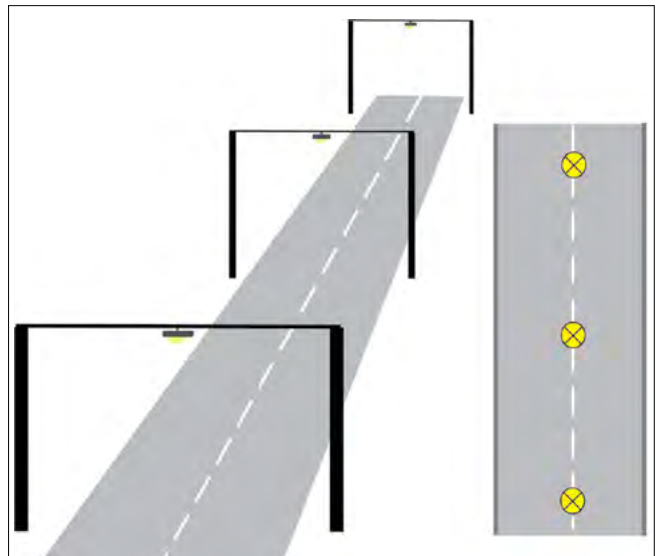
centralne stosuje się dla małych wysokości zawieszenia opraw oświetleniowych (do 8 m), na wąskich ulicach, tam gdzie nie ma możliwości stosowania słupów oświetleniowych. Ten sposób rozmieszczenia opraw pozwala na najbardziej efektywne wykorzystanie strumienia świetlnego na oświetlanej powierzchni drogi.

PODSUMOWANIE

Oświetlenie dróg i ulic jest ważnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo ruchu drogowego.

Prawidłowo oświetlona droga znacznie ogranicza ryzyko wypadku, zapewnia kierowcom odpowiednią wydolność wzrokową, a pieszym i rowerzystom umożliwia szybką identyfikację wszystkich zagrożeń, jakie mogą mieć miejsce na drodze.

W artykule podano podstawowe zalecenia i wymagania dotyczące oświetlenia dróg i ulic. Opisano parametry geometryczne systemu oświetleniowego oraz sposoby rozmieszczenia opraw oświetleniowych względem drogi. ➔



Rys. 9. Rozmieszczenie centralne

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. Dz.U. z 2016 r., poz. 124 – Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
- N2. PKN-CEN/TR 13201-1:2016 Oświetlenie dróg – Część 1: Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia.
- N3. PN-EN 13201-2:2016 Oświetlenie dróg – Część 2: Wymagania eksploatacyjne.
- N4. PN-EN 13201-3:2016 Oświetlenie dróg – Część 3: Obliczenia parametrów oświetleniowych.
- N5. PN-EN 13201-4:2016 Oświetlenie dróg – Część 4: Metody pomiaru efektywności oświetlenia.
- N6. PN-EN 13201-5:2016 Oświetlenie dróg – Część 5: Wskaźnik efektywności energetycznej.
- N7. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 245/2009 z dnia 18 marca 2009 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla lamp fluorescencyjnych bez wbudowanego statecznika, dla lamp wyładowczych dużej intensywności, a także dla stateczników i opraw

oświetleniowych służących do zasilania takich lamp oraz uchylające dyrektywę 2000/55/WE Parlamentu Europejskiego i Rady.

- N8. PN-EN 12464-2:2014 Światło i Oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz.
- N9. British Standard BS 5489-1:2013 Code of practice for the design of road lighting – Part 1: Lighting of roads and public amenity areas.

LITERATURA

- 1. Technical Report CIE 126:1997, *Guidelines for minimizing sky glow*, Vienna, 1997, ISBN: 978 3 900734 83 1.
- 2. Technical Report CIE 150:2003, *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations*, Vienna, 2003, ISBN: 978 3 901906 19 0.
- 3. Technical Report CIE 154:2003, *The maintenance of outdoor lighting systems*, Vienna, 2003, ISBN: 978 3 901906 24 4.



Fot. 6. Przykład rozmieszczenia centralnego



Power Road® – droga z pozytywną energią

Ulica w obszarze gęstej zabudowy?

Duży parking przy obiekcie użyteczności publicznej? Osiedle z zabudową

jednorodziną? Technologia Power Road® to rozwiązanie, którego potrzebujesz!

Droga, ulica czy parking wyposażone w technologię Power Road® doskonale spełni nie tylko swoją funkcję komunikacyjną, ale dodatkowo pomoże zarządzać energią ciepłą. Im gęstsza sieć drogowa, tym większa skuteczność Power Road®.

JAK TO DZIAŁA?

Technologia Power Road® składa się z trzech części systemu. Pierwszy z nich znajduje się w konstrukcji drogi. W nawierzchni drogowej (zazwyczaj w warstwie wiążącej tuż pod warstwą ścieralną) umieszczone są przewody z płynem (niezamrażająca woda z glikolem w ustalonych proporcjach). Płyn ma możliwość przepływu w przewodach, które włącza się do kolektorów. Układ ten stanowi pierwszą część systemu omawianej technologii.

Druga część to sondy geotermalne, które mogą być ułożone w gruncie na głębokości przekraczającej 100 m. Głębokość ustalana jest indywidualnie w zależności od charakterystyki zapotrzebowania na energię oraz od rodzaju podłoża. W sondach znajduje się ten sam płyn co w przewodach umieszczonych w nawierzchni, a ponieważ sondy ulokowane są na głębokościach, w których temperatura jest niezależna od warunków pogodowych (od kilku do kilkunastu stopni Celsjusza), płyn przemieszczając się wytraca temperaturę latem i ogrzewa się zimą.

Trzecią część systemu stanowią odbiorniki ciepła – miejsca, w których jest zapotrzebowanie na ciepłą wodę bieżącą lub ogrzewanie pomieszczeń. Mogą to być miejsca użyteczności publicznej oraz indywidualne gospodarstwa domowe.

I ZIMĄ I LATEM

Wszystkie części systemu są połączone ze sobą za pomocą sieci przewodów, kolektorów oraz pomp ciepła umożliwiających transport i zarządzanie energią ciepłą.

W zależności od pory roku następuje transfer energii cieplnej w zmiennych kierunkach:

- w okresie letnim następuje obniżenie temperatury nawierzchni – w konsekwencji możliwe jest obniżenie temperatury panującej w miastach i redukcję „efektu miejskiej wyspy ciepła”, a pobrana z nawierzchni energia może zostać wykorzystana do ogrzania m.in. wody bieżącej lub zostaje odprowadzona w głąb ziemi
- w okresie zimowym możliwe jest wykorzystanie energii zgromadzonej w gruncie na dużych głębokościach w dwóch celach – można ją wykorzystać do odładzania nawierzchni drogowej, lub do ogrzewania połączonych z systemem budynków (miejsc użyteczności publicznej jak np. basen czy też indywidualnych gospodarstw domowych).

Technologia Power Road® daje również możliwość modyfikacji oraz zastosowania wybranych elementów systemu. <





Opis przedmiotu zamówienia na prace projektowe i roboty budowlane a bariery Prawa zamówień publicznych

Dokonując badania przepisów prawa budowlanego, kodeksu cywilnego i prawa zamówień publicznych pod kątem zdefiniowania przedmiotu umowy o roboty budowlane należy skonstatować, że nie są one tożsame oraz że ustawa Prawo zamówień publicznych zawiera największe ograniczenia w tym zakresie.

W Kodeksie cywilnym¹⁾ przepisy związane z robotami budowlanymi reguluje Tytuł XVI „Umowa o roboty budowlane”, w którym art. 647 Kodeksu cywilnego stanowi, że: „Przez umowę o roboty budowlane wykonawca zobowiązuje się do oddania przewidzianego w umowie obiektu, wykonanego zgodnie z projektem i zasadami wiedzy technicznej, a inwestor zobowiązuje się do dokonania wymaganych przez

właściwe przepisy czynności związanych z przygotowaniem robót, w szczególności do przekazania terenu budowy i dostarczenia projektu, oraz do odebrania obiektu i zapłaty umówionego wynagrodzenia”.

W ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane na bazie ustalonej w niej definicji robót budowlanych artykuł 3 wskazuje, że przez roboty budowlane należy rozumieć

budowę, a także prace polegające na przebudowie, montażu, remoncie lub rozbiórce obiektu budowlanego. Natomiast w Prawie zamówień publicznych opis przedmiotu umowy, a ściślej opis przedmiotu zamówienia regulują artykuły od 29 do 31. Trzeba wtedy mieć na uwadze, iż opis przedmiotu zamówienia wpływa na przebieg postępowania o udzielenie zamówienia publicznego oraz stanowi o istotnych postanowieniach późniejszej umowy. Określenie przedmiotu zamówienia jest obowiązkiem i jednocześnie uprawnieniem zamawiającego. Musi go wykonać zgodnie z art. 29 ust. 1 ustawy Prawo zamówień publicznych w sposób jednoznaczny i wyczerpujący, za pomocą dostatecznie dokładnych i zrozumiałych określeń, uwzględniając wszystkie wymagania i okoliczności mogące mieć wpływ

na sporządzenie oferty. Przedmiotu zamówienia nie można opisywać w sposób, który mógłby utrudniać uczciwą konkurencję. Zakaz utrudniania uczciwej konkurencji oznacza, że postępowanie o udzielenie zamówienia publicznego powinno być prowadzone w taki sposób, aby nie doszło bez uzasadnionej przyczyny wyłączenia możliwości udziału wykonawcy zdolnego do wykonania zamówienia lub też, aby nie doszło do znacznego utrudnienia mu wzięcia udziału w tym postępowaniu, stwarzając korzystniejszą sytuację pozostałym wykonawcom²⁾.

W przepisie art. 29 ust. 1 Prawa zamówień publicznych ustawodawca wyraźnie wskazał, że zamawiający zobowiązany jest w ramach opisu przedmiotu zamówienia uwzględnić wszystkie

¹⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 2 maja 2013 r. KIO 886/13 cyt. „Przepisy art. 647, art. 648 § 2 i art. 649 Kodeksu cywilnego, a także art. 31 ust. 2 Prawa zamówień publicznych kładą akcent na całościowość dokumentacji wymaganej przez przepisy, w tym przede wszystkim projekt budowlany. Przedmiar robót sam w sobie nie definiuje szczegółowego zakresu roboty budowlanej, ale służy jak najwierniejszemu, w miarę możliwości odzwierciedleniu składających się na daną robotę budowlaną nakładów, robocizny, materiałów, które opisane są w projekcie budowlanym oraz projektach wykonawczych. W tym zakresie przedmiar robót jest dokumentem wtórnym, dopełniającym projekt i specyfikację techniczną wykonania i odbioru robót oraz nie determinuje w sposób wyłączny zakresu prac objętych przedmiotem zamówienia. Zawarte w przedmiarze robót zestawienia mają zobrazować skalę roboty budowlanej i służyć pomocą wykonawcom w oszacowaniu kosztów inwestycji, wobec czego przedmiarowi robót można przypisać przede wszystkim charakter dokumentu pomocniczego, który służy do czynności skalkulowania kosztów realizacji zadania, a nie wyszczególnienia materiałów i prac, jakie składają się na zamówienie. Każdorazowo zamawiający powinien dążyć, by wymagane odpowiednimi przepisami przedmiary były jak najdokładniejsze, jak najlepiej oddawały elementy wyspecyfikowane w pozostałych elementach dokumentacji, ale ustawodawca nie uczynił przedmiarów jedynym i wyłącznym instrumentem służącym dokonaniu opisu przedmiotu zamówienia. W następstwie powyższego oznacza to celowość uwzględniania uzasadnionych spostrzeżeń uczestników postępowania o zamówienie, jeśli będą oni wskazywali na pominięcia w przedmiarach w stosunku do dalszych dokumentów co, jak wskazuje praktyka, jest naturalną cechą tego rodzaju postępowań. Konsekwentnie, w praktyce wykonawcy w składanych kosztorysach ofertowych dokonują zagregowania pewnych pozycji wymienionych w przedmiarach w ramach innych pozycji”.

²⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 13 lipca 2018 r. KIO 1307/18 cyt. „Zasady konstruowania opisu przedmiotu zamówienia określone w art. 29 ust. 1 Prawa zamówień publicznych mają na celu skonkretyzowanie potrzeb zamawiającego w taki sposób, aby wykonawcy ubiegający się o udzielenie zamówienia nie mieli wątpliwości co do kształtu i zakresu oczekiwanego od nich świadczenia. Do potrzeb zamawiającego, choć w innym ujęciu, referuje również przepis art. 29 ust. 2 Prawa zamówień publicznych. W jego świetle zamawiający powinien opisać przedmiot zamówienia z uwzględnieniem swoich wymagań i celów, do których osiągnięcia dąży, udzielając zamówienia publicznego, a jednocześnie w taki sposób, aby opis potrzeb zamawiającego bezprawnie nie dyskryminował wykonawców. Nie oznacza to jednak, że opis przedmiotu zamówienia powinien umożliwiać złożenie oferty przez każdego wykonawcę zainteresowanego ubieganiem się o udzielenie zamówienia, czy być w równym stopniu dogodny dla wszystkich konkurentów. Jest tak, ponieważ każdy opis przedmiotu zamówienia powoduje ograniczenie konkurencji, wobec czego zapewnienie równego i nieograniczonego dostępu do zamówienia wszystkim wykonawcom działającym w danym sektorze rynku nie jest możliwe. Najlepszym przykładem jest świadczenie usług o charakterze ciągłym. W takim przypadku wykonawca aktualnie realizujący zamówienie uzyskuje nad konkurentami przewagę wynikającą z doświadczenia nabytego w trakcie wykonywania umowy i jest to sytuacja, której wyeliminować nie sposób. Nie stanowi to jednak wystarczającego argumentu przemawiającego za zasadnością zarzutu opisanego przedmiotu zamówienia w sposób sprzeczny z komentowanymi przepisami ustawy z 2004 r. – Prawo zamówień publicznych”.

wymagania i okoliczności, które mogą mieć wpływ na sporządzenie oferty, w tym oczywiście w zakresie oferowanej ceny. Zaniechanie przekazania wykonawcom wszystkich informacji mających znaczenie dla sporządzenia oferty na ogół skutkuje zaburzeniem konkurencji. Sporządzony przez zamawiającego opis przedmiotu zamówienia powinien tym samym w maksymalnym stopniu zapewniać zachowanie

nia faktu nieprawidłowości w opisie przedmiotu zamówienia wystarczające jest bowiem jedynie zaistnienie możliwości utrudniania uczciwej konkurencji przez zastosowanie określonych postanowień w specyfikacji, niekoniecznie zaś realnego uniemożliwienia takiej konkurencji³⁾. W świetle regulacji art. 29 ust. 1 Prawa zamówień publicznych opis przedmiotu zamówienia powinien zostać sporządzany

ny opis przedmiotu zamówienia, nieuwzględniający wszystkich okoliczności i wymagań mogących mieć wpływ na sporządzenie oferty, narusza art. 29 ust. 1 ustawy Prawa zamówień publicznych, a zarazem narusza zasady uczciwej konkurencji, o których mowa w art. 29 ust. 2 ustawy Prawa zamówień publicznych. Istota opisu przedmiotu zamówienia, jako obligatoryjny element każdej specyfikacji, wynika z jego wpływu na przebieg postępowania o udzielenie zamówienia publicznego. Przejawia się w tym, że to na podstawie jego treści wykonawcy ubiegający się o udzielenie zamówienia przygotowują oferty. W związku z tym zamawiający jako podmiot zobowiązany do opisanego przedmiotu zamówienia powinien sporządzić go w sposób jednoznaczny i wyczerpujący. Warto jednak w tym miejscu nadmienić, iż zamawiający, jako gospodarz postępowania⁵⁾ może opisać przedmiot zamówienia zgodnie ze swoimi potrzebami, wykonawcy zaś w ograniczony sposób mogą skutecznie w ten opis ingerować i decydować za zamawiającego, jakie rozwiązania powinien dopu-

ścić. Pod warunkiem, że opis ten czyni zadość zasadom równego traktowania wykonawców i uczciwej konkurencji, a ponadto jest wyczerpujący, pełny i jednakowy dla wszystkich wykonawców, którzy zainteresowani są złożeniem oferty.

Odnosząc powyższe do robót budowlanych trzeba pamiętać, że przepis art. 31 Prawa zamówień publicznych w szczególności sposób reguluje, iż opis przedmiotu zamówienia ma być dokonany za pomocą dokumentacji projektowej⁶⁾ i specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót (albo za pomocą programu funkcjonalno-użytkowego – dotyczy zaprojektowania i wykonania robót), przy czym w rozporządzeniu wykonawczym określono szczegółowy zakres i formę tych dokumentów. Sposób dokonania opisu przedmiotu zamówienia dla robót budowlanych⁷⁾ określony w art. 31 Prawa zamówień publicznych przez wymóg sporządzenia określonej dokumentacji⁸⁾ nie oznacza, że dla tych robót nie stosuje się podstawowego przy przygotowaniu postępowania przepisu art. 29 Prawa zamówień publicznych

Ważne jest to, że gdy zamówienie realizowane jest w trybie „zaprojektuj i wybuduj”, dane przedstawione przez zamawiającego są jedynie danymi wyjściowymi do procesu projektowania

zasad uczciwej konkurencji i równego dostępu do zamówienia, wyrażonych w art. 7 ust. 1 Prawa zamówień publicznych, rozszerzonych w art. 29 ust. 2 Prawa zamówień publicznych o zakaz opisywania przedmiotu zamówienia w sposób, który mógłby utrudniać uczciwą konkurencję. Do stwierdzenia

w taki sposób, aby wykonawcy nie tylko pozyskali niezbędną wiedzę w zakresie przedmiotu świadczenia, do którego będą zobowiązani na mocy zawartej z zamawiającym umowy, ale również otrzymali niezbędne informacje potrzebne do sporządzenia oferty, w tym zakresie jej wyceny⁴⁾. Niepełny i nieprecyzy-

³⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 17 sierpnia 2018 r. KIO 1534/18 cyt. „Przepis zawarty w art. 29 ust. 2 Prawa zamówień publicznych służy realizacji ustawowej zasady uczciwej konkurencji (a w konsekwencji – m.in. zasady równego dostępu do zamówienia), wyrażonej w art. 7 ust. 1 Prawa zamówień publicznych. Naruszenie normy wynikającej z art. 29 ust. 2 Prawa zamówień publicznych może mieć charakter bezpośredni (jeśli zamawiający wprost stosuje nazwy własne wskazujące konkretnego wykonawcę lub produkt) lub pośredni (jeśli nazwy własne nie zostają wskazane, ale szczegółowy opis parametrów wskazuje na jeden konkretny produkt). Dodatkowo działaniem wbrew zasadzie uczciwej konkurencji jest również zbyt rygorystyczne określenie wymagań co do przedmiotu zamówienia, które nie są uzasadnione, a jednocześnie ograniczają krąg wykonawców zdolnych do wykonania zamówienia. Ponadto należy wskazać, że naruszeniem zasady uczciwej konkurencji jest nie tylko opis przedmiotu zamówienia odzwierciedla rzeczywiste potrzeby zamawiającego, umożliwia wykonawcy obliczenie ceny oferty oraz, zgodnie z zasadą równego traktowania wykonawców zapewnia, że wszyscy wykonawcy rozumieją opis przedmiotu zamówienia tak samo”.

⁴⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 22 lutego 2016 r. KIO 165/16 cyt. „Sporządzenie opisu przedmiotu zamówienia należy do wyłącznych uprawnień oraz obowiązków zamawiającego i jest jedną z najważniejszych czynności związanych z przygotowaniem postępowania o udzielenie zamówienia publicznego. Zasady sporządzania opisu przedmiotu zamówienia zostały określone w art. 29–31 Prawa zamówień publicznych. Opis przedmiotu zamówienia odzwierciedla rzeczywiste potrzeby zamawiającego, umożliwia wykonawcy obliczenie ceny oferty oraz, zgodnie z zasadą równego traktowania wykonawców zapewnia, że wszyscy wykonawcy rozumieją opis przedmiotu zamówienia tak samo”.

⁵⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 23 maja 2017 r. KIO 935/17 cyt. „Zamawiający ma prawo opisać przedmiot zamówienia w sposób uwzględniający jego uzasadnione potrzeby. To zamawiający jako gospodarz postępowania określa zakres zarówno przedmiotowy, jak i podmiotowy, charakteryzujący cel, jaki zamierza osiągnąć. A zatem nie można przyznać wykonawcom uprawnienia do narzucania zamawiającym konkretnego określenia ich potrzeb oraz sposobu ich opisanie czy zapewnienia ich realizacji w specyfikacji istotnych warunków zamówienia”.

⁶⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 27 sierpnia 2008 r. KIO/UPZ 833/08 cyt. „Pojęcie „dokumentacji projektowej” definiuje rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego. Ustawodawca posługuje się przedmiotowym pojęciem w odniesieniu do opisu przedmiotu zamówienia i na potrzeby opisu tego przedmiotu zostało zdefiniowane, w przywołanym rozporządzeniu, pojęcie „dokumentacji projektowej”. Norma z art. 31 ust. 1 Prawa zamówień publicznych jest adresowana do zamawiającego, dotyczy bowiem czynności zamawiającego. Wykonawcy nie mają obowiązku stosowania tej normy”.

⁷⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 29 lipca 2015 r. KIO 1371/15 cyt. „W przypadku zamówienia na roboty budowlane mamy do czynienia z tzw. umową rezultatu, czyli zobowiązaniem wykonawcy do osiągnięcia rezultatu opisanego w dokumentacji projektowej za wynagrodzeniem określonym w ofercie, przy czym cena oferty określa je ostatecznie (wynagrodzenie ryczałtowe) lub w sposób przybliżony, z dokładnym określeniem podstaw do ustalenia jego ostatecznej wysokości w postaci cen jednostkowych (wynagrodzenie kosztorysowe). Rezultat, który ma być osiągnięty w przypadku zamówienia na roboty budowlane, musi być dokładnie opisany w sposób wynikający z art. 31 ust. 1 Prawa zamówień publicznych (z uwzględnieniem przepisów wykonawczych wydanych na podstawie art. 31 ust. 4 Prawa zamówień publicznych) i nie może ulegać zasadniczym zmianom, niezależnie od charakteru wynagrodzenia umownego. Niezgodne z istotą zamówienia na roboty budowlane jest założenie, że poszczególne prace stanowią niezależne elementy przedmiotu zamówienia, gdyż składają się one na uszeregowane w kolejności technologicznej wykonania zestawienie przewidywanych prac koniecznych dla zrealizowania obiektu lub obiektów budowlanych. Co do zasady pewnym zmianom ulec może jedynie zakres ilościowy poszczególnych prac i tu objawia się znaczenie cen jednostkowych, które pozwalają na ich rozliczenie na etapie realizacji zamówienia”.

⁸⁾ Wyrok Zespołu Arbitrów przy Urzędzie Zamówień Publicznych z dnia 10 marca 2006 r. UZP/ZO/0-660/06 cyt. „Samodzielne dzieło, jakim jest dokumentacja projektowa nie jest normatywnie określone, a zadaniem zamawiającego jest dokonanie poprawnego opisu tego przedmiotu”.

określającego zasady sporządzania opisu przedmiotu zamówienia. Zgodnie z obowiązującym od 2004 r. brzmieniem art. 31 ust. 2 i 3 ustawy Prawa zamówień publicznych, jeżeli przedmiotem zamówienia jest zaprojektowanie i wykonanie robót budowlanych⁹⁾ w rozumieniu ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, zamawiający opisuje przedmiot zamówienia za pomocą programu funkcjonalno-użytkowego, a program ten obejmuje opis zadania budowlanego, w którym podaje się przeznaczenie ukończonych robót budowlanych oraz stawiane im wymagania techniczne, ekonomiczne, architektoniczne, materiałowe i funkcjonalne. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. określając szczegółowy zakres i formę programu funkcjonalno-użytkowego wymaga, aby część opisowa obejmowała wszystkie istotne parametry, uwarunkowania, właściwości dotyczące projektowanego obiektu lub robót budowlanych oraz wymagania i warunki wykonania i odbioru robót budowlanych. Część informacyjna ma zawierać natomiast głównie informacje i dokumenty niezbędne do zaprojektowania robót budowlanych¹⁰⁾.

Ważne jest to, że gdy zamówienie realizowane jest w trybie „zaprojektuj i wybuduj”, dane przedstawione przez zamawiającego są jedynie

danymi wyjściowymi do procesu projektowania¹¹⁾. Realizacja zadania złożonego technologicznie może nieść ze sobą konieczność, także na etapie procesu projektowego, dostosowania proponowanych rozwiązań, z zastrzeżeniem zachowania poszczególnych parametrów oraz założeń funkcjonalnych i technologicznych wynikających z programu funkcjonalno-użytkowego. Tym samym, skoro przedmiot zamówienia realizowany jest w systemie „zaprojektuj i wybuduj”

efekcie wydane zostanie pozwolenie na budowę¹³⁾.

Ustawodawca rozróżnił, przez sposób dokonywania opisu przedmiotu zamówienia, dwa rodzaje procedur przetargowych na roboty budowlane, na tzw. klasyczną wynikającą z przepisu art. 31 ust. 1 Prawa zamówień publicznych, gdy na zamawiającym spoczywa obowiązek sporządzenia dokumentacji projektowej oraz na wynikającą z przepisu art. 31 ust. 2 Prawa zamówień publicznych procedurę w systemie

Wykonawca na etapie realizacji umowy nie ponosi odpowiedzialności za wady dokumentacji projektowej i sposób opisu przedmiotu zamówienia ujęty w tej dokumentacji

oznacza to, że wszelkie elementy oferty odnoszące się do finalnego efektu, jaki zamierza osiągnąć zamawiający, leżą po stronie wykonawcy¹²⁾, który na etapie szczegółowego projektowania oferowanego rozwiązania, w uzgodnieniu z zamawiającym będzie zobowiązany do przedstawienia takiego sposobu realizacji zamówienia, który będzie odpowiadał wszystkim wymaganiom zamawiającego i w końcowym

„zaprojektuj i wybuduj”, w której na wykonawcy spoczywa obowiązek sporządzenia m.in. dokumentacji projektowej. Co w tym miejscu skłania do stwierdzenia, iż – jeśli mówimy o procedurze klasycznej – wykonawca nie ma obowiązku szczegółowego sprawdzenia dostarczonego projektu w celu wykrycia jego wad. Wykonawca robót budowlanych nie musi bowiem dysponować specjalistyczną wiedzą

z zakresu projektowania musi jedynie umieć odczytać projekt i realizować inwestycje zgodnie z tym projektem oraz zasadami wiedzy budowlanej. Obowiązki wykonawcy, w przypadku ujawnienia wad projektu sprowadzają się do poinformowania inwestora o tych okolicznościach oraz ich możliwych konsekwencjach i to wyłącznie wówczas, gdy wady projektowe są tego rodzaju, że nie wymagają specjalistycznej wiedzy z zakresu projektowania. Wykonawca na etapie realizacji umowy nie ponosi odpowiedzialności za wady dokumentacji projektowej i sposób opisu przedmiotu zamówienia ujęty w tej dokumentacji. Za wadliwie wykonane roboty według otrzymanego projektu wykonawca odpowiada, gdy wady te przy zachowaniu należytej staranności mierzonej zawodowym charakterem działalności, mógł wykryć i zgłosić zamawiającemu.

Podsumowując niniejsze rozważania należy stwierdzić, że zamawiający ma prawo oczekiwać ze strony wykonawcy zagwarantowania jakości przedmiotu zamówienia zapewniającej spełnienie wymagań zamawiającego, oczywiście z zachowaniem wszystkich ograniczeń, o których była mowa, co oznacza, że charakter opisu przedmiotu zamówienia powinien być stanowczy – wyznaczać jednoznacznie, co wykonawca ma zrealizować i w jaki sposób. ◀

⁹⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 16 maja 2019 r. KIO 797/19 cyt. „Formuły „zaprojektuj i wybuduj”, która obliuguje zainteresowanych wykonawców do odpowiedniego kalkulowania określonych kosztów w oparciu o wiedzę i doświadczenie profesjonalisty. Przyjmuje się założenie, że wykonawcy potrafią „z góry” przewidzieć jakie koszty będą związane z realizacją poszczególnych elementów ogólnie opisanego przedmiotu zamówienia z odpowiednią kalkulacją ryzyk włącznie. Z formułą „zaprojektuj i wybuduj” związana jest pewna swoboda co do sposobu wykonania przedmiotu zamówienia. Zamawiający na etapie udzielania zamówienia nie ma zatem pełnej wiedzy, jakie rozwiązania techniczne przyjmie dany wykonawca”.

¹⁰⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 26 lipca 2011 r. KIO 1484/11 cyt. „Przedstawienie programu funkcjonalno-użytkowego w postaci załącznika do SIWZ jest jedynie powszechnie stosowanym zabiegiem technicznym, który nie umniejsza znaczenia i nie zmienia charakteru tego dokumentu (jest częścią SIWZ jako część opisu przedmiotu zamówienia)”.

¹¹⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 1 czerwca 2011 r. KIO 1071/11 cyt. „Skoro przedmiotem zamówienia jest zaprojektowanie i wykonanie robót budowlanych, szczegółowe rozwiązania materiałowo-sprzętowe winny znaleźć się w specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych oraz w projekcie budowlanym, stosownie do zakresu wymierzonych opracowań, jakie wyznacza rozporządzenie z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. nr 202, poz. 2072, z późn. zm.). Zamawiający nie ma prawa narzucać wykonawcom podania w ofercie określonego typu maszyny czy urządzenia oraz producenta, ale może żądać zamieszczenia tych danych w ofercie wykonawcy. Jest to praktyka stosowana i umożliwia wykonawcy podanie dowolnej maszyny, urządzenia i producenta, zgodnej jednak z wymaganiami SIWZ. Wymagane podanie: typu maszyn i urządzeń, nazw producenta, czy oznaczenia tożsamy oferowanych parametrów technicznych urządzeń, z punktu widzenia przesłanek określonych w art. 89 ust. 1 pkt 2 Prawa zamówień publicznych, pozwalających na odrzucenie oferty w przypadku gdy jej treść nie odpowiada treści SIWZ, stanowi w tym znaczeniu treść oferty”.

¹²⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 9 listopada 2018 r. KIO 2131/18 cyt. „Skoro wykonawca, w systemie „projektuj i buduj”, sporządza i odpowiada za wszelką dokumentację, w tym dokumentację projektową wymagana do wniosku o wydanie pozwolenia na budowę, to nie oznacza, że ponosi również odpowiedzialności za dokumentację w etapie przedprojektowym, którą przygotował zamawiający lub inny wykonawca na zlecenie zamawiającego. Skoro proces projektowania, w tym przygotowanie dokumentów wymaganych do wniosku o wydanie pozwolenia na budowę, jest przedmiotem zamówienia, to nieuprawnionym jest obarczanie odpowiedzialnością wykonawcy w związku z przejęciem dokumentacji przygotowanej przez zamawiającego”.

¹³⁾ Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 8 maja 2013 r. KIO 954/13 cyt. „W przypadku zamówienia realizowanego w systemie „zaprojektuj i wybuduj”, to na jednym wykonawcy spoczywa obowiązek sporządzenia dokumentacji oraz uzyskania pozwolenia na budowę i ten wykonawca jest odpowiedzialny za osiągnięcie efektu końcowego w postaci wybudowanego obiektu”.



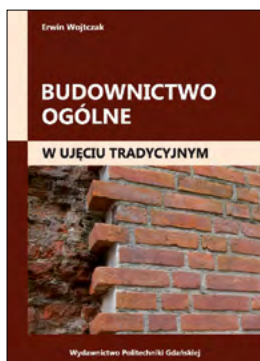
KABLOBETONOWE DŹWIGARY PRĘTOWE W OBIEKTACH BUDOWLANYCH. DOŚWIADCZENIA W ZAKRESIE DIAGNOSTYKI I EKSPLOATACJI

Jacek Hulimka

Wydawnictwo Politechniki Śląskiej; wydanie 1, 2019 r.; format B5, oprawa miękka, 275 stron

Celem monografii jest przybliżenie czytelnikom wybranych zagadnień z zakresu kablobetonowych dźwigarów dachowych, z ograniczeniem do popularnych elementów o konstrukcji prętowej. W szczególności ma ona na celu opisanie zasad prawidłowego postępowania ze wciąż istniejącymi i użytkowanymi elementami – zarówno w zakresie ich diagnozowania, jak i podstawowych zasad utrzymania we właściwym stanie technicznym.

Praca skierowana jest do dość szerokiej grupy odbiorców, jakimi są użytkownicy obiektów, autorzy dotyczących ich ekspertyz i opinii technicznych, projektanci, pracownicy naukowcy oraz studenci.

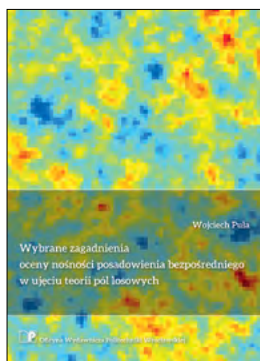


BUDOWNICTWO OGÓLNE W UJĘCIU TRADYCYJNYM

Erwin Wojtczak

Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej; wydanie 1, 2019 r.; 287 stron

Tematyka książki dotyczy podstawowych rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych na przestrzeni lat w budownictwie ogólnym. Treść została podzielona na rozdziały opisujące poszczególne elementy konstrukcji typowego budynku, od fundamentów poprzez ściany, nadproża, stropy i schody aż po dach. W książce zawarto przegląd różnorodnych technologii, kładąc główny nacisk na metody historyczne (tradycyjne, nierzadko obecnie niestosowane), pojawiają się jednak również odwołania do aktualnego stanu praktyki inżynierskiej. Szczególną uwagę należy zwrócić na podane procedury obliczeniowe, które w wielu przypadkach zostały zastąpione nowszymi, a ich zaprezentowanie ma na celu jedynie przybliżenie czytelnikowi ówczesnego stanu wiedzy technicznej.



WYBRANE ZAGADNIENIA OCENY NOŚNOŚCI POSADOWIENIA BEZPOŚREDNIEGO W UJĘCIU TEORII PÓŁ LOSOWYCH

Wojciech Puła

Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej; 2019 r.; 256 stron

W monografii przedstawiono wybrane zagadnienia oszacowania nośności posadowienia bezpośredniego. Uwzględniono przestrzenną zmienność właściwości podłoża gruntowego modelowaną z zastosowaniem metod teorii pól losowych. W ramach ogólnych zagadnień modelowania przedstawiono oryginalne, niepublikowane wcześniej rezultaty prac autora dotyczące oszacowań skali fluktuacji przy transformowaniu pola losowego. Poświęcono też uwagę identyfikacji parametrów pola losowego na podstawie badań geotechnicznych. Oprócz nowych elementów poznawczych w monografii zawarto ważne aspekty praktyczne, wskazując na przykładach, jak przedstawione koncepcje można zastosować do probabilistycznego wspomagania projektowania.

PRAWO

NORMY

TECHNOLOGIE

EKONOMIKA

CIEKAWY REALIZACJE



WYDAWNICTWO
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Inżynier
budownictwa



www.inzynierbudownictwa.pl

GREEN LIFT®

Najchętniej wybierany dźwig hydrauliczny w Polsce



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



GMV Polska Sp. z o.o.

tel. 22 / 651 91 45

www.gmv.pl

info@gmv.pl



Windy GMV z 10-letnią
przedłużoną gwarancją