Przewodnik Projektanta

NR 4/2019
październik–grudzień

ISSN 2543-9146

miesięcznik Inżynier budownictwa poleca

Instalacja fotowoltaiczna na budynku mieszkalnym

- Przejście z 2D do BIM w projektowaniu konstrukcji
- Projektowanie fundamentów na gruntach ekspansywnych
- Kanalizacja deszczowa na terenach zurbanizowanych

Pobierz e-wydanie

Przewodnik Projektanta

bezpłatne e-wydanie dostępne na stronie:

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

Pobierz w App Store

GET IT ON Google Play

izbudujemy.pl

WPIIB
WYDAWNICTWO
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

SYSTEMY USZCZELNIEŃ DLA PROFESJONALISTÓW

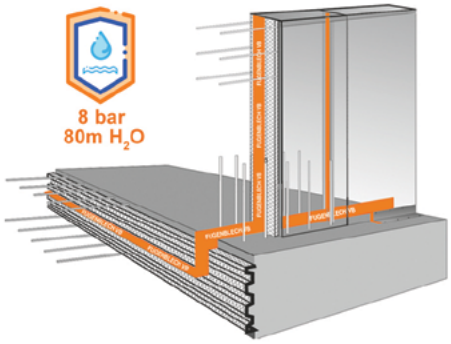
ARS - 3

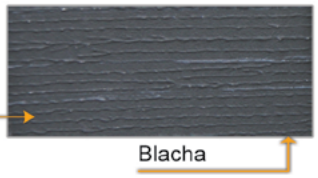
ZAPEWNIJ SZCZELNOŚĆ OBIEKTU!

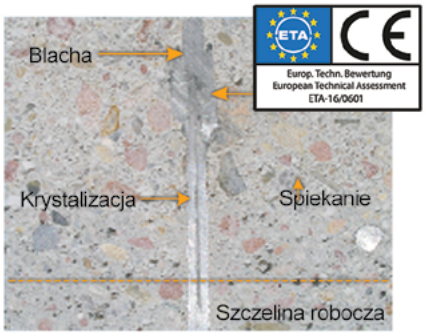
CEMflex VB

Gwarantuje zwielokrotnione bezpieczeństwo w stosunku do konwencjonalnych rozwiązań, eliminuje wszystkie wady wynikające ze złego ułożenia taśmy, niepoprawnego łączenia poszczególnych odcinków. Aktywna blacha **CEMflex VB** jest obustronnie pokryta specjalną opatentowaną powłoką, która aktywuje się po kontakcie z PH betonu. Dzięki zjawisku osmozy krystalizacja przenika głęboko w system kapilarny betonu. Kombinacja różnych składników tworzy bardzo drobną krystalizację względnie spiekanie w strukturze budowli, które uszczelniają kapilary i rysy skurczowe, wypierając jednocześnie wilgoć. Proces odbywa się zarówno od strony z której napiera woda jak i od strony przeciwnej. Bez dostępu wilgoci składniki specjalnej powłoki są niaktywne. W przypadku poźniejszego napływu wody następuje samodzielna reakcja chemiczna i rozpoczyna się ponowny automatyczny proces uszczelniania.

W przypadku aktywnej blachy **CEMflex VB** nie występuje niebezpieczeństwo przedwczesnej niszczącej aktywacji. Stosowanie **CEMflex VB** jest niezależne od warunków pogodowych (tj. deszcz, śnieg, wysoka lub niska temperatura). Nie ma konieczności stosowania folii ochronnych, które w trakcie betonowania należy usuwać. Zabrudzenia betonem są aktywnie krystalizowane.







ZALETY

- **zapewnia wodoszczelność i gazoszczelność (spalarnie odpadów, biogazownie itp.);**
- **wysoka odporność na agresywne środowisko t.j.: woda morska, oczyszczalnie ścieków, gnojowica, paliwa w tym także lotnicze;**
- **możliwość zastosowania w zbiornikach na wodę pitną;**
- **minimalna otulina osadzenia w betonie 30 mm;**
- **możliwość montażu w warunkach zimowych;**
- **łatwe i szybkie łączenie kolejnych odcinków klamrami spinającymi;**
- **ręczne zginanie blachy, eliminacja skomplikowanych kształtek;**
- **łatwy montaż bez zgrzewarek, spawarek itp.**

WIĘCEJ NA www.ars-3.pl

MASA TRWALE PLASTYCZNA DO APLIKACJI NAWET POD WODĄ!

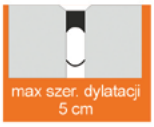
Masa trwale plastyczna to elastyczny jednoskładnikowy klej Typ2 i uszczelniacz Typ1 na bazie polimerów, wiążący pod wpływem wilgoci z powietrza charakteryzujący się wysoką odpornością mechaniczną i chemiczną.

- dylatacje i nacięcia posadzkowe wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń obciążonych ruchem pieszym i kołowym;
- uszczelniania konstrukcji: betonowych, drewnianych, metalowych, ceramicznych, PVC, bitumicznych, kamiennych;
- oczyszczalnie ścieków, konstrukcje tunelowe i mostowe;
- na całym obszarze budowy, np. przy obrębie okien, drzwi oraz dachu;

Przykład spoiny wykonanej pod wodą

ZALETY

- **reaguje z wilgocią powietrza tworząc miękko-elastyczną, gumopodobną strukturę;**
- **cechuje się znakomitą odpornością na warunki atmosferyczne i działanie promieni UV;**
- **bez rozpuszczalników i silikonu (neutralny zapachowo);**
- **Typ1 możliwy do zastosowania także na wilgotnych podłożach;**
- **Typ2 możliwy do zastosowania pod wodą;**
- **możliwość zastosowania już przy - 3° C;**
- **bardzo dobre właściwości szczepne nie wymaga preparatu gruntującego;**
- **wysoka odporność chemiczna i mikrobiologiczna (środowiska agresywne, paliwa, oleje, rozpuszczalniki, kwasy, zasady, ługi;)**



ARS - 3

ARS-3 Sp. z o.o. Sp. k.
email: biuro@ars-3.pl
www.ars-3.pl

25-116 Kielce
ul. Ściegiennego 201
tel. +48 41 362 11 33

03-231 Warszawa
ul. Odlewnicza 7
tel. +48 662 512 662

80-718 Gdańsk
ul. Elbląska 113
tel. +48 662 552 956

WYDAWNICTWO
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
KREATORBUDOWNICTWAROKU.PL
inżynierbudownictwa.pl

REDAKCJA
Redaktor naczelna:
Anna Dębińska
Redaktor prowadzący:
Piotr Bień

PROJEKT GRAFICZNY
Jolanta Bigus-Kończak

SKŁAD I ŁAMANIE
Jolanta Bigus-Kończak
Grzegorz Zazulak

BIURO REKLAMY
Zespół:
Łukasz Berko-Haas – tel. 882 512 794
lukasz@wpiib.pl
Barbara Darmoros – tel. 660 016 060
b.darmoros@wpiib.pl
Natalia Gołek – 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

ZDJĘCIE NA OKŁADCE
stock.adobe.com: gui yong nian

DRUK
ArtDruk Zakład Poligraficzny
Print Management: printCARE

NAKŁAD KONTROLOWANY
ZWIĄZEK KONTROLI DYSTRYBUCJI PRASY

NAKŁAD
5000 egz.

Budownictwo to branża, która nie lubi nudy. W ciągu tego roku powstało dużo nowych obiektów, a inwestycje i nowatorskie podejście firm napędzają szybki rozwój w tym sektorze. Wiele się również dzieje, jeżeli chodzi o akty prawne – weszły w życie m.in. ustawa o dostępności, rozporządzenie zawierające nowe wymagania w sprawie drogowych obiektów inżynierskich czy zmiany w prawie geodezyjnym.

W tym wydaniu Przewodnika Projektanta – czwartym i ostatnim w tym roku – zamieściliśmy artykuł poruszający kwestie związane z prowadzeniem spółki z ograniczoną odpowiedzialnością przez różne jednostki projektowe, tj. głównie projektantów i architektów, a także dotyczący uwarunkowań prawnych projektanta w konsorcjum jako wykonawcy robót budowlanych. Zachęcam również do zapoznania się z innymi zagadnieniami, szeroko opisanymi w naszej publikacji, m.in. informacjami o zasadach projektowania fundamentów na gruntach ekspansywnych czy też poświęconymi projektowaniu kanalizacji deszczowej na terenach zurbanizowanych. W ostatnim czasie dużo się mówi o ekologii oraz instalacjach OZE, dlatego też poruszyliśmy temat projektowania instalacji fotowoltaicznej na budynku mieszkalnym. Ponadto polecam Państwa uwadze artykuły dotyczące akustyki, gdyż ważne jest to, w jakich warunkach mieszkamy i pracujemy.

O zaletach technologii BIM i rezygnacji z projektowania w 2D oraz o tym, w jakich krajach BIM stało się lub wkrótce będzie standardem, dowiedzą się Państwo z naszego kolejnego artykułu. Powyżej opisane są tylko wybrane zagadnienia, ale oczywiście zachęcam do zapoznania się z całą naszą publikacją.

Przypominam, że Przewodnik Projektanta jest dostępny nie tylko w wersji drukowanej, ale też w postaci elektronicznej – na stronie www.izbudujemy.pl/oferta zamieszczamy plik pdf do bezpłatnego pobrania. Publikacja ma również przygotowaną wersję na smartfony i tablety. Aplikacja mobilna jest dostępna w sklepach Google Play oraz App Store również do bezpłatnego pobrania.

Pobierz w App Store
GET IT ON Google Play

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.

Structural Analysis and Design software StruSoft

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

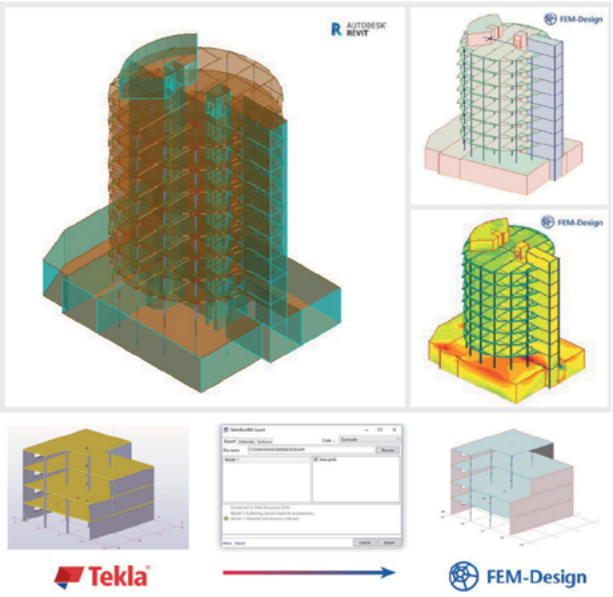
FEM-Design jest zaawansowanym oprogramowaniem wykorzystującym Metodę Elemementów Skończonych (MES) do analizy i wymiarowania złożonych konstrukcji z betonu, stali i drewna, zgodnie z Eurokodami oraz polskimi aneksami.

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.

Integracja z Revitem i Teklą

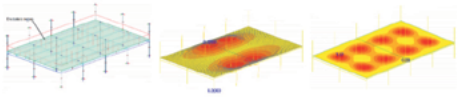
StruSoft stworzył darmowe narzędzia do bezpośredniej współpracy FEM-Design z takimi programami jak Revit i Tekla.



Nowości w FEM-Design 18

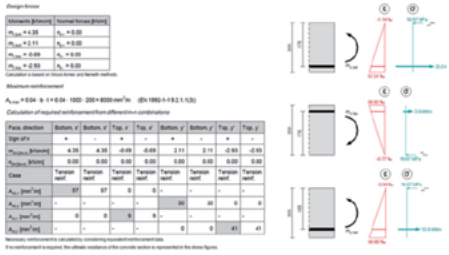
Analiza Footfall

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



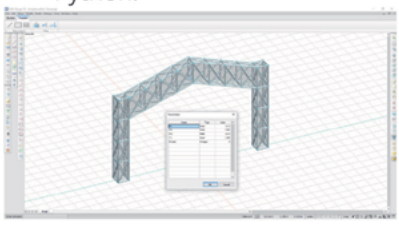
Szczegółowe wyniki powłok żelbetowych

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.



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.



python™

CONSOLIS POLSKA · SWECO · SKANSKA · RAMBOLL · COWI · ARUP

StruSoft · Mobile.: + 45 23 25 25 64 | dennis.kristensen@strusoft.com

www.strusoft.com/local/poland

- 6 Aktualności
- 8 Wyposażenie biur projektowych
- 10 Z rynku
- 11 Zasady projektowania fundamentów na gruntach ekspansywnych
  Marian Łupieżowiec
- 16 Bezpieczeństwo obiektów w kontekście wysokiej odporności ogniowej ścian z autoklawizowanego betonu komórkowego
  Artykuł sponsorowany
- 18 Projektowanie instalacji fotowoltaicznej na budynku mieszkalnym
  Krzysztof Sztymelski

str. 11

Zasady projektowania fundamentów na gruntach ekspansywnych

W artykule omówiono problemy związane z projektowaniem i wykonywaniem fundamentów na gruntach ekspansywnych, które charakteryzują się dużą zmiennością cech fizyko-mechanicznych wskutek oddziaływania czynników środowiskowych. Zwrócono szczególną uwagę na aspekt właściwego rozpoznania warunków gruntowych oraz potrzebę właściwej specyfikacji technologii realizacji. Ponadto podkreślono rolę właściwego nadzoru nad realizacją, która w tym przypadku jest szczególnie istotna.

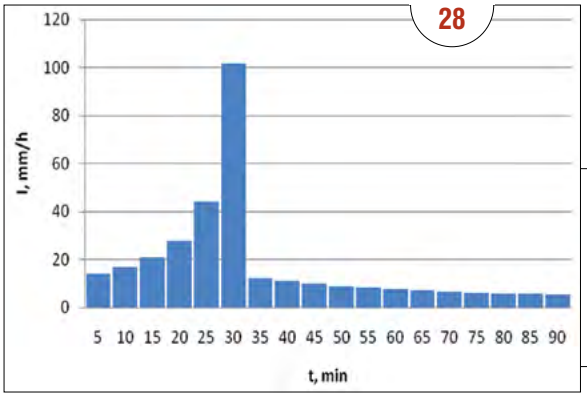
str. 18

Projektowanie instalacji fotowoltaicznej na budynku mieszkalnym

Pierwszy etap inwestycji w instalacje fotowoltaiczne w polskich, prywatnych budynkach mieszkalnych zaczął się zaledwie 6 lat temu, czyli w 2013 r. Początkowo przyrost takich instalacji był bardzo skromny, lecz w ostatnim czasie niemal w każdej miejscowości z trudem można znaleźć ulicę z dachem przynajmniej jednego domu nie zabudowanym panelami PV. Polacy zauważyli, że opłacalność w świetle obecnych przepisów jest bezdyskusyjna, a unormowania prawne dotyczące projektu i wykonawstwa nie są skomplikowane. Artykuł przybliża zagadnienia związane z projektami, zgłoszeniami i realizacją tego typu inwestycji.

- 26 Izolacyjność akustyczna przegród zewnętrznych
  Artykuł sponsorowany
- 28 Wybrane aspekty projektowania kanalizacji deszczowej na terenach zurbanizowanych
  Bartosz Szeląg
  Jakub Drewnowski
  Małgorzata Drewnowska
- 33 Projektowanie dachów a miarodajne natężenie deszczem
  Artykuł sponsorowany
- 34 Przegląd produktów
  Masy i zaprawy tynkarskie
- 36 Jednostka projektowa w formie spółki z ograniczoną odpowiedzialnością
  Kamil Stolarski
  Paweł Grajdura

str. 28



Wybrane aspekty projektowania kanalizacji deszczowej na terenach zurbanizowanych

Sieć kanalizacji deszczowej stanowi istotny element infrastruktury miasta. Jej prawidłowe funkcjonowanie ma wpływ na zrównoważony rozwój miast, społeczeństwa oraz spełnia ważny aspekt ekologiczny.

40 Klatki schodowe – jak zaprojektować, aby spełnić wymagania dotyczące akustyki
Artykuł sponsorowany

42 Akustyka w budynkach biurowych
Magdalena Szubert

47 Stropy belkowo-pustakowe w budownictwie kubaturowymi
Artykuł sponsorowany

48 Przejście z 2D do BIM w projektowaniu konstrukcji
Kostiantyn Protchenko
Krzysztof Kaczorek

str. 36

Jednostka projektowa w formie spółki z ograniczoną odpowiedzialnością

W Polsce mamy możliwość wyboru kilku form prowadzenia działalności gospodarczej. Jedną z najbardziej popularnych, prawnych form prowadzenia biznesu, jest spółka z ograniczoną odpowiedzialnością (dalej również jako „spółka"). Artykuł ten porusza podstawowe kwestie związane z prowadzeniem spółki z ograniczoną odpowiedzialnością przez różne jednostki projektowe, tj. głównie projektantów i architektów.

str. 42

Akustyka w budynkach biurowych

Akustyki w projekcie budynku i aranżacji biurowej nie widać, jednak problemy stają się boleśnie odczuwalne dopiero wtedy, gdy budynek i poszczególne biura już funkcjonują. Zagadnienia ochrony przed hałasem w budynkach są opisane w szeregu obowiązujących w Polsce aktów prawnych i norm. Dokumenty te powiązane są z dwoma ustawami: Prawo budowlane (Dz.U. z 1994 r., nr 89, poz. 414, z późn. zm.; t.j. Dz.U. z 2013 r., poz. 1409; z 2014 r., poz. 40, 768, 822, 1133, 1200; z 2015 r., poz. 151, 200) oraz Kodeks pracy (tekst jednolity Dz.U. z 2014 r., poz. 1502).

52 Wypowiedzi ekspertów
Strefa Projektanta
Dlaczego warto stosować łączniki termoizolacyjne?
Bezpieczeństwo pożarowe ścian z betonu komórkowego
Materiał sponsorowany

53 Przegląd produktów
Sita Trendy z kołnierzem zaciskowym
Materiał sponsorowany

54 Wybrane problemy projektowania ścian osłonowych
Ołeksij Kopyłow
Iryna Kopylova

59 Literatura

60 Projektant w konsorcjum jako wykonawca robót budowlanych – uwarunkowania prawne
Mariusz Filipek

str. 48

Przejście z 2D do BIM w projektowaniu konstrukcji

Dynamiczny rozwój rynku budowlanego na świecie w ciągu ostatnich lat jest przyczyną całkowitej przemiany przebiegu procesu inwestycyjno-budowlanego z modelu DBB (ang. Design-Bid-Build) do IPD (ang. Integrated Project Delivery). Przyczynami tej transformacji są gwałtowny wzrost poziomu urbanizacji i gęstości zaludnienia, jak również rozwój technologii wykorzystywanej w budownictwie, a tym samym większa złożoność konstrukcji oraz silniejsza presja redukcji czasu i kosztów.

Zmiany w prawie geodezyjnym i kartograficznym przyjęte przez rząd

W projekcie ustawy znalazły się między innymi rozwiązania takie jak:

- uproszczony, ryczałtowy, sposób pobierania opłat od geodetów, za potrzebne im do pracy dokumenty
- możliwość rozpoczęcia prac geodezyjnych w każdej chwili – trzeba będzie je zgłosić w ciągu 5 dni
- mniej formalności na linii geodeta – starostwo powiatowe, co pozwoli geodetom szybciej uzyskać potrzebne dokumenty.

W efekcie czas potrzebny na załatwienie formalności związanych z pracami geodezyjnymi skróci się średnio z 60 do 18 dni.

Projekt, który przyjął rząd, zakłada aktualizowanie informacji zawartych w ewidencji gruntów i budynków na podstawie materiałów znajdujących się w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym, czyli z urzędu, bez konieczności składania wniosku. Dzięki temu dane w ewidencji będą bardziej aktualne.

Wiele danych przestrzennych było do tej pory dostępnych tylko na wniosek i za opłatą. Chodzi o m.in. dane topograficzne, zdjęcia lotnicze, dane pomiarowe LIDAR, Numeryczny Model Terenu, podstawowe dane o działkach i budynkach. Teraz będzie można je bezpłatnie pobrać ze strony GEOPORTAL.GOV.PL. Takie dane mogą być potrzebne przedsiębiorcom, na przykład do tworzenia aplikacji na smartfony wykorzystujących informacje o przestrzeni albo do budowy przyłącza gazowego.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Ruszył konkurs architektoniczno-urbanistyczny na projekt osiedla przy ul. Zatorskiej we Wrocławiu

Uczestnicy konkursu zaprojektują ponad 1100 mieszkań w ramach programu Mieszkanie Plus we Wrocławiu. Planowany termin rozpoczęcia prac budowlanych to IV kw. 2020 r.

Konkurs organizowany jest przez spółkę PFR Nieruchomości i ma on charakter otwarty i dwuetapowy. Do pierwszego pracownie zgłaszają m.in. swoje portfolio i szkic koncepcji. Do drugiego etapu Sąd Konkursowy wybierze od czterech do sześciu zespołów, które wezmą udział w warsztatach projektowych i przygotują prace konkursowe. Na czele składu sędziowskiego stanie Dyrektor Narodowego Instytutu Architektury i Urbanistyki Bolesław Stelmach. Złożone projekty będą oceniali także przedstawiciele Urzędu Miasta we Wrocławiu, członkowie wrocławskiego oddziału SARP, eksperci Polskiego Holdingu Nieruchomości i spółki PFR Nieruchomości. Zwycięski projekt poznamy pod koniec marca 2020 r. Regulamin konkursu znajduje się na stronie internetowej nieruchomosci.pfr.pl/konkursZatorska.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Kolejne porozumienie w ramach rządowego Programu Stop Smog

Wymiana źródeł ogrzewania i ocieplenie 286 domów jednorodzinnych w ramach rządowego Programu Stop Smog to założenia Porozumienia, które 21 października 2019 r. podpisała minister Jadwiga Emilewicz z gminą Pszczyna. Budżet Porozumienia zakłada sumę 15 158 000,00 zł, z czego 70% to dofinansowanie z budżetu państwa. Porozumienie zostanie zrealizowane w ciągu 3 lat. Jest to kolejne podpisane porozumienie po gminie Skawina i Sucha Beskidzka.

Wnioskodawcą w Programie jest gmina, która zapewnia 30% wkładu własnego (w przypadku gmin powyżej 100 tys. mieszkańców wkład musi być wyższy). Pozostała część Programu (70%) jest finansowana z budżetu państwa. Możliwy jest również wkład własny mieszkańca, jednak nie może on być wyższy niż 10%. Wkład ten nie pomniejsza udziału finansowego gminy, ale stanowi dodatkowe środki do wykorzystania w termomodernizacji danego budynku.

Gmina w ramach Programu pełni rolę inwestora odpowiedzialnego za realizację poszczególnych przedsięwzięć w gminie, m.in.: nabór mieszkańców, przygotowanie dokumentacji, wybór wykonawców inwestycji, rozliczenie programu.

Program Stop Smog jest realizowany na podstawie przepisów ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2019 r., poz. 51) i polega na termomodernizacji prywatnych budynków jednorodzinnych, w tym w szczególności obejmuje:

- wymianę lub likwidację nieekologicznych źródeł ciepła (kotłów na paliwo stałe)
- przyłączenie do sieci ciepłowniczej, elektroenergetycznej lub gazowej
- ocieplenie budynków
- inne działania związane z realizowanymi inwestycjami, w tym przygotowanie dokumentacji technicznej oraz usługi doradztwa energetycznego dla mieszkańców.

Program jest skierowany do osób ubogich

energetycznie, którzy spełnią obowiązujące kryterium dochodowe i majątkowe oraz inne warunki określone w ustawie.

Źródło: Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii

Stacja Warszawa Gdańska zostanie rozbudowana

3 października 2019 r. wiceminister infrastruktury Andrzej Bittel uczestniczył w podpisaniu przez PKP Polskie Linie Kolejowe SA umowy na opracowanie i wykonanie rozbudowy stacji Warszawa Gdańska. Projekt za ponad 60 mln zł jest współfinasowany ze środków finansowych Unii Europejskiej. Inwestycja powinna zostać wykonana w ciągu roku i wpisuje się w poprawę komunikacji kolejowej w aglomeracji warszawskiej.

Rozbudowa stacji Warszawa Gdańska to kolejne przygotowania PKP PLK do rozpoczęcia modernizacji warszawskiej linii średnicowej, dzięki której zwiększą się możliwości Warszawskiego Węzła Kolejowego.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

Obwodnica Metropolii Trójmiejskiej – inwestycja w formule PPP

Wokół Trójmiasta ma powstać nowy odcinek drogi ekspresowej S6. Rząd planuje sfinansować go w formule partnerstwa publiczno-prywatnego. Zakończenie budowy ma nastąpić w 2024 r. Długość planowanej obwodnicy Metropolii Trójmiejskiej to 31,7 km, a koszt jej budowy wyniesie około 1,3 miliarda złotych netto. Trasa ma łączyć węzeł Chwaszczyno z węzłem Gdańsk Południe. Na tym odcinku powstanie dwujezdniowa droga ekspresowa. Przedsięwzięcie ma zostać sfinansowane w formule partnerstwa publiczno-prywatnego typu DBFO, co oznacza, że fundusze będą przeznaczone na projektowanie, sfinansowanie, budowę, eksploatację i utrzymanie obwodnicy.

Ogłoszenie przetargu jest planowane na przełomie 2019 i 2020 r., pod warunkiem że Eurostat również wyda pozytywną opinię, podobnie jak Główny Urząd Statystyczny. Na rok 2020 jest planowany wybór partnera prywatnego i zawarcie z nim umowy. Projektowanie i budowa obwodnicy są przewidziane na lata 2021–2024.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Dworzec w Otwocku zyska nowe oblicze

PKP SA oraz PKP Polskie Linie Kolejowe SA podpisały list intencyjny z Urzędem Miasta Otwock o współpracy w celu przebudowy dworca kolejowego w Otwocku wraz z placem przydworcowym oraz modernizacją linii kolejowej nr 7 w granicach tego miasta.

Przebudowa dworca kolejowego w Otwocku zostanie zrealizowana w ramach projektu „Modernizacja wybranych dworców przy linii kolejowej nr 7 na odcinku Warszawa-Dorohusk wraz z dworcem na st. Kraśnik położonym przy linii 68". Projekt jest współfinansowany ze środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020. Zakończenie inwestycji planowane jest w grudniu 2021 r.

W ramach inwestycji PKP SA wyodrębni i udostępni pomieszczenia w budynku zabytkowego dworca kolejowego z przeznaczeniem na bibliotekę i mediatekę miejską oraz punkt informacyjny Urzędu Miasta. Miasto Otwock zobowiąże się do długoterminowego najmu tych pomieszczeń i odpowiedniego ich wyposażenia.

W ramach przebudowy dworca kolejowego w Otwocku, PKP SA rozszerzy zakres projektowanego zagospodarowania terenu i obejmie nim cały plac dworcowy. Dzięki temu powstaną m.in.: miejsca postojowe dla samochodów (w tym dla osób o ograniczonych możliwościach poruszania się), ciąg pieszo-rowerowy, miejsca postojowe dla rowerów, a także część przeznaczona wyłącznie dla pieszych.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

Kolejne przeprawy w ramach programu Mosty dla Regionów

Pierwszy most powstanie na Odrze. Teraz na rzece w miejscowości Pomorsko w województwie lubuskim funkcjonuje przeprawa promowa. Kursowanie promu jest uzależnione od warunków pogodowych. Most, który powstanie w Pomorsku, ma być częścią obwodnicy Zielonej Góry. Nowa konstrukcja będzie miała długość około 450 m, a całkowita długość konstrukcji wraz z drogami dojazdowymi to około 3 km. Szacowany koszt budowy wyniesie 88 milionów złotych. Koszt przygotowania dokumentacji to około 3,3 miliona złotych, z czego dotacja z budżetu państwa wyniesie 2,6 miliona złotych.

Druga przeprawa powstanie na Zamojszczyźnie. Inwestycja planowana w ciągu drogi powiatowej nr 3227L na trasie Sulmice-Zawoda będzie kolejną po moście na Wieprzu przeprawą rzeczną w województwie lubelskim, której dokumentacja projektowa zostanie dofinansowana dzięki rządowemu programowi Mosty dla Regionów. Dotychczasowy most zostanie rozebrany, a na jego miejscu powstanie nowy o długości 18,6 m i szerokości 10 m. Całkowity koszt budowy nowego mostu jest szacowany na około 3,4 miliona złotych, a przygotowanie dokumentacji wyniesie 45,7 tysiąca złotych, z czego 36,5 tysiąca złotych zostanie dofinansowanych z budżetu państwa.

Źródło: Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii

Inwestycje i rozwój Bieszczad

Jeszcze w 2019 r. rozpocznie się kompleksowa poprawa dostępności i ekspozycji turystycznej oraz bezpieczeństwa bieszczadzkich dróg wojewódzkich. Ponad 5 mln zł trafi na zaprojektowanie sieci lokalnych dróg rowerowych z łącznikami do szlaku Green Velo i Greenway Karpaty Wschodnie.

Dzięki 240 tys. zł z budżetu państwa powstanie dokumentacja mostu na Sanie w Krzemiennej w powiecie brzozowskim.

Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, dzięki Funduszowi Spójności, przeznacza 5 mln zł na przygotowanie dokumentacji technicznej i projektowej dla rozbudowy sieci turystycznych tras rowerowych na terenie Bieszczad i włączenie ich do szlaku rowerowego Green Velo i Greenway Karpaty Wschodnie. Dofinansowanie z programu Pomocy Technicznej w wysokości 90% zdecydowało o możliwości podjęcia się tego zadania przez Urząd Marszałkowski Województwa Podkarpackiego i stanowi inwestycję w przyszły rozwój tras rowerowych w Bieszczadach. Budżet państwa sfinansuje 80% z prawie 13 mln zł potrzebnych na obejmującą 15 inwestycji kompleksową poprawę bezpieczeństwa i wyeksponowanie walorów krajobrazowych bieszczadzkich dróg wojewódzkich, w tym np. przebudowy fragmentów dróg, skrzyżowań, parkingów i tworzenie punktów widokowych. Minister MIiR przekazał także władzom powiatu brzozowskiego pozytywną opinię o dofinansowaniu w ramach programu „Mosty dla Regionów" przygotowania dokumentacji budowy mostu w Krzemiennej na Sanie.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Yoga Smart Tab z Asystentem Google

Lenovo Yoga Smart Tab to urządzenie zaopatrzone w 10,1" wyświetlacz IPS o proporcjach 16:10, rozdzielczości 1920x120 pikseli i jasności 320 nitów. Ma dwa głośniki Hi-Fi firmy JBL o mocy 2 W każdy, które wspierane są przez technologię Dolby Atmos i skierowane na zewnątrz z każdej strony walca. Tablet zintegrowany jest z Google Assistant, a za jego wydajność odpowiedzialny jest Qualcomm Snapdragon 439 z układem graficznym Adreno 505. Lenovo Yoga Smart Tab świetnie sprawdzi się m.in. jako narzędzie do obsługi mediów. Dzięki nóżce łatwo użytkownikowi postawić urządzenie na biurku lub nawet powiesić na ścianie. Tablet jest odporny na kurz i lekkie pokropienie wodą. W zależności od konfiguracji Yoga Smart Tab oferuje 3 lub 4 GB RAM i 32 GB lub 64 GB pamięci wewnętrznej. Urządzenie pracuje pod kontrolą systemu Android 9.0 Pie i jest zasilane przez akumulator o pojemności 7000 mAh. Tablet ma wymiary 242x166x5,5 mm (cieńsza krawędź) i waży 570 gramów. To sprawia, że na tym urządzeniu można polegać nie tylko w biurze, ale także podczas podróży służbowej czy pracy w terenie.

Producent: Lenovo

Canon imagePROGRAF TM

Kompaktowe i łatwe w obsłudze drukarki atramentowe do nisko- i wysokonakładowej produkcji map i dokumentów technicznych CAD/GIS. 5-kolorowe atramenty pigmentowe LUCIA TD są wodoodporne, szybkoschnące i pozwalają drukować precyzyjne linie i wyraźny tekst w wysokiej jakości także na tańszych, niepowlekanych mediach. W trybie ciągłego drukowania rysunków (format A1) model imagePROGRAF TM-300/305 drukuje z prędkością 144 obrazów/min – szybciej o 23% w stosunku do poprzedniej serii iPF. Urządzenia generują do 60% mniej hałasu niż seria iPF. Dodatkowy moduł tnący i technologia podawania mediów redukują drgania nośnika, przez co seria TM doskonale sprawdzi się także w niewielkich biurach. Pojemniki z tuszem „Hot Swap" mogą być wymieniane w trakcie pracy urządzenia, aby zachować ciągłość i ograniczyć przestoje. Do serii imagePROGRAF TM istnieje także możliwość dołączenia szybkich skanerów wysokiej jakości, w tym model T36 z przyjaznym dla użytkownika ekranem dotykowym, który zamienia ploter w wielofunkcyjne urządzenie biurowe. Plotery są dostępne w wersjach 24" (3 modele) i 36" (5 modeli).

Producent: Canon

NEC MultiSync EA271U

Dobry monitor dla projektanta to po pierwsze sprzęt o stosunkowo wysokiej rozdzielczości oraz doskonałej jakości i stabilności wyświetlanego obrazu. Warunki te spełnia półprofesjonalny model desktopowy NEC MultiSync EA271U. Wyposażony w panel klasy IPS, wyświetlający obraz o rozdzielczości 3840x2160 pikseli, monitor ten posiada wszystkie cechy idealnego produktu dla projektanta. Stałoprądowe sterowanie jasnością monitora powoduje brak jakiegokolwiek migotania obrazu, a tym samym wysoką stabilność i brak wpływu na zmęczenie użytkownika przy wielogodzinnej pracy. Pełna sprzętowa kalibracja kolorów oraz elektroniczny układ wyrównywania jednorodności podświetlania pozwala na uzyskanie referencyjnego pod względem jakości obrazu. Dodatkowo model EA271U ma ergonomiczną stopę umożliwiającą regulację monitora w zakresie wysokości i pochylenia ekranu oraz jego obrót. Monitor dostępny jest również w wersji ColorTuned przygotowanej i skalibrowanej bezpośrednio przez NEC.

Producent: NEC

OKI C844dnW

OKI C844dnW to najmniejsza na rynku kolorowa drukarka A3. Jest bardzo łatwa w obsłudze i umożliwia realizowanie wyraźnych, kolorowych wydruków o wysokiej rozdzielczości (1200x1200 dpi), dzięki czemu idealnie sprawdza się w przypadku wydruków projektów z delikatną kreską, składających się z wielu warstw, czy wymagających precyzyjnego odwzorowania skali. Urządzenie zostało specjalnie zaprojektowane w odpowiedzi na potrzeby firm wymagających wysokiej jakości kolorowego druku w formacie A3 przy niskim koszcie nabycia oraz możliwości drukowania wysokojakościowych firmowych dokumentów we własnym zakresie. Do tego szybkość druku do 36 str./min, szeroka gama nośników od A6 do A3 i gramaturze do 256 g/m², możliwość drukowania banerów do 1,3 m, technologia LED gwarantująca doskonałą jakość druku, ekologiczne funkcje, druk mobilny, duplex w standardzie, Certyfikat Energy Star i technologia szybkiego utrwalania – dzięki tym funkcjom urządzenie jest bardzo wszechstronne, wydajne i energooszczędne.

Producent: OKI

Klawiatura Surface Keyboard oraz mysz Surface Mouse

Zostały zaprojektowane specjalnie z myślą o linii flagowych komputerów Microsoft Surface, ale są także kompatybilne z innymi urządzeniami, działającymi na systemach operacyjnych Mac OS od wersji 10 oraz Android od wersji 4.4. Z komputerem łączą się w standardzie Bluetooth 4.0 (Low Energy), a zasięg połączenia wynosi do 7 m w środowisku biurowym i do 15 m w plenerze. Klawiatura została wykonana ze stopu aluminium, dzięki czemu cała konstrukcja jest lekka (waży 419 gram z bateriami). Na uwagę zasługuje zwłaszcza żywotność klawiszy, która sięga około 5 mln wciśnięć na jeden klawisz. Klawiatura zasilana jest dwiema zwykłymi bateriami AAA, pozwalającymi nawet na rok ciągłej pracy. Obsługuje zaawansowany standard szyfrowania (AES), dzięki czemu jest bezpieczna i odporna na potencjalne cyber-ataki. Mysz Surface Mouse waży 90,9 gram. Wykorzystuje rozwiązanie BlueTrack Technology i odznacza się wysoce czułym sensorem, który dynamicznie adaptuje się do 4000 klatek na sekundę. Kółko przewijania zostało wykonane z metalu, wyposażonego dodatkowo w 24 zagłębienia, zwiększające precyzję przewijania.

Producent: Microsoft

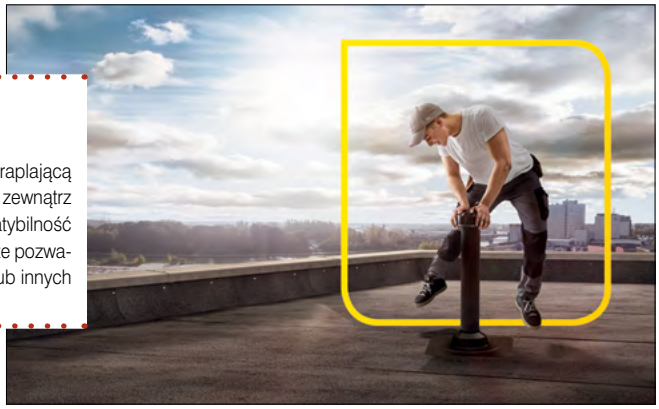
Fujitsu LIFEBOOK U939X

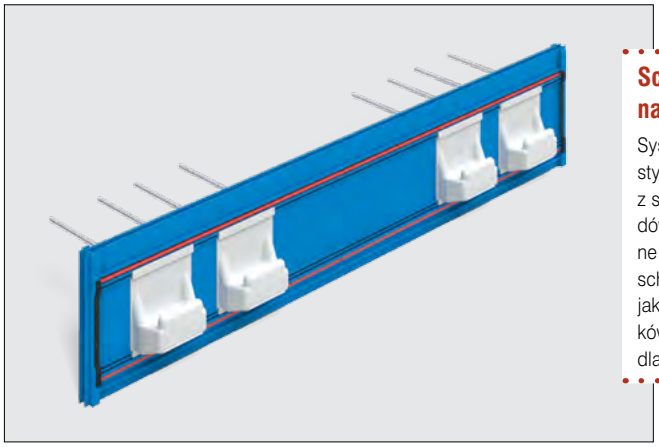
Konwertowalne laptopy zyskują coraz większą popularność również wśród profesjonalnych użytkowników głównie z dwóch powodów. Po pierwsze dlatego, że oferują dobrą funkcjonalność i są równie łatwe w użyciu jak tradycyjne laptopy biznesowe. Po drugie jednym gestem można je przekształcić w tablet, umożliwiający odręczne pisanie po ekranie, kreatywną pracę z dotykowym ekranem czy możliwość dodania cyfrowego podpisu do elektronicznego dokumentu. Ponadto znacznie lepiej sprawdzają się w podróży, np. w samolocie gdzie często nie ma miejsca na rozłożenie tradycyjnego laptopa. Najlżejszy na rynku, 13,3" konwertowalny laptop biznesowy Fujitsu LIFEBOOK U939X zyskał popularność wśród profesjonalnych użytkowników, gdyż jego doskonała mobilność i funkcjonalność nie ogranicza ani jego wydajności, ani komfortu pracy użytkownika. Urządzenie wyposażono w ładowane indukcyjnie piórko marki WACOM, a zaawansowana biometria Fujitsu PalmSecure (skaner żył wewnątrz dłoni) chroni przechowywane w nim dane.

Producent: Fujitsu

W ofercie Sita Bauelemente pojawił się element wentylacyjny z systemem usuwania kondensatu z orurowania

Sita Vent kondensator skroplin dzięki dwuściennej budowie bezpiecznie usuwa wykraplającą się na ściankach orurowania wilgoć, która w postaci skroplin wyprowadzana jest na zewnątrz rurociągu, wprost na pokrycie dachowe. Uniwersalność elementu oraz jego kompatybilność pozwala na zastosowanie nie tylko, jako kompletny produkt do zabudowania, ale także pozwala na doposażenie w już zamontowanych w połaciach dachowych kominkach Sita lub innych o średnicy DN100.





Schöck Tronsole – ochrona przed dźwiękami uderzeniowymi na klatkach schodowych

System Tronsole od firmy Schöck, który działa jako kompleksowe rozwiązanie akustyczne, skutecznie oddziela schody od spoczników, stropów i ścian. Składa się on z sześciu gotowych do montażu produktów, które mocuje się bezpośrednio do schodów. Elementy Schöck Tronsole skutecznie izolują akustycznie schody prefabrykowane i monolityczne, schody proste i zabiegowe oraz spoczniki stosowane na klatkach schodowych domów wielorodzinnych lub domów w zabudowie szeregowej. Wysoka jakość systemu sprawia, że rozwiązanie poprawia izolacyjność akustyczną od dźwięków uderzeniowych niemalże o 10 dB w porównaniu z rozwiązaniami standardowymi dla izolacji akustycznej.

Produkcja nowego stelaża podtynkowego Rapid SLX

Firma GROHE rozpoczęła produkcję w fabryce w Porta Westfalica nowego stelaża podtynkowego Rapid SLX ze zintegrowanym regulatorem przepływu wody, który można łatwo dostosowywać bez konieczności demontażu zaworu spustowego. Dodatkowe zintegrowane przyłącza wody i energii elektrycznej umożliwiają montaż toalety myjącej w każdym momencie i sprawiają, że nowy stelaż podtynkowy znacznie ułatwi pracę instalatorom. Produkt ma ergonomiczny dostęp do systemu spłukiwania, a także pozwala na dokonanie potrzebnych regulacji w każdym momencie.

Czujniki sterujące oświetleniem marki Steinel

Lange Łukaszuk wprowadza na rynek nowe czujniki sterujące oświetleniem. W ofercie znajdują się czujniki zmierzchu (podstawowe urządzenia, które włączą światło automatycznie, gdy zapada ciemność), PIR (Passive Infra Red, wykrywają poruszające się źródło ciepła emitowane np. przez ciało ludzi, zwierzęta albo silnik samochodu), mikrofalowy HF (High Frequency, reagują na ruch niezależnie od temp. poruszającego się obiektu, przenikają przez drewno, gips-karton, bloczek silikatowy czy szkło do 6 mm grubości) i ultradźwiękowy (rozsyłają po całym pomieszczeniu fale dźwiękowe niesłyszalne dla ludzi).

dr inż. **Marian Łupieżowiec**
Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Budownictwa, Katedra Geotechniki i Dróg

Zasady projektowania fundamentów
na gruntach ekspansywnych

W artykule omówiono problemy związane z projektowaniem i wykonywaniem fundamentów na gruntach ekspansywnych, które charakteryzują się dużą zmiennością cech fizyko-mechanicznych wskutek oddziaływania czynników środowiskowych. Zwrócono szczególną uwagę na aspekt właściwego rozpoznania warunków gruntowych oraz potrzebę właściwej specyfikacji technologii realizacji. Ponadto podkreślono rolę właściwego nadzoru nad realizacją, która w tym przypadku jest szczególnie istotna.

UWAGI WSTĘPNE

Projektowanie posadowienia konstrukcji budowlanych jest bardzo istotnym elementem realizacji zamierzeń budowlanych. Decyzje podjęte na tym etapie w sposób szczególny rzutują przede wszystkim na bezpieczeństwo późniejszej eksploatacji, a także warunki samego użytkowania. Nie bez znaczenia są również koszty realizacji budowy, gdyż błędy popełnione przy projektowaniu oraz wykonywaniu fundamentów są niezwykle kosztowne i niejednokrotnie decydują o możliwości zrealizowania danej inwestycji.

Zaleganie w podłożu gruntów ekspansywnych oznacza występowanie skomplikowanych warunków gruntowych, co klasyfikuje inwestycję do trzeciej kategorii geotechnicznej, niezależnie od rodzaju budowanego obiektu

Pierwszym ważnym etapem właściwego zaprojektowania fundamentów, jest odpowiednie rozpoznanie podłoża. W zależności od kategorii geotechnicznej, rozporządzenie [N1] przewiduje odpowiedni zakres badań i określa konkretne rodzaje dokumentacji, które muszą być wykonane przy rozpoznaniu warunków gruntowo-wodnych. Należy podkreślić, że zaleganie w podłożu gruntów ekspansywnych wg [N1] oznacza występowanie skomplikowanych warunków gruntowych, co klasyfikuje inwestycję do trzeciej kategorii geotechnicznej, niezależnie od rodzaju budowanego obiektu. Powoduje to konieczność opracowania zarówno opinii geotechnicznej (wstępne rozpoznanie warunków w podłożu), dokumentacji badań podłoża gruntowego (podanie stosownych informacji istotnych dla projektanta, w tym wartości parametrów gruntowych pozwalających na zwymiarowanie fundamentów) oraz dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (określenie wpływu i interakcji inwestycji na środowisko). Najistotniejsze jednak przy trzeciej kategorii geotechnicznej jest wykonanie właściwych badań polowych i laboratoryjnych dotyczących właściwości gruntów w zależności od potrzeb i ustaleń projektanta. Niezależnie od powyższych, opracowywany jest projekt geotechniczny, w którym odnaleźć można szczegółowe rozwiązania w zakresie koncepcji posadowienia, wytyczne do opracowania projektu konstrukcji oraz wymagania dotyczące technologii realizacji. Bardzo ważna jest współpraca projektanta z wykonującym rozpoznanie podłoża, tak, aby wszystkie potrzebne informacje zostały ujęte w dokumentacji projektowej. Niedopuszczalna jest sytuacja, że niezależnie wykonywane są badania podłoża, a na późniejszym etapie projektant nie ma już możliwości uzyskania dodatkowych informacji, które mogą mu być potrzebne.

Zobacz na: izbudujemy.pl programy do geotechniki

Problem posadowienia obiektów na gruntach ekspansywnych staje się szczególnie istotny na etapie wykonywania robót budowlanych. Występowanie w podłożu tego rodzaju gruntów to jeden z wielu przypadków, gdy wskutek niewłaściwie prowadzonych robót, mogą ulec zmianie właściwości gruntów – zarówno fizyczne, jak i mechaniczne, które decydują o nośności podłoża pod fundamentami oraz powstałych osiadaniach. Grunty ekspansywne poddane oddziaływaniom atmosferycznym, szczególnie przy kontakcie z wodą (znaczenie może mieć nawet duża wilgotność powietrza) wykazują bardzo dużą zmianę objętości (skurcz lub pęcznienie). Powoduje to degradację ich właściwości deformacyjno-wytrzymałościowych. To oczywiście nie jest jedyny problem, jaki może się pojawić przy obecności tego typu gruntów w podłożu. Często znacznie groźniejsze mogą być zwiększone wartości parć przekazywanych na konstrukcje oporowe, jak również nierównomierne oddziaływania podłoża przekazywane na fundamenty i powodujące uszkodzenia konstrukcji budynków. Zjawisko jest uzależnione od wartości powstałego ciśnienia pęcznienia. Możliwa jest też sytuacja odwrotna – przy zmniejszeniu się wilgotności gruntów, co może wystąpić np. przy słonecznej i ciepłej pogodzie, objętość gruntów może się znacznie zmniejszyć. Wskutek tego powstają zniszczenia struktury gruntu, co również niekorzystnie wpływa na jego wytrzymałość. W przypadku doprowadzenia do którejś z powyższych sytuacji, zachodzić będzie potrzeba wykonywania kosztownych napraw i wzmocnień podłoża, a w skrajnych przypadkach doprowadzić może nawet do wstrzymania realizacji na dłuższy czas. Dlatego też oprócz konieczności właściwego zaprojektowania zarówno samego fundamentu, jak i warstw uniemożliwiających kontakt z wodą lub wilgocią gruntów wrażliwych na zmianę wilgotności, ważne jest również prawidłowe zaplanowanie technologii realizacji, a później, niezmiennie ważny i kluczowy jest odpowiedni nadzór.

Tabela 1. Właściwości minerałów ilastych [1]

Rodzaj minerału	Granica płynności I_L [%]	Wskaźnik plastyczności I_p [%]	Aktywność koloidalna A_c [–]
Kaolinit	40–60	10–25	0,4
Illit	80–120	50–70	0,9
Montmorylonit	300–650	200–550	1,5
Montmorylonit sodowy	ok. 700	ok. 650	7,0

Tabela 2. Klasyfikacja gruntów ekspansywnych wg Niedzielskiego [2]

Stopień ekspansywności	ε_p^{max} [%]	I_p [%]	f_i [%]	w_L [%]	S_r [m²/g]	p_c^{max} [kPa]
Bardzo silnie pęczniejące	> 30	> 40	> 50	> 60	> 200	> 1000
Silnie pęczniejące	20–30	30–40	40–50	50–60	150–200	600–1000
Średnio pęczniejące	10–20	20–30	30–40	40–50	70–150	200–600
Słabo pęczniejące	< 10	< 20	< 30	< 40	< 70	< 200

Niedopuszczalna jest sytuacja, że niezależnie wykonywane są badania podłoża, a na późniejszym etapie projektant nie ma już możliwości uzyskania dodatkowych informacji, które mogą mu być potrzebne

Rys. 1. Występowanie gruntów ekspansywnych w Polsce [3]

WYSTĘPOWANIE I WŁAŚCIWOŚCI GRUNTÓW EKSPANSYWNYCH

Cechą charakterystyczną gruntów ekspansywnych jest bardzo duża wrażliwość na zmiany wilgotności, objawiające się bardzo dużą zmianą objętości. W przypadku zwiększenia wilgotności, grunty te pęcznieją, a w przypadku spadku zawartości wody wykazują znaczny skurcz. Tego typu właściwości są typowe dla minerałów ilastych, z których są zbudowane grunty wykazujące właściwości ekspansywne. Podstawowe właściwości minerałów wykazujących tego typu cechy zestawiono w tabeli 1. Są to minerały ilaste, z których w większości są złożone przede wszystkim grunty bardzo spoiste. Największe właściwości ekspansywne wykazuje montmorylonit, w szczególności sodowy. Jest on minerałem hydrofilowym oraz wykazuje się dużą odkształcalnością (ściśliwością) i małą wytrzymałością. Jego cechy ekspansywne zależą przede wszystkim od obecności kationu wymiennego. Podział gruntów ekspansywnych wraz z wartościami charakteryzujących je parametrów przedstawiono w tabeli 2.

W tabeli 2 oznaczono:
ε_p^{max} – maksymalne odkształcenia pęcznienia
I_p – wskaźnik plastyczności
f_i – zawartość frakcji iłowej
w_L – granica płynności gruntu
S_r – powierzchnia właściwa gruntu
p_c^{max} – maksymalne ciśnienie pęcznienia.

Zobacz na: izbudujemy.pl programy do geotechniki

Występowanie gruntów ekspansywnych na terenie Polski przedstawiono na rys. 1. Jak nietrudno zauważyć, grunty o tego typu cechach występują na większości obszaru naszego kraju. Grunty najbardziej pęczniejące występują w rejonie Bydgoszczy, Poznania, Warszawy i Krakowa, stąd ośrodki naukowo-badawcze z tych regionów zajmują się zagadnieniami badań właściwości gruntów ekspansywnych i analizami sposobów posadowienia na tego typu podłożach. Jednakże grunty wykazujące tendencję do dużej zmiany objętości mogą wystąpić również w innych miejscach, stąd podstawowa wiedza jest niezbędna każdemu inżynierowi budowlanemu w naszym kraju. Cenną pozycją dla inżyniera budowlanego może być również instrukcja ITB dotycząca projektowania w tego typu warunkach gruntowych [4].

Jak stwierdzono na wstępie, występowanie w podłożu gruntów ekspansywnych nakazuje dane warunki gruntowe określić jako skomplikowane, a inwestycję zaliczyć do trzeciej kategorii geotechnicznej. Powoduje to, oprócz konieczności sporządzenia odpowiedniej dokumentacji wymaganej przez obowiązujące przepisy, także potrzebę wykonania specjalistycznych badań określających charakterystykę gruntów zalegających w podłożu. W szczególności należy określić:

- dokładną głębokość zalegania gruntów ekspansywnych
- dokonać specjalistycznej oceny potencjalnej ekspansywności podłoża
- ustalić poziom wody gruntowej (nawiercony i ustalony) oraz kierunki przepływów wody, zwłaszcza spływającej po stropie gruntów wykazujących duże pęcznienia, a także dokonać prognozy wpływu projektowanego obiektu i towarzyszącej infrastruktury oraz technologii prowadzonych robót (wykopy, ich zabezpieczenia, drenaż) na zmianę lokalnych stosunków wodnych.

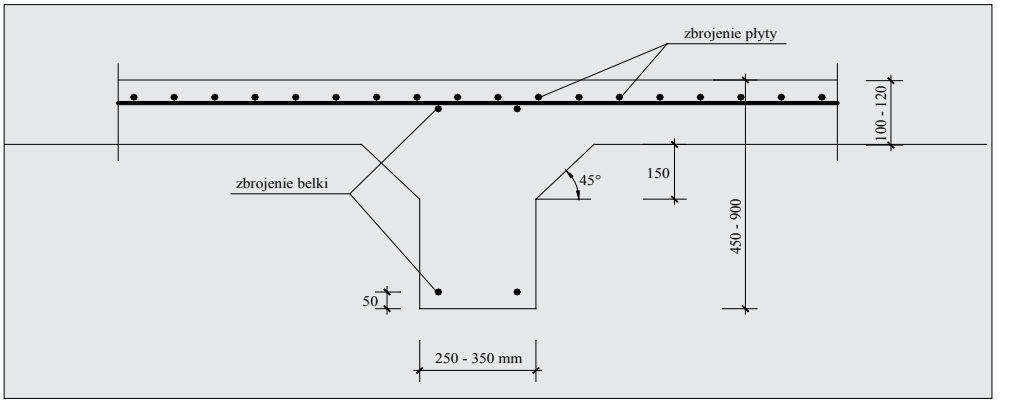
Powyższe informacje powinny być ujęte w dokumentacji badań podłoża gruntowego lub w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, która musi być każdorazowo wykonywana przy występowaniu tego typu problemów.

CZYNNIKI AKTYWUJĄCE PĘCZNIENIE

Grunty ekspansywne odznaczają się bardzo dużą zmianą objętości przy stosunkowo niedużej zmianie wilgotności. Pierwszym problemem jest skurcz, który następuje, gdy dochodzi do wysuszenia się gruntu, co może powodować powstanie osiadań dochodzących do nawet kilkunastu centymetrów. Tego typu zjawisko może zachodzić podczas wykopów przy słonecznej pogodzie. Może to prowadzić do zniszczenia struktury i degradacji właściwości mechanicznych gruntów stanowiących podłoże budowlane, choć jest relatywnie łatwe do naprawienia (niemniej również wymagające pewnych nakładów finansowych). Innym czynnikiem powodującym skurcz, jest też obniżenie poziomu wody poprzez wykonanie ujęć wody lub drenaży na czas budowy lub na stałe w ramach realizowanych inwestycji. Wpływ tego ostatniego czynnika na potencjalne uszkodzenia obiektów nie jest zbyt duży ze względu na fakt, że grunty ilaste są gruntami praktycznie nieprzepuszczalnymi. Dużo większym problemem związanym ze skurczem, może być przesuszenie gruntów powodowane przez pobliskie drzewa [5]. Tutaj praktycznie zerowa wodoprzepuszczalność gruntów nie ma większego znaczenia, gdyż korzenie drzew mogą rozrosnąć się również do wnętrza gruntów ilastych przyczyniając się do zmniejszenia ich wilgotności. Równie poważnym zagrożeniem jest pęcznienie związane ze wzrostem objętości. W przypadku zwiększenia wilgotności gruntów ekspansywnych pod budynkami można zaobserwować uszkodzenia objawiające się w postaci pęknięć części narożnych. Związane jest to z nierównomierną zmianą wilgotności, która jest największa na obrzeżach obiektów. Do zwiększenia wilgotności może dojść np. wskutek wniknięcia wody opadowej, nieszczelności różnego rodzaju instalacji, wadliwie działających drenaży itp. Ponieważ pęczniejący grunt nie ma swobody odkształcenia, powstaje ciśnienie pęcznienia powodujące nierównomierne odpory podłoża pod fundamentami. Gdy posadowienie obiektu nie wykazuje odpowiedniej sztywności (np. na niezależnych stopach i ławach fundamentowych), konstrukcja budynku najczęściej nie jest w stanie przenieść zwiększonych wartości sił wewnętrznych, co skutkuje powstaniem pęknięć i zarysowań (fot. 1). Natomiast w przypadku konstrukcji budowlanych statycznie wyznaczalnych w elementach konstrukcyjnych, nie powstają dodatkowe siły wskutek odkształceń podłoża, jednakże obserwowane są wtedy znaczne deformacje, które również mogą powodować uszkodzenia elementów wykończeniowych. W skrajnym przypadku mamy do czynienia z przekroczeniem warunków stanu granicznego użytkowalności, co ostatecznie też może doprowadzić do stanu awaryjnego. Najbardziej narażone na uszkodzenia są niskie, jedno- lub dwukondygnacyjne budynki mieszkalne lub hale przemysłowe. Nieco większą odporność na powstałe odkształcenia podłoża, związane ze zmianą wilgotności, wykazują

Fot. 1. Uszkodzenia konstrukcji budynku wskutek skurczu gruntu

właściwie zaprojektowane konstrukcje o sztywnej konstrukcji (konstrukcja ramowa, zastosowanie wieńców, usztywnienie monolitycznymi stropami i ścianami usztywniającymi) posadowione na sztywnych rusztach lub płytach fundamentowych. Niezależnie od zabezpieczeń przed zmianą wilgotności w trakcie użytkowania, ważne jest, aby projektant podczas analiz statyczno-wytrzymałościowych oszacował przewidywane wartości sił wewnętrznych i właściwie zwymiarował elementy konstrukcyjne.



Rys. 2. Zbrojenie fundamentu płytowo-belkowego na gruntach ekspansywnych

Innym problemem związanym z występowaniem gruntów ekspansywnych są parcia działające na konstrukcje oporowe. W przypadku zmiany wilgotności gruntów, co może się często zdarzać podczas prowadzenia robót ziemnych, istnieje ryzyko zawilgocenia gruntów podpieranych przez konstrukcję.

Najbardziej narażone na uszkodzenia są niskie, jedno- lub dwukondygnacyjne budynki mieszkalne lub hale przemysłowe

W tej sytuacji wartość przekazywanego parcia jest zdecydowanie większa. Można założyć, że w skrajnych przypadkach ulega ona zwiększeniu z wartości odpowiadającej parciu czynnemu, do wartości występującej przy parciu biernym. Czasami powoduje to prawie dwukrotne zwiększenie wartości oddziaływania, co może być powodem awarii i powodować ogromne problemy podczas realizacji robót. W przypadku pali fundamentowych wykonywanych w gruncie, może dochodzić do zmiany wilgotności gruntów, w których osadzony jest pal. Powstałe w takim przypadku pęcznienie wywoływać będzie powstawanie na pobocznicy pala sił wyciągających. Zwykle powoduje to rozluźnienie gruntu pod podstawą pala, a nawet lokalne wyparcie oczepu wieńczącego pale. Dlatego też w przypadku projektowania na palach, należy wziąć pod uwagę cały proces technologiczny, który może w sposób znaczny naruszać stan gruntów w podłożu.
Czynnikami aktywującymi skurcz i pęcznienie bardzo często mogą być warunki atmosferyczne występujące podczas robót budowlanych. Przy wykorzystaniu tradycyjnych technologii jest praktycznie niemożliwym, aby wpływ ten całkowicie wyeliminować. Dlatego też w przypadku wykonywania robót w gruntach ekspansywnych należy w sposób właściwy zapewnić zabezpieczenie odkrytego dna i skarp, a same wykopy prowadzić pod specjalnym nadzorem. Należy też zwrócić dużą uwagę na rozwiązanie problemów odwodnienia oraz zabezpieczenia skarp.

PROJEKTOWANIE POSADOWIENIA NA GRUNTACH EKSPANSYWNYCH

Projektując posadowienie obiektów na gruntach ekspansywnych należy pamiętać o kilku podstawowych zasadach, które pozwolą na właściwe wykonanie robót oraz późniejszą bezpieczną eksploatację. W pierwszej kolejności należy wyraźnie podkreślić, że w przypadku braku zmiany wilgotności, grunty te charakteryzują się relatywnie dużą nośnością, choć wykazują tendencję do sporej ściśliwości i odkształcalności, co wynika z właściwości minerałów ilastych tworzących strukturę gruntu ekspansywnego. Dlatego też głównym zadaniem najpierw projektanta, a później wykonawcy i eksploatującego obiekt jest nie dopuścić do zmian w wilgotności gruntów. Zabezpieczenia te można podzielić na dwie grupy. Pierwsza z nich to zastosowanie koncepcji posadowienia, które charakteryzuje się dużą odpornością na nierównomierne deformacje podłoża. Niektóre z typów posadowień, jak np. płyty i skrzynie fundamentowe, poprzez swoją dużą sztywność w pewnym zakresie mogą niwelować nierównomierne osiadania poszczególnych części budynku przyczyniając się do ochrony jego konstrukcji. W szczególności godne polecenia jest wykonanie fundamentu płytowo-belkowego (rys. 2), który w niektórych krajach (np. USA, Australia) stanowi systemowe rozwiązanie problemu posadowienia na gruntach ekspansywnych. Natomiast posadowienie na niezależnych stopach lub ławach fundamentowych przy wystąpieniu sporych i nierównomiernych osiadań może być przyczyną powstania najpierw pęknięć, a później awarii. Znaczenie może mieć również sztywność samej konstrukcji (wieńce, stropy i ściany usztywniające), którą należy uwzględnić na etapie projektowania, ale również w przypadku opracowywania koncepcji naprawy. Druga z grup rodzajów zabezpieczeń dotyczy samej ochrony gruntów wykazujących właściwości ekspansywne przed działaniem czynników mogących powodować zmianę wilgoci i w efekcie wywołanie odkształceń. Zabezpieczenia te należy stosować już od rozpoczęcia robót ziemnych.

Poniżej przedstawiono szczegółowe zalecenia, które należy zastosować przy projektowaniu. Są one wynikiem dotychczasowych badań naukowych omawianego zjawiska oraz doświadczeń w praktycznej realizacji. Kolejno są to (rys. 3) [4]:

- minimalna głębokość posadowienia wynosząca 1,5 m ppt, która winna stanowić zabezpieczenie przed oddziaływaniem czynników atmosferycznych i środowiskowych
- natychmiastowe zabezpieczenie odkrytego wykopu (dno oraz skarpy) przez ułożenie warstwy chudego betonu, warstwę tą układa się bezpośrednio na gruntach w stanie półzwartym lub twardoplastycznym lub też na odwodnionej podsypce piaskowej lub żwirowej w przypadku zalegania iłów o większej plastyczności
- wykonanie drenażu peryferyjnego (czołowego lub opaskowego)
- ujęcie i odprowadzenie wód opadowych do kanalizacji deszczowej lub poza strefę fundamentów
- uszczelnienie wykopów po zewnętrznej stronie fundamentów

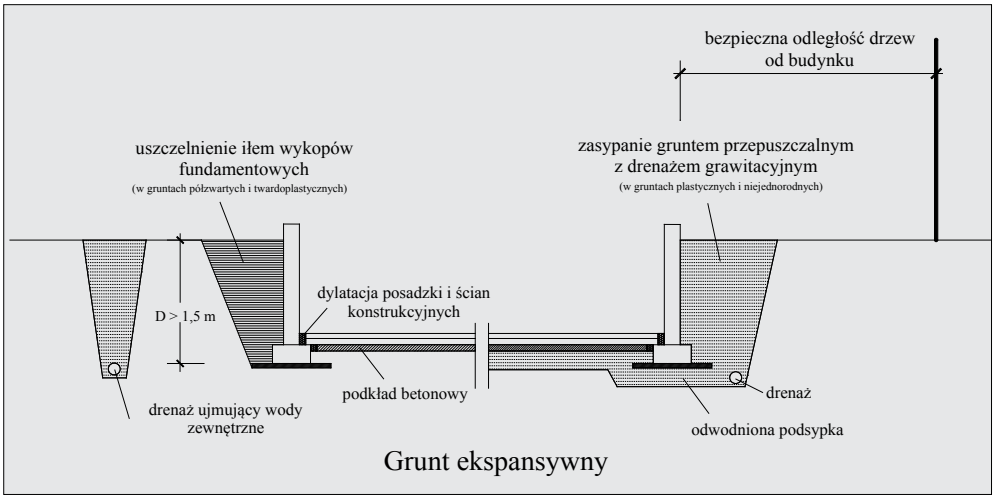
Zobacz na: izbudujemy.pl programy do geotechniki

poprzez wypełnienie gruntem spoistym lub zasypanie gruntem przepuszczalnym wraz z wykonaniem drenażu grawitacyjnego
- właściwe uszczelnienie wykopów pod sieci, które zapobiegnie infiltracji wody w podłoże oraz zapewnienie właściwej szczelności złączy
- zapewnienie bezpiecznej odległości drzew i krzewów od obiektu (zwykle ok. 1,5 wysokości drzewa), co pozwoli uniknąć przesuszania gruntów
- wzmocnienie fundamentów i zaprojektowanie konstrukcji budynku odpornej na nierównomierne deformacje podłoża pod obiektem
- zastosowanie odpowiednich dylatacji wewnętrznych
- uwzględnienie w analizach statycznych konstrukcji oddziaływań powstałych na skutek skurczu lub pęcznienia gruntów.

Powyższe zalecenia dotyczą posadowień bezpośrednich, które stosuje się w większości przypadków obiektów realizowanych na terenach zalegania gruntów ekspansywnych. Niekiedy wydawałoby się, że rozwiązaniem problemu związanego z posadowieniem na gruntach wykazujących bardzo dużą zmianę właściwości mechanicznych, jest posadowienie głębokie na palach fundamentowych. Okazuje się jednak, że zastosowanie niektórych technologii wykonywania pali (np. wbijanie) może być z technicznego punktu widzenia bardzo trudne do zrealizowania ze względu na bardzo duże opory wbijania w półzwartych lub twardoplastycznych iłach. Natomiast inne technologie (np. pale wiercone) przy których dla ułatwienia wiercenia lub pogrążania rur obsadowych stosowana jest woda, powodują pęcznienie gruntów znajdujących się wzdłuż pobocznicy pala. Wskutek tego na pal działają siły wyciągające, które powodują rozluźnienie gruntu pod podstawą pala, co w sposób niekorzystny wpływa na jego nośność. Aby temu zapobiec stosowane są m.in. iniekcje pod podstawami pali [6]. Powyższe problemy wskazują, że zastosowanie w warunkach klimatycznych naszego kraju pali jako sposobu rozwiązania problemu posadowienia na gruntach ekspansywnych nie ma uzasadnienia.

PODSUMOWANIE

Posadowienia na gruntach ekspansywnych, które przy zmianie wilgotności wykazują znaczny skurcz lub pęcznienie, a także mogą powodować bardzo duże oddziaływania poprzez powstałe ciśnienie pęcznienia, należy do szczególnie trudnych zagadnień geotechniki. Dlatego też nie bez powodu zagadnienie to zostało zaliczone do trzeciej kategorii geotechnicznej. Warunkiem właściwej realizacji inwestycji jest przede wszystkim właściwe rozpoznanie cech fizycznych i mechanicznych gruntów. Kolejnym elementem postępowania jest prawidłowe uwzględnienie przez projektanta możliwych oddziaływań na elementy konstrukcyjne, zarówno przy eksploatacji obiektu, jak i na etapie realizacji. Jest to szczególnie istotne przy częściowo wykonanej części podziemnej, a przede wszystkim przy projektowaniu zabezpieczenia wykopu. Opracowany projekt musi zwracać szczególną uwagę na zabezpieczenie gruntów ekspansywnych w podłożu przed różnego rodzaju oddziaływaniami środowiskowymi oraz przyjmować rozwiązania, które ułatwią wykonanie tych zabezpieczeń. Wreszcie ostatnim, ale być może najważniejszym aspektem jest właściwy nadzór nad wykonywanymi robotami.



Rys. 3. Zasady wykonywania fundamentów na gruntach ekspansywnych

ROZPORZĄDZENIA

N1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r., poz. 463).

LITERATURA

1. Head K.H., *Manual of soil laboratory testing. Vol. 1: Soil classification and compaction tests,* Pentech Press, London, 1992.
2. Niedzielski A., *Czynniki kształtujące ciśnienie pęcznienia oraz swobodne pęcznienie iłów poznańskich i warwowych,* Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy Naukowe, Zeszyt 238, 1993.
3. Gorączko A., *Fundamenty na gruntach ekspansywnych,* Inżynier Budownictwa, nr 1, 2017.
4. *Posadowienie budowli na gruntach ekspansywnych,* Instrukcja ITB nr 296, 1990.
5. Zawalski A., Woziwodzki Z., *Dyskusja oceny zagrożenia przez drzewostan budynków posadowionych na przykładzie awarii szkół,* Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Budownictwo Lądowe, nr 40, 1995.
6. Gwizdała K., Kumor Ł., Kumor M., *Wybrane problemy wykonawstwa pali w złożonych warunkach geotechnicznych podłoża ekspansywnego tarasu niskiego rzeki Brdy w Bydgoszczy,* XV Krajowa Konferencja Mechaniki Gruntów i Inżynierii Geotechnicznej, Bydgoszcz, 2009.
7. Kumor M., *Iły ekspansywne podłoża budowlanego Bydgoszczy. Wybrane problemy geotechniczne,* Monografia, Wydawnictwo UTP Bydgoszcz, 2016.
8. Lendo-Siwicka M., Niedźwiedzka K., *Wpływ pęcznienia gruntu na parametry odkształceniowe iłów jako materiału budowlanego,* Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, nr 58, 2012, str. 295–302.
9. Niedzielski A., Kumor M., *Geotechniczne problemy posadowień na gruntach ekspansywnych w Polsce,* Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 3, 2009.
10. Przystański J. i inni, *Wytyczne projektowania posadowień fundamentów na gruntach ekspansywnych,* Zeszyt Politechniki Poznańskiej, Rozprawy 224, Poznań, 1991.

Zobacz na: izbudujemy.pl programy do geotechniki

mgr inż. **Tomasz Rybarczyk**

Bezpieczeństwo obiektów w kontekście wysokiej odporności ogniowej ścian z autoklawizowanego betonu komórkowego

Bezpieczeństwo pożarowe budynków jest jednym z kryteriów wg którego powinny być projektowane i budowane obiekty budowlane. Istotnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo pożarowe budynku są rozwiązania architektoniczno-przestrzenne oraz techniczno-budowlane i materiałowe. Ważne zatem jest projektowanie i budowanie obiektów z uwzględnieniem możliwości ich zabezpieczenia na wypadek pożaru. Wiąże to się również z zastosowaniem odpowiednich materiałów, które w różny sposób reagują na ogień i wysokie temperatury.

WYSOKA ODPORNOŚĆ OGNIOWA BETONU KOMÓRKOWEGO

Dla materiałów budowlanych, a zwłaszcza służących do budowy konstrukcyjnych części budynku, bardzo ważną właściwością w kontekście bezpieczeństwa pożarowego, jest rekcja na ogień oraz odporność ogniowa elementów budynków.
Z tym pojęciem wiąże się odporność materiału na bezpośrednie działanie ognia, jak i działania wysokich temperatur. W tym kontekście znakomicie sprawdza się beton komórkowy, którego elementy zostały wielokrotnie przebadane przez Zakład Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej przy współpracy Zakładu Technologii Betonów „CEBET" Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych.
Elementy z betonu komórkowego zaklasyfikowane są do euroklasy A1 wg [1].
Ściany wykonane z betonu komórkowego nie przyczyniają się do powstawania pożaru, nie zawierają substancji palnych i nie wytwarzają dymu w trakcie pożaru. Przy bezpośrednim działaniu ognia zachowują przez długi czas nośność. Ponadto przegrody z betonu komórkowego wykazują wysoką szczelność.
Beton komórkowy ma jeszcze jedną bardzo ważną właściwość – nie nagrzewa się pod wpływem działania wysokich temperatur. Dlatego stosowany jest w miejscach, w których mogą wystąpić duże obciążenia ogniowe np. jako ściany oddzielenia przeciwpożarowego.
Swoją cechę niepalności zachowuje również w przypadku zastosowania na swojej powierzchni żywicznych powłok malarskich lub zwykłych tapet. Stosowane do murowania betonu zaprawy zwykłe i cienkowarstwowe również odpowiadają euroklasie A1.
Badania ogniowe różnych ścian z betonu komórkowego pozwoliły opracować klasyfikację ogniową przegród wykonanych z tego materiału (najnowszą klasyfikację przedstawiono w tabeli 1 wg [2]).

Klasy odporności ogniowej dla ścian z betonu komórkowego można również przyjmować z normy zharmonizowanej wg [3]. Dla ścian z ABK można posłużyć się tabelami N.B.4.1 do N.B.4.5 z załącznika B niniejszej normy. Klasy odporności ogniowej ścian z betonu komórkowego są równie wysokie, jak to wynika z badań i raportu [2]. Są w niej sklasyfikowane przegrody cieńsze niż 10 cm.

ODPORNOŚĆ OGNIOWA NADPROŻY ZBROJONYCH Z BETONU KOMÓRKOWEGO

W skład systemu z betonu komórkowego wchodzą również nadproża zbrojone z betonu komórkowego. Dla większości produktów na rynku polskim dostępne są nadproża w klasie odporności ogniowej R30. Są też dostępne nadproża SOLBET o klasie odporności ogniowej R90. Nadproża o podwyższonej klasie odporności ogniowej R90 mają inaczej rozmieszczone oraz mocniejsze zbrojenie w stosunku do nadproży standardowych o klasie odporności ogniowej R30.

ZACHOWANIE SIĘ BETONU KOMÓRKOWEGO W POSZCZEGÓLNYCH PRZEDZIAŁACH DZIAŁANIA WYSOKICH TEMPERATUR

Do zilustrowania wysokiej odporności ogniowej ścian z betonu komórkowego warto przybliżyć i prześledzić, jak beton komórkowy zachowuje się w wysokich temperaturach oraz jak zachowują się ściany podczas badań ogniowych.
Podczas pożaru i działania wysokiej temperatury w betonie komórkowym zachodzą chemiczno-mineralogiczne przemiany struktury betonu. W normalnych warunkach eksploatacyjnych wilgotność betonu komórkowego wynosi od 2 do 4% całkowitej masy materiału. W temperaturze

Tabela 1. Klasy ognioodporności ogniowej w zależności od grubości ściany oraz poziomu obciążenia wg [2]

Grubość ściany [mm]	Poziom obciążenia			
	0	0,2	0,6	1,0
100, 115, 120, 150	EI 120	–	–	–
175, wzwyż	EI 240	REI 240	REI 240	REI 240

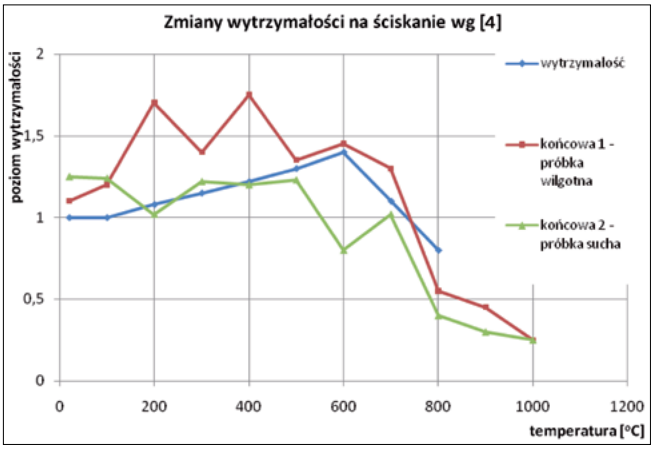
W kolumnie odpowiadającej poziomowi obciążenia „0" podano klasyfikację ogniową dla ścian działowych i osłonowych (nieobciążonych), dla których występują tylko kryteria szczelności „E" oraz izolacyjności „I".
W pozostałych kolumnach zawarta jest klasyfikacja dla elementów nośnych, w zależności od poziomu obciążenia określanego, jak stosunek projektowych obciążeń do nośności elementu (wartości obliczeniowe).

+100°C z betonu komórkowego uwalniana jest woda absorpcyjna, co powoduje nieznaczny skurcz materiału. W zakresie temperatur pomiędzy +200 a +800°C następuje uwalnianie wody skrystalizowanej, występującej w szkielecie struktury materiału. W górnej granicy tego przedziału, w temperaturze około +700°C następują znaczące zmiany właściwości w strukturze betonu komórkowego. Możliwe jest pojawienie się mikrorys, jednakże nie ma to żadnego wpływu na techniczne właściwości materiału. Wytrzymałość betonu komórkowego nie ulega zmianie do temperatury około +700°C, a nawet w pewnym przedziale nieznacznie wzrasta (rys. 1). Maksymalne przyswajalne naprężenia wahają się w okolicy 80% wartości początkowych. Przy temperaturach wyższych, przekraczających już +700°C zaczyna następować spadek wytrzymałości. W temperaturach około +800°C uwodniony tobermoryt przechodzi w bezwodny wollastonit. W wyniku tego procesu następuje całkowite wytrącenie wody chemicznie związanej i zachodzi zmiana objętości materiału, czego konsekwencją jest powstanie rys na powierzchni elementów. Czasowo beton komórkowy może wytrzymywać temperatury wyższe od +900°C. W takiej temperaturze, w ścianie z betonu komórkowego powstają odkształcenia, a przy bezpośrednim działaniu ognia powstaje spękanie powierzchni i powierzchowne kruszenie materiału (fot. 1).

PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE WYSOKIEJ ODPORNOŚCI OGNIOWEJ BETONU KOMÓRKOWEGO

Elementy z betonu komórkowego stosowane są bardzo często do wykonywania ścian oddzielenia pożarowego. W Europie Zachodniej beton komórkowy stosuje się np. do wykonywania tzw. kompleksowych ścian oddzielenia przeciwpożarowego. Znajduje zastosowanie przy budowie m.in. wielkich centrów logistycznych, gdzie inwestorzy dbają o wysokie bezpieczeństwo pożarowe składowanych towarów. Tego typu budynki budowane są np. w Belgii, Niemczech, Holandii. Wybudowane w ten sposób ściany oddzielenia pożarowego są uwzględniane przez towarzystwa ubezpieczeniowe za ściany rozgraniczające strefy produkcji lub składowania i do ograniczenia ryzyka pożarowego. Kompleksowe ściany działowe odpowiadają klasie odporności F180 i w porównaniu do ścian przeciwpożarowych stawiają opór podwyższonemu trzykrotnie obciążeniu udarowemu o sile 4000 Nm. Wybudowane w ten sposób ściany niejednokrotnie uratowały obiekty i składowane w nich towary. Beton komórkowy znajduje zastosowanie również m.in. w budowie ogniowych komór badawczych Zakładu Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej. Stosowany jest do obudowy komór ciśnieniowych, pieców ceramicznych, kanałów spalinowych oraz zabezpieczania innych elementów w trakcie badań ogniowych.

Fot.1. Wierzchnia warstwa bloczka z betonu komórkowego gr. 10 cm po poddaniu 240 minutowemu obciążeniu ogniowemu. Widać spękania powierzchni bloczka oraz rysy sięgające tylko do głębokości 40 mm (fot. Tomasz Rybarczyk)



Rys. 1. Zmiany wytrzymałości na ściskanie w funkcji działania temperatury [4]

PODSUMOWANIE

Jak widać, ściany z betonu komórkowego uzyskują wysokie klasy odporności ogniowej, niezależnie od tego, czy przyjmuje się klasy odporności ogniowej wg badań, czy wg Eurokodu. Właściwości w kontekście ochrony pożarowej budynków, czyli niepalność, wysoka odporność na ogień, dobra izolacyjność cieplna powoduje, że beton komórkowy stosuje się do wykonywania ścian oddzielenia pożarowego. Znajduje zastosowanie przy budowie m.in. wielkich centrów logistycznych, gdzie inwestorzy dbają o wysokie bezpieczeństwo składowanych towarów. Beton komórkowy stosuje się również m.in. w budowie ogniowych komór badawczych Zakładu Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej. To materiał bardzo chętnie stosowany w biernych zabezpieczeniach budynków przed zagrożeniami pożarowymi oraz najlepszy materiał gwarantujący wysokie bezpieczeństwo przeciwpożarowe budynków.

LITERATURA

1. PN-EN 13501-1:2019-02 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień.
2. Klasyfikacja ITB w zakresie odporności ogniowej ścian z betonu komórkowego – numer klasyfikacji 03032.2/18/Z00NZP.
3. PN-EN 1996-1-2:2010 Eurokod 6 – Projektowanie konstrukcji murowych – Część 1-2: Reguły ogólne – Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe
4. Prof. dr. techn. dr.-ing. habil. Ulrich Schneider, dipl.-ing. Georg Flassenberg, *Brandverhalten von Porenbeton Bauteilen.*

SOLBET Sp. z o.o. • ul. Toruńska 71 • 86-050 Solec Kujawski • tel. 52 387 41 00 • infolinia 801 999 777 • solbet@solbet.pl • www.solbet.pl

dr inż. **Krzysztof Sztymelski**
Centrum Badawczo-Rozwojowe GLOKOR

Projektowanie instalacji fotowoltaicznej na budynku mieszkalnym

Pierwszy etap inwestycji w instalacje fotowoltaiczne w polskich, prywatnych budynkach mieszkalnych zaczął się zaledwie 6 lat temu, czyli w 2013 r. Początkowo przyrost takich instalacji był bardzo skromny, lecz w ostatnim czasie niemal w każdej miejscowości z trudem można znaleźć ulicę z dachem przynajmniej jednego domu nie zabudowanym panelami PV. Polacy zauważyli, że opłacalność w świetle obecnych przepisów jest bezdyskusyjna, a unormowania prawne dotyczące projektu i wykonawstwa nie są skomplikowane. Artykuł przybliża zagadnienia związane z projektami, zgłoszeniami i realizacją tego typu inwestycji.

PODZIAŁ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH

W budynku mieszkalnym, użytkowanym prywatnie, można zbudować trzy rodzaje instalacji fotowoltaicznych:

- instalacja wyspowa (off-grid)
- instalacja sieciowa (on-grid)
- instalacja hybrydowa (łącząca cechy obu powyższych).

Podział ten, pomimo, że bardzo ogólny, jest istotny, gdyż charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem i podlega innym zasadom projektowania. Instalacja wyspowa (off-grid) pracuje w całkowitym odłączeniu od sieci elektroenergetycznej EE i nie podlega żadnym regulacjom prawnym. Nawet jeżeli obiekt jest przyłączony do sieci EE, praca takiej instalacji może odbywać się jedynie, gdy sieć EE zostaje odłączona od domowych odbiorników i stanowi wtedy układ gwarantowanego zasilania UPS. Wymaga ona zastosowania kosztownych akumulatorowych zasobników energii. Instalacja sieciowa (on-grid), podlega regulacjom prawnym, lecz jest obecnie najbardziej popularnym rodzajem instalacji realizowanym przez inwestorów w Polsce i na świecie. Stosunkowo niski koszt, duża bezawaryjność, brak konieczności zastosowania drogich i wymagających regularnej wymiany akumulatorów, wpłynęły na popularność tego typu inwestycji. Instalacje hybrydowe to instalacje, które stanowią miks instalacji typu on-grid i off-grid. Przejmują one wszystkie zalety instalacji wyspowej i sieciowej, ale niestety obciążone są także wszelkimi wadami obu. Ponadto są to instalacje najdroższe i najtrudniejsze w realizacji [1].

INSTALACJE WYSPOWE (OFF-GRID)

Typowymi elementami składowymi tego typu instalacji są:

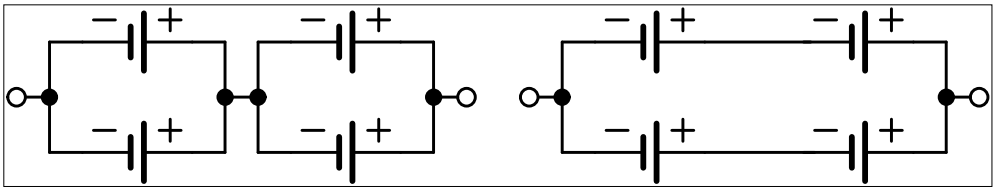
- panele fotowoltaiczne PV odpowiedniej mocy i na odpowiedniej konstrukcji montażowej
- ładowarka akumulatorów (czasami zabudowana w falowniku DC/AC) [2]
- akumulatorowy zasobnik energii odpowiedniej pojemności
- falownik jedno- lub trójfazowy
- okablowanie strony stałoprądowej DC i zmiennoprądowej AC
- zabezpieczenia nadprądowe i rozłączniki.

To bardzo rzadko stosowane instalacje, a wybór tego typu inwestycji najczęściej podyktowany jest takimi czynnikami jak: brak obecności sieci EE lub częste awarie i przestoje w dostawach energii w miejscu zabudowy. Inwestorzy decydują się na taką instalację jako uzupełnienie stosowanych wcześniej generatorów spalinowych charakteryzujących się dużą inercją rozruchu.

Energia zgromadzona w akumulatorach może być dostarczona do obiektu, w przypadku nagłego odcięcia od sieci elektroenergetycznej, niemal natychmiastowo (w czasach poniżej 20 ms), nie powodując wyłączania odbiorników. Czas

Zobacz na: izbudujemy.pl moduły fotowoltaiczne

Fot. 1. Akumulator GEL stosowany w systemach off-grid [4]



Rys. 1. Sposoby łączenia akumulatorów w baterie o zwiększonym napięciu i pojemności (schemat własny autora)

pracy instalacji związany jest jednak z pojemnością akumulatorów i jest to najważniejszy czynnik projektowy. Prawie zawsze akumulatorowym zasobnikiem energii w instalacjach tego typu jest bateria akumulatorów Pb (ołowiowych typu GEL lub AGM) typowo o napięciu nominalnym 24 VDC (nie powinny to być jednak samochodowe akumulatory rozruchowe). Akumulatory dedykowane do takich aplikacji można bezpiecznie i długotrwale rozładowywać prądami na poziomach ponad 100 A.

Dobór pojemności baterii akumulatorów polega na rozpatrzeniu założeń ciągłości pracy poprzez analizę odbiorników. Dla zobrazowania posłużono się przykładem.

Średnia moc pracy obiektu to 3 kW

- Ciągła nieprzerwana praca (najczęściej niezbędna do uruchomienia generatora spalinowego) to 45 min.
- Bateria akumulatorowa dedykowana do falownika o napięciu nominalnym strony DC U_N = 24 V.
- Obliczenie niezbędnej energii elektrycznej:

$$W = P \cdot t = 3000 \cdot \frac{45}{60} = 2250\ \mathrm{Wh}$$

- Obliczenie minimalnej pojemności zastosowanych akumulatorów:

$$C = \frac{W}{U_N} = \frac{2250}{24} \approx 94\ \mathrm{Ah}$$

Niestety, jeżeli praca tak dobranych akumulatorów nie będzie incydentalna (maksymalnie kilka razy w roku!), to przy takim doborze bateria akumulatorów ołowiowych będzie musiała być wymieniana bardzo często, bo ich nominalna pojemność będzie drastycznie się zmniejszać. Praktyka inżynierska zakłada więc przewymiarowanie baterii akumulatorów nawet trzykrotnie, czyli do ok. 300 Ah, tak aby wymiana baterii nie musiała odbywać się częściej niż raz na 5–7 lat.
Ponieważ akumulatory, z których budowana jest bateria są wykonywane najczęściej w technologii Pb o napięciu nominalnym 12 V, a realna pojemność pojedynczego akumulatora baterii do zastosowań w warunkach domowych to ok. 150 Ah (waga ok. 30–40 kg) dlatego do budowy takiej baterii konieczne stanie się odpowiednie połączenie 4 akumulatorów, dwóch szeregowo (dla uzyskania napięcia 24 V) i dwóch równolegle dla (uzyskania pojemności 300 Ah).

Falownik off-grid nie może być dobierany do średniej, lecz do maksymalnej mocy odbiorników i nawet jeżeli w zakładanym okresie pracy jedynie chwilowo może ona wynosić np. 4500 W, konieczne jest zastosowanie falownika o takiej lub większej mocy.

Akumulatory w takiej sytuacji najczęściej ładowane są z wykorzystaniem odpowiedniej ładowarki solarnej, a moc paneli PV (w przypadku pracy incydentalnej) stanowi sprawę drugorzędną i powinna zapewnić ładowanie (długotrwałe) w okresach zimowych. Często są to zaledwie 3–4 panele PV o łącznej mocy znamionowej ok. 1 kW.

Zabezpieczenia nadprądowe i rozłączniki zastosowane po stronie DC należy dobrać na odpowiednio duże prądy rozładowania baterii akumulatorowej. W przypadku inwertera o mocy 4,5 kW i napięciu strony wejściowej 24 VDC, mogą to być rozłączniki bezpiecznikowe (topikowe, zwłoczne Gg, DC) o prądzie znamionowym dobieranym ze wzoru:

$$I \geq \frac{P}{U_N} \geq \frac{4500}{24} \approx 200\ A$$

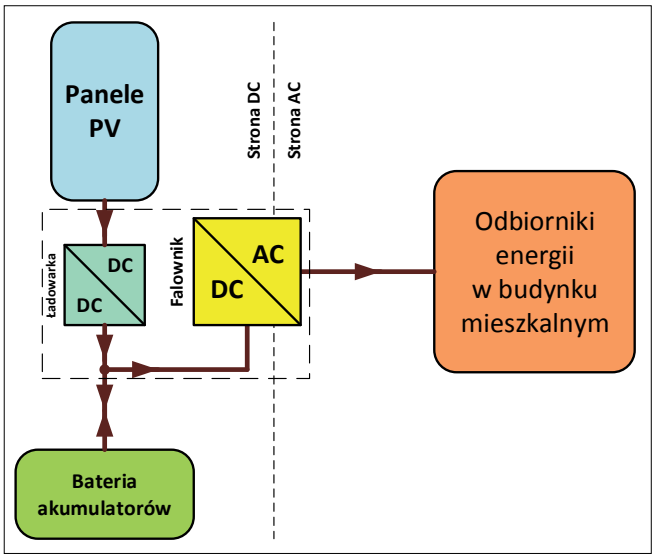
Należy zaznaczyć także, że akumulatory muszą znajdować się w pomieszczeniach wentylowanych, gdyż produktem ubocznym akumulacji energii oraz rozładowania jest wodór.

Warto zauważyć, że instalacje off-grid nie podlegają zgłoszeniu, opomiarowaniu i odbiorom, lecz muszą one w każdej sytuacji pracować w odłączeniu od sieci EE. Sytuację taką zapewniają albo odpowiednie falowniki, przełączające się na pracę wyspową po utracie zasilania lub falownik należy doposażyć w niezależny, odpowiedni i szybki układ stycznikowy po stronie AC.

Rozliczne wady (m.in. niska moc i brak stabilnej i długotrwałej pracy) oraz wysokie koszty eksploatacji (związane z akumulatorowym zasobnikiem energii i jego regularną wymianą) sprawiły, że instalacje te nie są popularne, choć są to jedyne instalacje w pełni prosumenckie, gdzie cała produkowana energia zużywana jest na potrzeby własne obiektu.

INSTALACJE SIECIOWE (ON-GRID)

Są to obecnie najpopularniejsze instalacje OZE w rękach prywatnych. Popularyzacja ta związana jest ze stosunkowo niskimi kosztami inwestycyjnymi i zerowymi kosztami eksploatacyjnymi (inwestycja jednorazowa). Pierwsze instalacje tego typu w Polsce, zaczęły powstawać w roku 2013 i miało to związek z wejściem w życie tzw. małego trójpaku



Rys. 2. Schemat blokowy instalacji typu off-grid (schemat własny autora)

energetycznego (Dz.U. z 2013 r., poz. 984). Zapisy ustawy dały możliwość odprowadzania energii do sieci EE osobom, które nie prowadzą działalności gospodarczej. Przepisy te jednak były mało korzystne w stosunku do kosztów inwestycyjnych, a realne stopy zwrotu inwestycji sięgały kilku dekad, co znacznie ograniczało ich popularność. Kształt tej ustawy sprawił jednak, że dostawca energii elektrycznej z urzędu, na danym terenie, nie mógł odmówić inwestorowi zabudowy instalacji fotowoltaicznej, jeżeli została ona wykonana zgodnie ze sztuką i z odpowiednich komponentów.

Wymaganymi elementami składowymi instalacji na chwilę obecną są:

- panele fotowoltaiczne PV odpowiedniej mocy i na odpowiedniej konstrukcji montażowej
- certyfikowany falownik on-grid jedno- lub trójfazowy
- okablowanie strony stałoprądowej DC i zmiennoprądowej AC
- zabezpieczenie nadprądowe strony AC
- ogranicznik przepięć Typu II (B) strony DC.

Instalacja tego typu, ze względu na swoją popularność, zostanie omówiona w artykule szerzej.

UNORMOWANIA PRAWNE

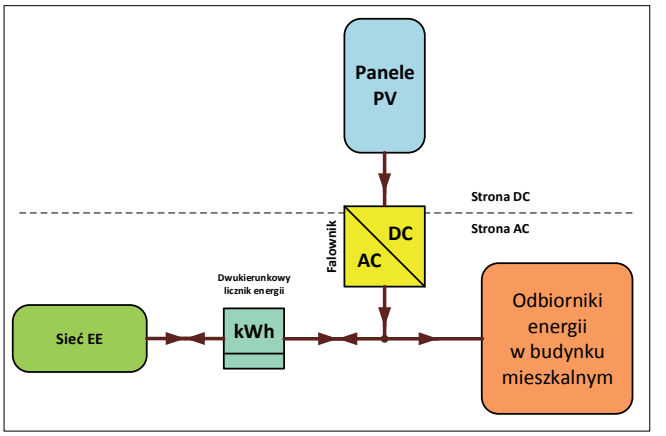
Na dzień dzisiejszy obowiązującą ustawą określającą zasady przyłączeń instalacji fotowoltaicznej w budynkach mieszkalnych jest ustawa zapisana w Dz.U. z 2015 r., poz. 478, z późn. zm., z których najnowsze datowane są na rok obecny (Dz.U. z 2018 r., poz. 2389 i 2245; z 2019 r., poz. 42, 60, 730, 1495, 1524).

Najważniejsze informacje związane z ww. ustawą można zreasumować następująco:

- maksymalna moc instalacji fotowoltaicznej może wynosić 50 kW (lecz nie więcej niż maksymalne przyłącze elektryczne obiektu – typowo dla domu jednorodzinnego zasilanego trójfazowo to ok. 12,5 kW)
- brak wymogu pozwolenia na budowę instalacji
- brak wymogu koncesji na produkcję energii elektrycznej
- instalacja może zostać zabudowana na budynku mieszkalnym, pomieszczeniach gospodarczych lub na gruncie
- brak wymogu zastosowania ochrony przeciwpożarowej
- brak opłat za zabudowę dwukierunkowego licznika energii elektrycznej
- stabilne i gwarantowane opusty związane z netmeteringiem (magazynowanie nadprodukcji energii w sieci EE)
- od 2019 r. odliczenie kosztów brutto inwestycji od podatku dochodowego.

Należy jednak pamiętać, że pomimo daleko idącej liberalizacji przepisów związanych z instalacjami PV istnieje kilka krytycznych przesłanek wymaganych w zgłoszeniu nowo wykonanej instalacji u operatora z urzędu:

- do zgłoszenia należy dołączyć polskojęzyczne karty katalogowe instalowanych paneli PV oraz kartę katalogową falownika (musi on być certyfikowany normą EN 50438)
- strona DC musi zostać zabezpieczona przed przepięciami odpowiednim ogranicznikiem przepięć (pomimo tego, że większość falowników zabezpieczenie takie ma zabudowane wewnętrznie)
- zgłoszenia instalacji może dokonać jedynie osoba posiadająca certyfikat instalatora OZE wydany przez Urząd Dozoru Technicznego (dawniej wystarczało jedynie świadectwo kwalifikacji G1 wydane np. przez SEP)
- strona AC musi zostać zabezpieczona odpowiednio dobranym zabezpieczeniem nadprądowym w odległości nie większej niż 4 m od falownika.



Rys. 3. Schemat blokowy instalacji typu on-grid (schemat własny autora)

NETMETERING

Czynnikiem, który ma największy wpływ na niezwykłą popularyzację instalacji PV w ostatnim okresie jest netmetering. Instalacja fotowoltaiczna produkuje energię elektryczną jedynie w okresach nasłonecznienia. W instalacji typu on-grid, energia ta nie jest magazynowana, a niezużywana energia zostaje odprowadzona do sieci EE. W początkowych latach obowiązywania ustawy OZE energię tą można było jedynie (bardzo niekorzystnie) odsprzedać operatorowi z urzędu. Obecnie nadprodukowaną energię można zmagazynować w sieci EE jak w typowym akumulatorze i wykorzystać np. w okresach zimowych lub nocą.

Określone zostały odpowiednie limity i czasy na odzyskanie energii odprowadzonej do sieci EE. Prosument może odzyskać jedynie 80% energii, którą przekazał do sieci EE, jeżeli jego instalacja nie przekracza mocy 10 kW oraz 70%, jeżeli instalacja przekracza moc 10 kW. Bilansowanie takie może odbyć się tylko w okresie 365 dni od czasu odprowadzenia energii do sieci EE.

Netmetering najlepiej jest zobrazować przykładem

Jeżeli na budynku mieszkalnym została zabudowana instalacja PV o mocy 7 kW, która w danym dniu wyprodukowała 10 kWh energii elektrycznej, właściciel instalacji zużył na potrzeby własne zaledwie 2 kWh z tej energii (produkcja odbywa się najczęściej, gdy mieszkańcy posesji są w pracy/szkole), to pozostałe 8 kWh zostanie przekazane do sieci EE (całość zostanie zarejestrowana przez inteligentny i dwukierunkowy licznik energii elektrycznej). 80% z tej energii czyli 6,4 kWh może zostać pobrane z sieci EE przez właściciela posesji w dowolnym czasie (np. nocą lub zimą) do 365 dni od momentu wyprodukowania.

Mechanizm ten jest bardzo atrakcyjny dla inwestorów, a odpowiedni dobór mocy instalacji pozwala nawet na całkowitą redukcję opłat za energię elektryczną (pozostaje jedynie stała opłata licznikowa ok. 15 zł miesięczne) i to m.in. dlatego można obecnie zaobserwować niezwykle silny przyrost instalacji tego typu.

DOBÓR MOCY INSTALACJI PV

Dobór mocy instalacji PV jest ściśle związany z netmeteringiem i należy pamiętać, że przewymiarowanie instalacji jest nieopłacalne inwestycyjnie. Każda niewykorzystana nadprodukcja w okresie 365 dni będzie zyskiem operatora i brakiem zysku inwestora. Mówiąc kolokwialnie, inwestor podaruje tą energię operatorowi całkowicie za darmo.

Zasady doboru mocy instalacji są prostym problemem inżynierskim i rządzą się nieskomplikowaną arytmetyką. Typowe własne zużycie energii elektrycznej wynosi nie więcej niż 10–20% produkcji, a zyski

Zobacz na: izbudujemy.pl moduły fotowoltaiczne

osiągane z instalacji są na terenie Polski niemal stałe i mało zależne od warunków pogodowych oraz instalacyjnych. Różnice pomiędzy symulacjami, a zyskami rzeczywistymi nie przekraczają 10% i to najczęściej na korzyść rzeczywistości. Zagadnienie to można uprościć następującym stwierdzeniem: z jednego kilowata instalacji PV uzyskuje się w Polsce ok. jedną megawatogodzinę wyprodukowanej energii elektrycznej rocznie.

Zagadnienie to również najlepiej wyjaśnić przykładem

Przeciętna rodzina (2+2) w typowym polskim domu zużywa rocznie ok. 4500 kWh energii. Jeżeli zdecyduje się na inwestycję w instalację PV o mocy 6 kW, to instalacja ta wyprodukuje rocznie ok. 6000 kWh energii, z której maksymalnie 1200 kWh (20%) zostanie zużyta w sposób prosumencki na potrzeby własne. Pozostałe 4800 kWh zostanie zmagazynowane w sieci EE. 80% z tej energii (ok. 3800 kWh) można wykorzystać w dowolnym okresie przez 365 dni od wyprodukowania. Oznacza to, że 500 kWh bezpowrotnie zostanie oddana operatorowi i instalacja ta może być nieznacznie przewymiarowana.

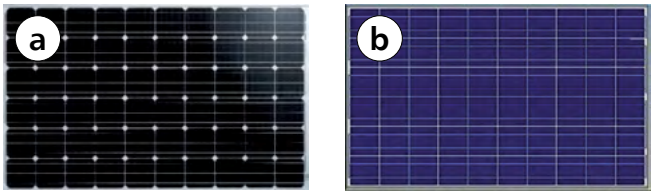
Należy ponownie zaznaczyć, że roczna produkcja energii elektrycznej bardzo umiarkowanie uzależniona jest od ustawienia paneli PV (nieoptymalne nachylenia i ustawienia dachu budynku). Optymalne ustawienie paneli to kąt nachylenia ok. 35° i niemalże idealne południe, ale ustawienia pod kątem nachylenia mniejszym i większym od 35°, a także kierunki południowo-wschodnie oraz południowo-zachodnie skutkują zaledwie ok. 10–15% zmniejszeniem rocznych uzysków [3].

W doborze planowanej mocy instalacji bardzo pomocne są darmowe aplikacje internetowe (np. popularny PVGIS) [5].

PANELE PV

Na dzień dzisiejszy w instalacjach fotowoltaicznych stosowane są jedynie trzy rodzaje paneli PV:

- panele monokrystaliczne (najwyższa sprawność)
- panele polikrystaliczne (najlepszy stosunek mocy do ceny)
- panele amorficzne (cienkowarstwowe) o najniższych mocach i sprawnościach lecz o najmniejszym wpływie ustawienia na zyski produkcyjne.



Rys. 5. Różnice w kolorystyce paneli PV: a) panel monokrystaliczy, b) panel polikrystaliczny

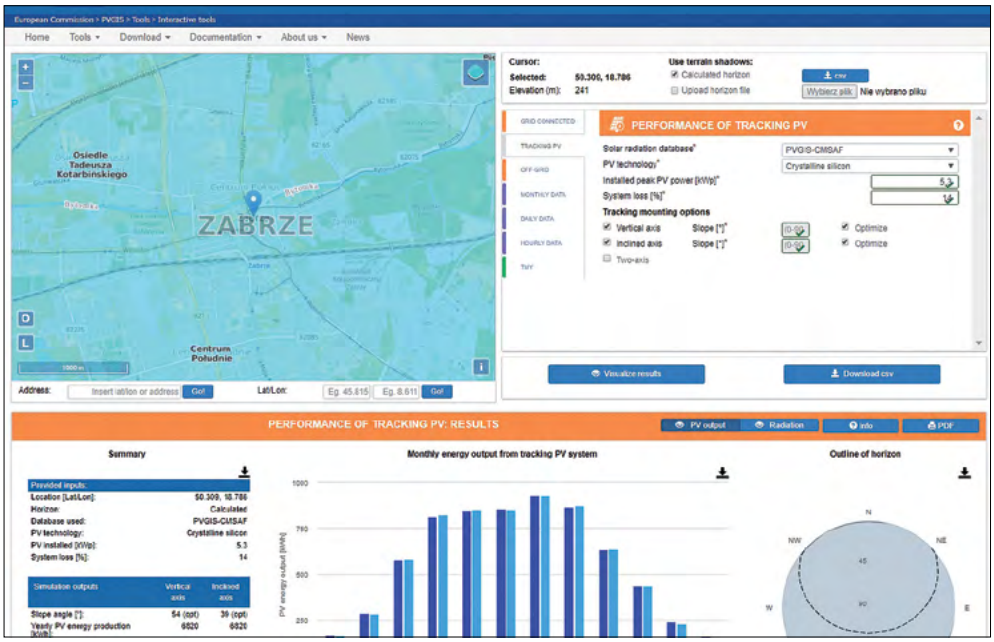
Panele mono- i polikrystaliczne stosowane są właściwie zamiennie. Różnią się m.in. kolorem co częstokroć ma istotny wpływ na wybór inwestora (jeżeli są widoczne można wybrać panele „full black", bez widocznej ramy aluminiowej i na czarnym podkładzie). Panele monokrystaliczne występują w odcieniach koloru czarnego, polikrystaliczne mają kolory w odcieniach niebieskiego, natomiast panele amorficzne charakteryzują się odcieniem brązowym.

Panele amorficzne mają najniższą sprawność, co skutkuje tym, że z tej samej powierzchni osiągają dużo mniejsze moce nominalne. Właściwie jako jedyne produkowane są w technologiach całoszklistych (bez ramy aluminiowej). W postaci takiej i przy odpowiednim systemie montażu dedykowane są do obudowy fasad budynków. Stosowane są coraz rzadziej, ale ich niewątpliwą zaletą jest najmniejszy wpływ kąta padania światła na produkcję energii elektrycznej.

Nie ma narzuconego standardu wielkości paneli PV, choć wyraźnie można zauważyć dążenie producentów do takiego standardu. Większość produkowanych obecnie paneli ma rozmiar ok. 1,0x1,6 m, przy czym należy zaznaczyć, że panele takie mogą być na konstrukcjach montowane zarówno pionowo, jak i (korzystniej energetycznie przy częściowych zacienieniach) poziomo.

Typowe moce przy tej samej powierzchni to dla pojedynczego panelu PV obecnie:

- monokrystaliczne 305–320 W
- polikrystaliczne 260–280 W
- amorficzne 150–200 W.



Rys. 4. Przykładowy program symulacji zysków z instalacji PV [5]

Wybór mocy pojedynczego panelu uwarunkowany jest często dostępnym miejscem. Jeżeli dostępna i niezacieniona powierzchnia dachu pozwala na zainstalowanie 20 szt. paneli PV (ok. 35 m^2) decydując się na panele monokrystaliczne o mocy 305 W, z instalacji fotowoltaicznej zyski roczne przekroczą 6000 kWh, natomiast przy wyborze paneli polikrystalicznych 270 W będzie to ok. 5400 kWh. Ponieważ z roku na rok sprawność produkowanych paneli PV rośnie, instalacje fotowoltaiczne o tej samej powierzchni produkują obecnie ok. 15% więcej energii elektrycznej niż 5 lat temu.

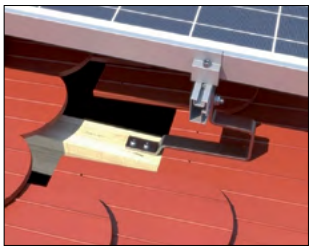
W większości stosowanych instalacji, panele PV łączone są szeregowo i powinny być tego samego rodzaju, typu i mocy, a także o takich samych napięciach i prądach wyjściowych. Wyjątek stanowią jedynie droższe instalacje, w których każdy panel został rozbudowany dedykowanym do falownika optymalizerem. Inwestor często nie zdaje sobie sprawy z tego, że wymóg ten skutkuje zamknięciem sobie drogi do rozbudowy instalacji w kolejnych latach. Dynamika zmian w tego typu produktach i brak możliwości „mieszania" starych paneli PV z nowymi (które są obecnie dostępne w sprzedaży) sprawia, że inwestycja powinna być inwestycją końcową, a rozbudowa to po prostu kolejna, zupełnie niezależna od poprzedniej i kompletna (panele PV, okablowanie, falownik, zabezpieczenia) instalacja fotowoltaiczna.

KONSTRUKCJE MONTAŻOWE

Panele PV mogą zostać zabudowane na budynku mieszkalnym (fasada lub dach), na pomieszczeniach gospodarczych lub na gruncie inwestora. Konstrukcje dachowe są obecnie najczęściej stosowanymi sposobami montażu paneli. Waga pojedynczego panelu PV to ok. 18 kg, więc przy powierzchni 1,6 m^2 nie stanowią one istotnego obciążenia dla konstrukcji dachowej. Panele PV nie mają otworów montażowych i do konstrukcji przytwierdzane są w dowolnych punktach, klemami zaciskowymi w dwóch punktach montażowych. Dwa sąsiadujące panele osadza się na tych samych klemach, a ostatni panel w rzędzie umiejscawia się z pomocą klem krańcowych. Klemy muszą być dobrane do głównego profilu montażowego.

Należy zwrócić uwagę na to, że same panele nie spoczywają swobodnie na dachu, lecz są od niego odsunięte na odległość konstrukcji montażowej (ok. 100–150 mm).

Na dachach płaskich krytych np. papą, konstrukcje montażowe mają



Fot. 3. Odsunięcie paneli PV od powierzchni dachu, panel przytwierdzony został m.in. klemą krańcową [6]

Fot. 4. Konstrukcja montażowa na dach płaski (zdjęcie własne autora)

kształt trójkątów o zadawanym lub stałym kącie nachylenia.

Dachy płaskie membranowe (np. tzw. dachy zielone) wymagają trójkątnych konstrukcji balansowanych, dających stabilność poprzez zastosowanie odpowiednich obciążników. Konstrukcje takie do dachu nie są przytwierdzane śrubami, które mogą naruszyć szczelność zastosowanej membrany.

Najczęściej spotykanym dachem na terenie Polski, jest dach spadzisty kryty dachówką falistą lub płaską. Konstrukcja w takim przypadku wymaga zastosowania odpowiednich haków przykręcanych do krokwi. Niestety montaż taki wymaga zdjęcia części (dachówka falista) lub dokonania rozbiórki nawet całej połaci dachowej (dachówka płaska).

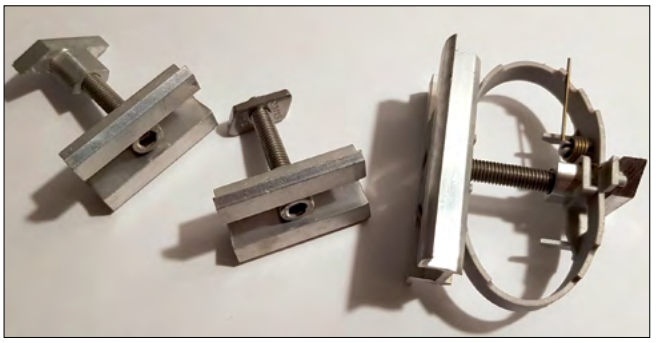
Konstrukcje dachowe dla paneli PV można usystematyzować w następujący sposób:

- dach płaski (zarówno membranowy jak i kryty papą) – najdroższa konstrukcja i najtańszy montaż
- dach pochyły kryty papą lub blachą – najtańsza konstrukcja i średnia cena montażowa
- dach nachylony kryty dachówką – średnia cena konstrukcji i najdroższy montaż.

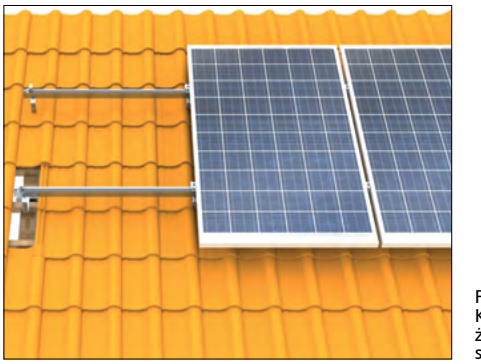
Zarówno do konstrukcji trójkątnych na dachach płaskich, jak i do uchwytów zastosowanych w dachach skośnych, przykręcane są śrubami T profile wzdłużne, na których dopiero na samym końcu na odpowiednich klemach osadzane są panele PV. Długość profili wzdłużnych definiowana jest długością szeregu paneli. Minimalne odległości punktów podparcia profili wzdłużnych (haki lub trójkąty) to 1,2 m. Konstrukcje montażowe wykonywane są przeważnie z aluminium (rzadziej z tworzywa) i skręcane śrubami nierdzewnymi klasy A2.

FALOWNIKI SIECIOWE ON-GRID

Nieodłącznym elementem każdej instalacji typu on-grid są falowniki sieciowe. Panele PV produkują energię napięcia stałego DC i musi ona



Fot. 2. Różne typy klem środkowych (zdjęcie własne autora)



Fot. 5. Konstrukcja montażowa na dach spadzisty [6]

Zobacz na: izbudujemy.pl moduły fotowoltaiczne

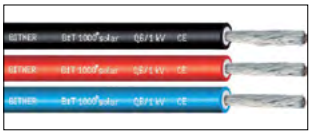
zostać przetworzona przez falownik na energię znormalizowanego napięcia sinusoidalnie zmiennego AC. Falowniki zastosowane w instalacji typu on-grid muszą spełniać wytyczne normy EN 50438 (jest ona równoważna normie niemieckiej VDE0126). Nie mogą one generować energii elektrycznej w przypadku odłączenia od sieci EE. Dlatego instalacja takiego typu nie daje niezależności energetycznej inwestorowi. Każdy przestój w dostawach energii będzie przez mieszkańców posesji z instalacją tego typu tak samo odczuwalny jak w przypadku jej braku. Wykonywane są w szerokich zakresach mocy jako jedno- lub trójfazowe. Zgodnie ze sztuką inżynierską, moc znamionowa falownika powinna być nieznacznie (ok. 10–20%) zaniżona w stosunku do mocy znamionowej samej instalacji PV. Dlatego np. do paneli PV o łącznej mocy znamionowej 5 kW stosuje się raczej falowniki o mocach znamionowych nieprzekraczających 4,5 kW. Związane jest to ze zwiększeniem okresów optymalnej pracy falownika (optymalizacja MPPT – śledzenia maksymalnego punktu mocy), gdyż panele PV bardzo rzadko pracują w zakresach mocy maksymalnych (okresy najsilniejszego nasłonecznienia). Zaniżenie mocy falownika w stosunku do mocy paneli PV zwiększa sprawność całej instalacji fotowoltaicznej. W doborze falownika należy jednak uwzględnić maksymalne napięcie i prąd strony DC (czyli najczęściej szeregowo połączonych paneli PV). W praktyce jednak, rzadko zdarza się aby błędnie dobrać napięciowo lub prądowo falownik do zainstalowanych paneli. Zakres zarówno prądów, jak i napięć wejściowych strony DC falownika jest bardzo szeroki i napięcia oraz prądy uzyskiwane z paneli o zakładanej mocy, nie przekraczają wartości krytycznych dopuszczalnych w falownikach.

Fot. 6. Falownik typu on-grid [7]

Falownik może zostać przyłączony do instalacji AC budynku właściwie w dowolnym i wygodnym dla inwestora miejscu. Nie musi to być miejsce w pobliżu licznika energii elektrycznej. Współczesne falowniki chłodzone są grawitacyjnie (bezgłośna praca), a wykonania ich są estetyczne.

OPRZEWODOWANIE

Każda instalacja fotowoltaiczna typu on-grid podzielona jest na stronę DC (wejście falownika) oraz stronę AC (wyjście falownika). Strona DC to napięcie stałe, które jest przyłączone do falownika w przypadku jednego szeregu paneli (tzw. stringu) dwoma przewodami z zachowaniem polaryzacji. Przewody te muszą być wyprowadzone bezpośrednio przy panelach PV, będą więc narażone zarówno na wysokie jak i niskie temperatury (często od -25 do +50°C) jak i na bezpośrednie działanie promieniowania UV. Nie należy w celu przyłączenia paneli do falownika stosować takich samych przewodów jakie są stosowane w domowych instalacjach AC niskiego napięcia. Stosowane przekroje żył to 4 lub 6 mm^2. Dobór przekroju żył determinują dwa czynniki: długość przewodu oraz maksymalny prąd jaki przewodem może popłynąć (najczęściej nie więcej niż 10 A).


Fot. 7. Przewody strony DC w instalacjach PV [8]

Przekrój żyły decyduje o procentowym spadku napięcia na samym przewodzie, co związane jest bezpośrednio ze stratami mocy czynnej, a więc i z produkcją energii elektrycznej. Obliczeń spadków napięć na przewodzie przesyłającym energię DC można dokonać korzystając ze wzoru:

$$\Delta U = \frac{I_N \cdot l}{\delta \cdot U_N \cdot S}$$

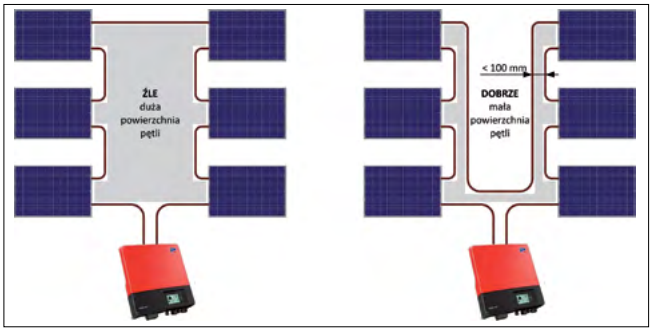
gdzie:
l – długość przewodu
I_N – prąd płynący przewodem
U_N – napięcie szeregowo połączonych paneli PV (najczęściej nie przekracza 750 V)
S – pole przekroju żyły przewodu wyrażone w mm^2
δ = 58 – czyli przewodność miedzi (aluminium nie jest stosowane).

Należy także pamiętać, że w instalacji DC (jeden string) przewody są dwa (polaryzacja dodatnia i ujemna), czyli obliczane spadki napięć należy podwoić. W praktyce projektowej rzadko korzysta się z powyższego wzoru, gdyż nawet zastosowanie najcieńszego dedykowanego przewodu (4 mm^2) nie wywołuje, przy typowych odległościach paneli od falownika, strat mocy większych od 0,5%. Przewody dedykowane dla instalacji fotowoltaicznych (odporne na temperaturę i promieniowanie UV) można zakupić w wielu kolorach (np. czerwonym i czarnym) lecz stosowanie tej kolorystyki nie ma unormowań prawnych. Przewody nie mogą być układane w duże, zamknięte pętle (pętle indukcyjne o dużej powierzchni), przewód dodatni i ujemny nie powinien znajdować się w odległościach większych niż 100 mm (rys. 5).

Złączki (wtyczki) stosowane po stronie DC przez lata uległy standaryzacji i obecnie stosowane są jedynie złączki MC4, a dostępne rynkowo panele są właśnie nimi zakończone. Zarabianie wtyczek tego typu wymaga zastosowania specjalistycznych narzędzi, gdyż są wyposażone w konektory zawijane (nie są to złączki tradycyjnie skręcane).

Przewody stosowane po stronie AC falownika, to przewody typowe dla budynkowych instalacji niskiego napięcia. O doborze ich przekroju decyduje moc znamionowa falownika (związana z maksymalnym prądem jaki może wystąpić w przewodzie), długość przewodu, rodzaj falownika (jedno- lub trójfazowy) oraz sposób montażu (instalacja natynkowa lub wtynkowa dająca lepsze odprowadzenie ciepła z przewodu). Przewody te dobiera się z zaleceniami normy IEC60001, a w praktyce stosowanymi najczęściej są przewody YLYżo 3x2,5 dla instalacji jednofazowej i YLYżo 5x2,5 dla instalacji trójfazowej układane natynkowo, w peszlu, rurkach instalacyjnych lub korytach.

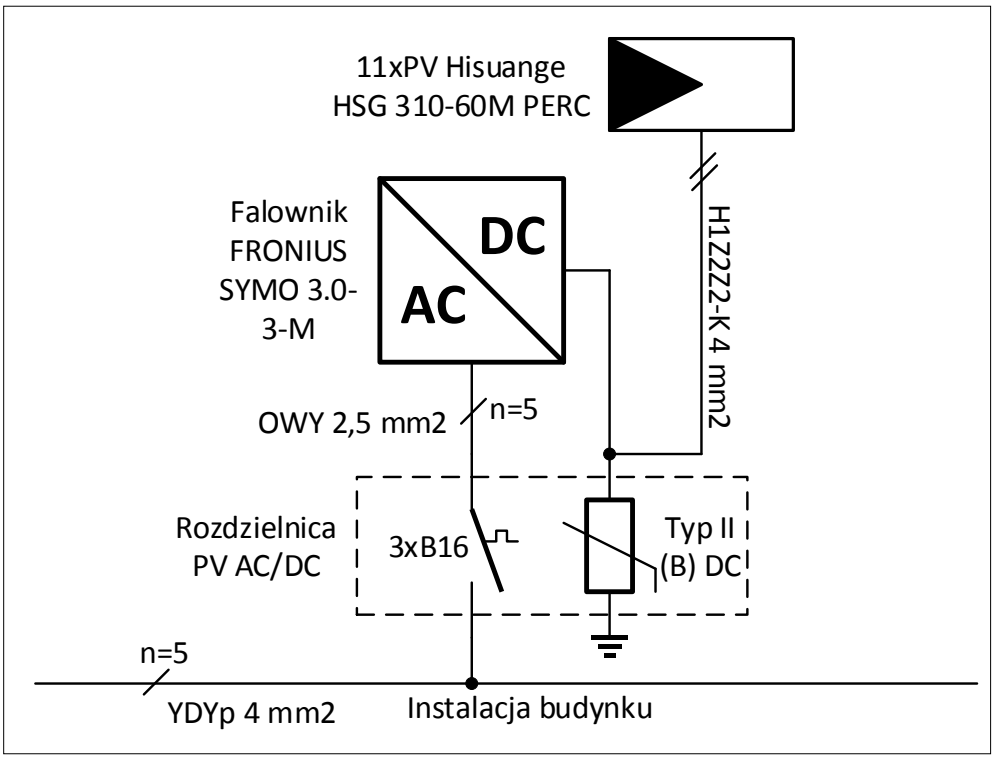
Stronę AC podłącza się do instalacji budynku bezpośrednio z pominięciem wtyków i gniazd wtykowych



Rys. 5. Błędne i prawidłowe rozmieszczenie przewodów DC (schemat własny autora)

Fot. 8. Złączki MC4 stosowane po stronie DC instalacji PV [9]

pomimo tego, że w większości przypadków podłączenie falownika bezpośrednio do typowego jedno- lub trójfazowego gniazda 16 A nie wpłynęłoby na działanie instalacji fotowoltaicznej. W celu podłączenia stosuje się przeważnie niewielką rozdzielnicę natynkową, w której poza przyłączem zabudowuje się na szynach TH dedykowane zabezpieczenia nadprądowe oraz ograniczniki przepięć strony DC.

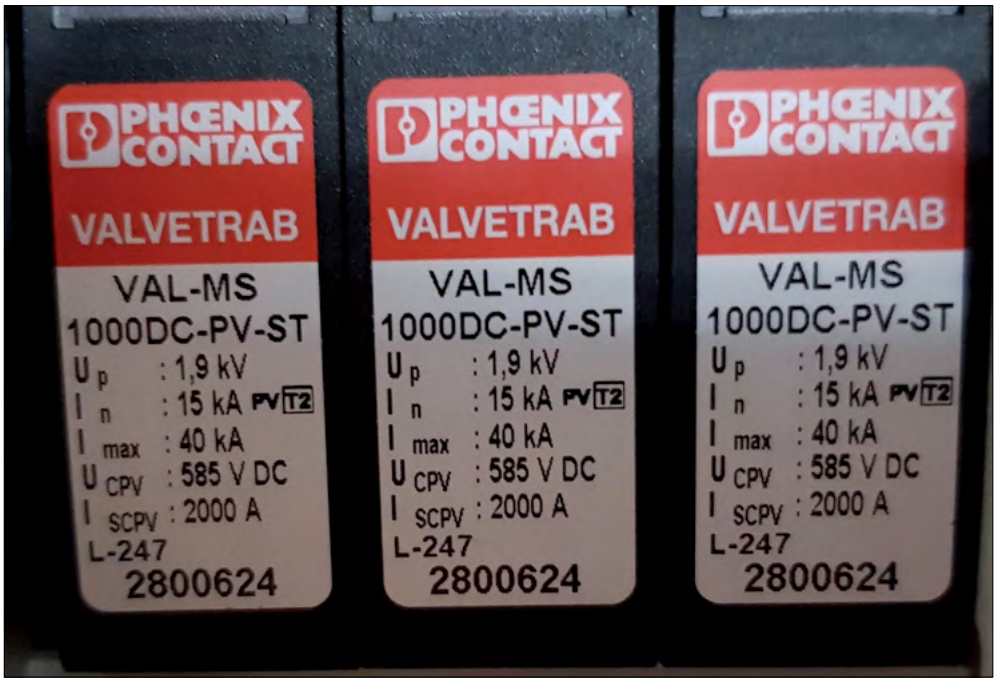


Rys. 6. Schemat jednokreskowy instalacji PV typu on-grid (schemat własny autora)

ZABEZPIECZENIA

Zgodnie z obowiązującymi przepisami instalacja fotowoltaiczna typu on-grid musi być od strony DC zabezpieczona odpowiednim i dedykowanym dla napięć DC ochronnikiem przeciwprzepięciowym (warystor, iskiernik lub oba te elementy). Jest to związane z ryzykiem uszkodzenia instalacji w trakcie wyładowań atmosferycznych.
W przypadku znacznych odległości paneli PV od falownika, zabezpieczenia takie można zastosować w dwóch miejscach (jak najbliżej paneli PV i jak najbliżej falownika).

Od strony DC nie stosuje się typowo zabezpieczeń nadprądowych (bezpieczniki topikowe lub wyłączniki nadprądowe), gdyż zwarcia nie wywołują prądów przekraczających $1{,}1I_N$ (prąd w czasie zwarcia panelu PV nie przekracza 10% prądu znamionowego). Można jednak od strony DC zastosować dedykowany rozłącznik ułatwiający prace serwisowe i przyłączeniowe, nie jest to jednak wymóg prawny i stosowany jest on raczej rzadko.



Fot. 9. Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe strony DC instalacji PV (zdjęcie własne autora)

Zobacz na: izbudujemy.pl moduły fotowoltaiczne

Stronę AC falownika należy zabezpieczyć dedykowanym zabezpieczeniem nadprądowym (typowym dla instalacji EE niskiego napięcia i dobranym do mocy falownika np. B16) w odległości nie większej niż 4 m od miejsca instalacji falownika.

SCHEMAT INSTALACJI PV TYPU ON-GRID

Niezbędnym elementem zgłoszenia nowo wykonywanej lub modernizowanej instalacji PV typu on-grid, jest uproszczony schemat elektryczny zawierający symbole i opisy zastosowanych elementów składowych instalacji. Przykładowy schemat jednokreskowy instalacji wymagany w zgłoszeniu pokazano na rysunku 6.

INSTALACJE HYBRYDOWE

Instalacje takie stanowią obecnie w Polsce zaledwie odsetek wszystkich inwestycji w instalacje OZE. Wymagają zastosowania akumulatorowego zasobnika energii oraz falownika hybrydowego lub dołączenia do istniejącej instalacji PV typu on-grid dedykowanego falownika z wbudowaną ładowarką akumulatorów.

Zasobnik energii zapewnia bezpieczeństwo energetyczne obiektu w postaci układu gwarantowanego zasilania (UPS), a bateria akumulatorów ładowana jest w okresach nadprodukcji energii elektrycznej z instalacji PV. Jeżeli zasobnik jest już naładowany, nadprodukcja ta zostaje odprowadzona do sieci EE przez dwukierunkowy licznik energii i może zostać wykorzystana w ramach opisywanego wcześniej netmeteringu. Dlatego właśnie instalacje hybrydowe również wymagają zgłoszenia. Odpowiednie oprogramowanie falownika pozwala także na zaplanowane odłączanie się od sieci EE i pracę wyspową z wykorzystaniem zasobnika akumulatorowego, lecz przy sprawności akumulatorów (ok. 70%) jest to mniej opłacalne od magazynowania energii w sieci EE (netmetering pozwala na odzyskanie nawet 80% nadprodukowanej energii). Koszty inwestycyjne są zdecydowanie większe niż w przypadku instalacji typu on-grid, a montaż instalacji jest trudny w eksploatowanych budynkach mieszkalnych, gdyż konieczna jest duża ingerencja w istniejącą instalację elektryczną obiektu.
W miejscu przyłącza obiektu, za licznikiem energii elektrycznej, lecz przed rozdzielnicą obiektu, należy dokonać rozłączenia instalacji, aby możliwa była bezpieczna praca wyspowa w odłączeniu od sieci EE. Do niedawna w Polsce montaż takiej instalacji, ze względu na konieczność stosowania tzw. liczników energii brutto (układ pomiarowy rejestrujący całą produkcję z instalacji PV), nie był w ogóle możliwy. Obecnie operatorzy wycofali się jednak z zabudowy takich liczników.

PODSUMOWANIE

Instalacje fotowoltaiczne (typu on-grid) postrzegane są jako bardzo atrakcyjne oczami inwestorów w budynkach mieszkalnych. Szacowana stopa zwrotu inwestycji (szczególnie przy systemach wsparcia, takich jak odliczenia od podatku dochodowego lub związanych z programem 5000+) nie przekracza okresów dziesięcioletnich, a producenci paneli PV udzielają 25-letnich gwarancji na 80% produkcji nominalnej. Instalacje są trwałe i pracują bezobsługowo i bezawaryjnie znacznie dłużej, niż osiągnięta zostaje całkowita spłata inwestycji, generują więc realne zyski. Należy także pamiętać, że instalacje tego typu produkują najwięcej energii wtedy, kiedy potrzebna jest ona w sieci EE najbardziej, czyli latem w czasie wzmożonej pracy przemysłu i sektora budowlanego. Należy także pamiętać o tendencji wzrostowej cen energii elektrycznej pobieranej z sieci EE i tendencji spadkowej cen elementów składowych instalacji PV. Może mieć to znaczący wpływ na jeszcze większy popyt na tego typu rozwiązania.

Fot. 9. Solarny falownik hybrydowy (zdjęcie własne autora)

LITERATURA

1. Hilse D., Kapała J., Sztymelski K., Zeltins N., Ekmanis. J., *Researching and designing photovoltaic microsystems*, Latv. J. Phys. Tech. Sci., 2016, vol. 53.
2. Sztymelski K., *Rzeczywista sprawność solarnego układu ładującego z MPPT dla małych systemów DC/DC typu OFF-grid*, Materiały konferencyjne IC-SPETO, Gliwice-Ustroń, 2017.
3. Sztymelski K., *Analiza uzysków rzeczywistej instalacji PV o mocy 2 kWp, Rozdział monografii: Energetyka prosumencka: konsolidacja problematyki społecznej, ekonomicznej i technicznej w aspekcie transformacji polskiego rynku energii elektrycznej*, Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, 2017.
4. www.instsani.pl
5. re.jrc.ec.europa.eu
6. www.fotowoltaika.corab.eu
7. www.steca.com
8. www.bitner.com.pl
9. www.bezsieci.pl

Zobacz na: izbudujemy.pl moduły fotowoltaiczne

STREFA PROJEKTANTA

dr inż. **Leszek Dulak**

Izolacyjność akustyczna przegród zewnętrznych

Ochrona przed hałasem i drganiami to jedno z podstawowych zadań, przed którym staje projektant. Polskie prawo budowlane odsyła go w tym temacie do szeregu aktów prawnych, których znajomość i zrozumienie stają się podstawą „dobrego" projektowania. I choć ostatnia nowelizacja Warunków Technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [N2] została wydana w 2017 r. to ciągle aktualny wydaje się być temat zmian w podejściu do projektowania akustycznego ścian zewnętrznych.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. [N2] zmieniające Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [N1] wśród szeregu zmian zawiera m.in. zmianę przywołanej w nim normy „Akustyka budowlana". Najnowsze wydanie WT przywołuje w zakresie wymagań dotyczących izolacyjności przegród zewnętrznych normę PN-B-02151-3:2015-10 [N4]. W stosunku do normy „starej" PN-B-02151-3:1999 [N3] zapisy „nowej" normy zmieniają w sposób radykalny podejście do tematu izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych.

Przez wiele lat wymagania izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych określane były liczbowo i podawane w formie tabelarycznej. I choć taki sposób wydawał się bardziej przyjazny dla projektanta, to wiązał się z niską dokładnością ustalania wymagań dźwiękoizolacyjnych dla przegród zewnętrznych – wymagania pogrupowane były co 5 dB. Nie uwzględniały również wpływu powierzchni przegród zewnętrznych oraz dźwiękochłonności pomieszczeń.

Dzisiaj, zgodnie z normą [N4] wymagana dźwiękoizolacyjność przegrody zewnętrznej wyrażona minimalną wartością wskaźnika $R'_{A,2}$ musi zostać obliczona indywidualnie dla każdego pomieszczenia. W tym celu konieczne jest określenie szeregu elementów mających wpływ na wymagania. Przedstawiono je poniżej.

Wymaganą przybliżoną izolacyjność akustyczną wypadkową przegrody zewnętrznej, dla przypadku gdy w pomieszczeniu występuje tylko jedna ściana zewnętrzna, należy obliczać ze wzoru:

$$R'_{A,2} = L_{A,zew} - L_{A,wew} + 10\lg\left(\frac{S}{A}\right) + 3 \ , dB \qquad (1)$$

gdzie:
$L_{A,zew}$ – miarodajny poziom hałasu na zewnątrz danej przegrody zewnętrznej w dB
$L_{A,wew}$ – poziom odniesienia do obliczania izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej w dB
S – pole rzutu powierzchni przegrody zewnętrznej na płaszczyznę fasady lub dachu widzianej od strony pomieszczenia w m^2
A – chłonność akustyczna pomieszczenia w m^2.

Jak zatem określić wartości niezbędne do wyznaczenia wymagań wg wzoru (1)?
Chłonność akustyczną pomieszczenia A należy określić wg wzoru:

$$A = \frac{0.16 \cdot V}{T} \ , \ m^2 \qquad (2)$$

gdzie:
V – objętość pomieszczenia w m^3
T – przewidywany czas pogłosu w pomieszczeniu w oktawowym paśmie o częstotliwości f = 500 Hz należy przyjmować równy wzorcowemu czasowi pogłosu T = 0,5 s za wyjątkiem pomieszczeń, dla których w PN-B-02151-4:2015-06 [N5] określono wymagania.

Norma PN-B-02151-4:2015-06 [N5] określa wymagania dla wielu pomieszczeń. Należą do tej grupy między innymi: sale szkolne, sale w żłobkach i przedszkolach, restauracje, gabinety lekarskie, pomieszczenia biurowe oraz inne pomieszczania w budynkach użyteczności publicznej. Ważne jest, aby stosować się do tego zapisu. Jeżeli go zbagatelizujemy, to w wynikach obliczeń uzyskamy niewłaściwe wymagania. Przykładowo dla pomieszczeń biurowych typu „open space", dla których norma [N5] wymaga chłonności akustycznej $A \geq 1{,}1 \times S$ (gdzie S jest powierzchnią rzutu pomieszczenia w m^2) popełnimy błąd skutkujący zawyżeniem wymagania dla ściany zewnętrznej wyrażonego wartością wskaźnika $R'_{A,2}$ o 0,6 dB (wartość właściwa dla pomieszczenia o rzucie w kształcie prostokąta i wysokości 3,0 m). Należy nadmienić, że dla wielu przypadków, dla których wymagania są mocno „wyśrubowane" zwiększenie wymagań o 1 dB może oznaczać brak dostępnych na rynku środków technicznych do realizacji przegrody. Uwaga powyższa dotyczy w szczególności okien i fasad szklanych. Dla tych elementów zwiększenie wymagań oznacza również znaczący wzrost kosztów.

Najtrudniejszym zadaniem wydaje się określenie miarodajnego poziomu hałasu na zewnątrz danej przegrody $L_{A,zew}$

Przede wszystkim ze względu na fakt, że najwłaściwszym sposobem realizacji tego zadania jest utworzenie modelu akustycznego uwzględniającego parametry akustyczne i poza akustyczne takie jak: ukształtowanie terenu, istniejąca i projektowana zabudowa, źródła hałasu itp. Część danych należy pozyskać metodami pomiarowymi (poziom hałasu w otoczeniu projektowanego budynku, natężenie i struktura ruchu).
Niestety niejednokrotnie zdarza się, że na realizację tego zadania nie przewidziano ani czasu, ani środków finansowych. Powyższa uwaga dotyczy w szczególności niewielkich inwestycji. Należy jednak wiedzieć, że oszczędności poczynione na tym etapie projektu mogą się okazać bardzo kosztowne dla inwestora. Brak dokładnego określenia wymagań niesie za sobą konieczność przyjęcia wartości minimalnej $R'_{A,2}$ w sposób przybliżony, często kosztem przyjęcia jednakowych wymagań dla wszystkich pięter i elewacji budynku „z zapasem" niezależnie od rzeczywistego poziomu hałasu na zewnątrz projektowanej elewacji.

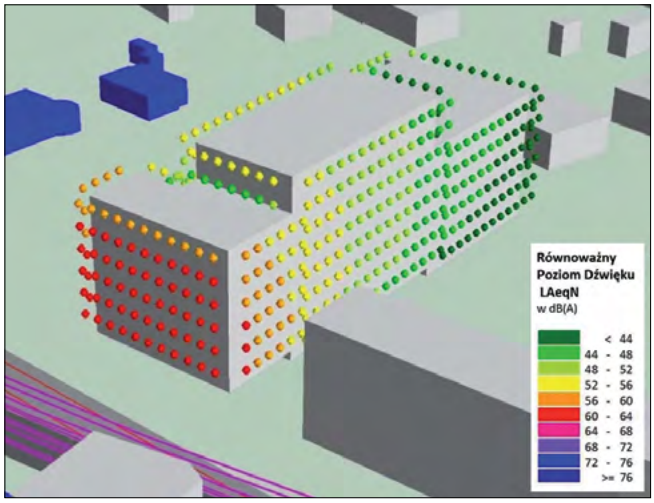
Dużo łatwiejszym zadaniem od określenia $L_{A,zew}$ jest przyjęcie poziomu odniesienia $L_{A,wew}$. W tym celu należy skorzystać z tablicy 7 normy [N4] (oraz 8, jeżeli występuje hałas lotniczy). Tablica zawiera wartości poziomu odniesienia dla pomieszczeń o różnym przeznaczeniu.
Przy tej okazji należy przypomnieć, że wartości podane w tablicy 7 nie służą do weryfikacji pomiarowej poziomu hałasu wewnątrz pomieszczeń. Jedynym właściwym sposobem weryfikacji wymagań dotyczących przenikania hałasu zewnętrznego do pomieszczeń w budynku jest wg obowiązującej metodologii [N4], pomiar *in situ* izolacyjności akustycznej właściwej przegrody zewnętrznej oraz ewentualne powtórne obliczeniowe określenie wymaganej minimalnej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych.
Jeżeli projektant upora się z określeniem wymaganej dźwiękoizolacyjności przegród zewnętrznych $R'_{A,2}$ we wszystkich pomieszczeniach, w których jest to niezbędne, kolejnym etapem jest sprawdzenie, czy przyjęte rozwiązania dotyczące części pełnej ściany oraz elementów w postaci okien i nawiewników dobrane zostały w sposób właściwy. W tym celu konieczne jest obliczenie wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej. Obliczamy ją na podstawie wzoru (3):

$$R_{wypadkowa} = -10\log\left(\frac{S_p}{S}10^{-0,1R_p} + \sum_{i=1}^{m}\frac{S_{o,i}}{S}10^{-0,1R_{o,i}} + \sum_{j=1}^{k}\frac{10}{S}10^{-0,1D_{n,e,j}}\right), dB \quad (3)$$

gdzie:
R_p – izolacyjność akustyczna właściwa części pełnej przegrody zewnętrznej
$R_{o,i}$ – izolacyjność akustyczna właściwa i-tego okna/drzwi balkonowych
$D_{n,e,j}$ – elementarna znormalizowana różnica poziomów ciśnienia akustycznego, j-tego nawiewnika powietrza
S_p – pole powierzchni rzutu części pełnej przegrody zewnętrznej na powierzchnie fasady lub dachu widziane od strony pomieszczenia
$S_{o,i}$ – pole powierzchni i-tego otworu okiennego/drzwi balkonowych, widzianej od strony pomieszczenia
S – pole powierzchni rzutu przegrody zewnętrznej pomieszczenia na powierzchnię fasady lub dachu widziane od strony pomieszczenia:

$S = S_p + \Sigma S_{o,i}$.

Wzór (3) można również wykorzystać do określenia minimalnych parametrów dźwiękoizolacyjnych części składowych przegrody, takich jak część pełna przegrody, okna, drzwi balkonowe i nawiewniki.



Rys. 1. Wynik obliczeń miarodajnego poziomu hałasu przedstawione w postaci barwnych punktów na elewacjach projektowanego budynku

Przy uproszczonych obliczeniach jako R_p, $R_{o,i}$ i $D_{n,e,j}$ należy wstawić odpowiednie wartości wskaźników oceny:

$R_{A,2,R}$ – dla ściany, okien i drzwi balkonowych
$D_{n,e,A,2,R}$ – dla nawiewników.
Udział przenoszenia bocznego można zazwyczaj pominąć [N4]. Wówczas wartość wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej przegrody zewnętrznej należy zapisać jak niżej.

$$R'_{A,2} = R_{A,2,R}, dB \quad (4)$$

gdzie:
$R_{A,2,R}$ – projektowy wskaźnik oceny izolacyjność akustycznej właściwej $R_{A,2}$, wynoszący:

$$R_{A,2,R} = R_{A,2} - 2, dB \quad (5)$$

Powyższe informacje stanowią mocno „skondensowaną" informację, jak postępować w przypadku obliczeń izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych. Powyższy temat szerzej przedstawiony został w serwisie Strefa Projektanta na www.sterfa-projektanta.pl, gdzie można znaleźć również przykłady obliczeniowe dotyczące powyższego zagadnienia.

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U. z 2002 r., nr 75, poz. 690] ze zmianami.
N2. 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] z późniejszymi zmianami.
N3. PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych – Wymagania.
N4. PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
N5. PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.

dr inż. **Bartosz Szeląg**
Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki
dr inż. **Jakub Drewnowski**
Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
dr **Małgorzata Drewnowska**
Gdańskie Wody Sp. z o.o.

Wybrane aspekty projektowania kanalizacji deszczowej na terenach zurbanizowanych

Sieć kanalizacji deszczowej stanowi istotny element infrastruktury miasta. Jej prawidłowe funkcjonowanie ma wpływ na zrównoważony rozwój miast, społeczeństwa oraz spełnia ważny aspekt ekologiczny.

Problem zagospodarowania wód opadowych jest znany od dawna, a jego zorganizowane formy, często reprezentujące zaskakujący poziom techniczny, towarzyszyły już pierwszym „miejskim" strukturom osadnictwa. Nawet w średniowieczu, gdy powszechnie lekceważono czynnik higieny, bardzo poważnie podchodzono do wód opadowych. W efekcie powstały zupełnie sprawne rozwiązania systemowe, pozostające w eksploatacji przez wiele stuleci [1]. Obecnie na skutek postępującej i niekontrolowanej urbanizacji rośnie wielkość strumienia ścieków odpływających ze zlewni, co ma wpływ na zwiększenie ilości przedostających się na powierzchnię terenu zanieczyszczeń z kanalizacji sanitarnej, odprowadzanych wraz z wodą opadową do odbiornika. Z kolei z uwagi na zmiany klimatyczne, wzrasta prawdopodobieństwo występowania ekstremalnych opadów, powodujących coraz większą liczbę zrzutów z przelewów burzowych. Zjawiska te powodują naruszenie równowagi ekologicznej w odbiornikach. Dlatego, aby ograniczyć powyższe problemy zachodzi potrzeba dostosowania metodyki projektowania sieci kanalizacji deszczowej do współczesnych wyzwań [2]. Z jednej strony zachodzi potrzeba doboru odpowiednich danych opadowych i modelowania ich zmian w ujęciu długookresowym, z drugiej strony istotne znaczenie ma zastosowanie odpowiedniej metodyki obliczeniowej i optymalizacji funkcjonowania sieci kanalizacyjnej.

PODSTAWA WYMIAROWANIA KANALIZACJI DESZCZOWEJ

Zgodnie z obowiązującymi wymaganiami branżowymi podstawą projektowania sieci kanalizacji deszczowej jest aktualna norma PN-EN 752:2017 [N1]. Zgodnie z normą należy dążyć do tego, aby dla przyjętego standardu odwodnienia terenu, system kanalizacyjny był przystosowany do przyjęcia maksymalnych wartości strumieni wód opadowych z częstością równą dopuszczalnej częstości wylania ścieków na powierzchnię terenu. Tym samym, na etapie projektowania kanalizacji w pierwszej kolejności należy ustalić – dla przyjętego standardu odwodnienia terenu wartość częstości występowania opadu deszczu (tabela 1), a w drugiej kolejności sprawdzić

Tabela 1. Częstości występowania opadu deszczu obliczeniowego w zależności od standardu odwodnienia terenu wg PN-EN 752:2017 [N1]

Częstość deszczu obliczeniowego [1 raz na C lat]	Kategoria standardu odwodnienia terenu
1	Tereny wiejskie
2	Tereny mieszkaniowe
5	Centra miast, tereny usługowe i przemysłowe
10	Podziemne obiekty komunikacyjne, przejścia i przejazdy

Zobacz na: izbudujemy.pl kanalizacja i odwodnienia

Tabela 2. Zmodyfikowane częstości występowania opadu z uwagi na wylania ścieków na powierzchnię terenu w zależności od standardu odwodnienia terenu [2]

Częstość deszczu obliczeniowego [1 raz na C lat]	Kategoria standardu odwodnienia terenu
z 1 na 2	Tereny wiejskie
z 2 na 5	Tereny mieszkaniowe
z 5 na 10	Centra miast, tereny usługowe i przemysłowe
z 10 na 50	Podziemne obiekty komunikacyjne, przejścia i przejazdy

Tabela 3. Kryteria oceny zagrożeń oraz dopuszczalne częstości wylewów z kanałów wg PN-EN 752:2017 [N1]

Stopień zagrożenia	Lokalizacje terenów	Dopuszczalna częstość wylewów [1 raz na C lat]
Bardzo mały	Drogi lub otwarte przestrzenie z dala od budynków	1
Mały	Tereny rolnicze w zależności od wykorzystania (np. pastwiska, grunty orne)	2
Mały do średniego	Otwarte przestrzenie wykorzystane do celów publicznych	3
Średni	Drogi lub otwarte przestrzenie w pobliżu budynków	5
Średni do wysokiego	Zalania zamieszkanych budynków z wyłączeniem piwnic	10
Wysoki	Głębokie zalania zamieszkanych piwnic lub przejazdów pod ulicami	30
Bardzo wysoki	Infrastruktura krytyczna	50

dopuszczalną częstość wylewów na drodze modelowania hydrodynamicznego. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę obserwowane zmiany klimatyczne i tym samym wzrost częstości występowania opadów deszczu, już obecnie wydaje się celowe zwiększanie wartości częstości projektowych deszczów podanych w tabeli 1, tak aby zachować obowiązujące standardy odwodnienia terenu także w przeszłości – perspektywie 50–100 lat. Znajduje to potwierdzenie w modyfikacjach wytycznych dla Belgii (Flandrii) i Niemczech (Nadrenia Północna – Westfalia). W tabeli 2 zamieszczono proponowane zmodyfikowane wartości częstości opadów deszczu do wymiarowania kanalizacji dla zachowania dopuszczalnych wylań ścieków w przyszłości [4].

Z uwagi na zmiany klimatyczne, wzrasta prawdopodobieństwo występowania ekstremalnych opadów, powodujących coraz większą liczbę zrzutów z przelewów burzowych

Norma PN-EN 752:2017 [N1] różnicuje dopuszczalną częstość wylewów w siedmiostopniowej skali wpływu zagrożenia na środowisko, dla zdefiniowanych lokalizacji terenów (tabela 3).

MODELOWANIE OPADÓW MAKSYMALNYCH

Jednym z najistotniejszych czynników mających wpływ na działanie systemów kanalizacyjnych, a zarazem stanowiących podstawę ich projektowania jest opad deszczu. Z uwagi na to, że prowadzenie ciągłych pomiarów opadów jest kosztowne, stąd też w wielu przypadkach dostęp do tych danych jest ograniczony. Mając na względzie powyższe uwagi w ramach praktyki projektowej opracowano koncepcję modeli opadów maksymalnych [4]. W podejściu tym, na bazie wieloletnich danych opadowych wyznaczane są modele empiryczne do prognozy maksymalnych opadów z uwzględnieniem uwarunkowań lokalnych. Formuły te i uzyskane na ich podstawie krzywe IDF (*Intensity – Duration – Frequency*), DDF (*Depth – Duration – Frequency*) są wykorzystywane do projektowania sieci kanalizacyjnych, przy czym do projektowania kanalizacji przyjmuje się stałe natężenie opadu deszczu. Zależność między natężeniem opadu deszczu, czasem jego trwania i częstością występowania w warunkach lokalnych (klimat, zróżnicowanie geograficzne itp.) można zapisać jako:

$$J = f(t_d, C, R) \qquad (1)$$

gdzie:
t_d – czas trwania opadu deszczu
C – częstość występowania opadu
R – parametr ujmuje warunki klimatyczne i zróżnicowanie klimatyczne.

Jedną z najczęściej dotychczas stosowanych formuł opadowych na terenie kraju jest model wg [4] z 1974 r. wyznaczony na bazie danych opadowych z okresu 1837–1925, o postaci:

$$q_m = \frac{6{,}67 \cdot \sqrt[3]{H^2 \cdot C}}{t_d^{0{,}67}} \qquad (2)$$

gdzie:
H – średnioroczna wysokość opadu deszczu [mm]
C – częstość występowania opadu
t_d – czas trwania opadu deszczu [min]
q_m – natężenie jednostkowe opadu deszczu [$dm^3 \cdot (ha \cdot s)^{-1}$].

Jednak wykonane przez p. Licznara i in. [5] analizy wykazały, że otrzymane wyniki obliczeń z wzoru (2) prowadzą do zaniżenia wartości obecnie mierzonych maksymalnych natężeń deszczu i wysokości opadów (o 30–40%). Ponadto, stwierdzono brak skorelowania średniorocznych sum opadów deszczu ze średnim natężeniem opadu. Wskazuje to na nieaktualność formuły opadowej Błaszczyka na terenie całego kraju. Próbę budowy modelu opadowego dla Polski podejmował m.in. p. Suligowski [6], przy czym objęty przez niego badaniami okres przypadał na 1960–2000, co w dobie zachodzących zmian klimatycznych może wskazywać na jego dezaktualizację. Znajduje to potwierdzenie w analizach wykonanych przez p. Licznara i in. [7] i p. Kotowskiego i in. [8] na przykładzie miasta Wrocławia. Podobnie tworzeniem modelu opadowego dla całego kraju zajmowali się p. Bogdanowicz i Stachy [9] podając równanie na maksymalną wysokość opadu o postaci:

$$P_{max} = 1{,}42 \cdot t_d^{0{,}67} + \alpha(R, t_d) \cdot (-\ln p)^{0{,}584} \qquad (3)$$

gdzie:
P_{max} – maksymalna wysokość opadu wyrażona jako $\frac{1 \cdot t_d}{1{,}66{,}7}$
p – prawdopodobieństwo wystąpienia opadu deszczu
$\alpha(R, t_d)$ – funkcja zależna od regionu klimatycznego w kraju [9].

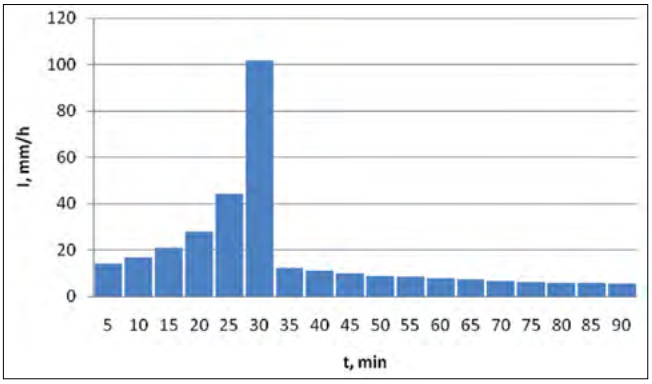
Podany wyżej model opracowano na danych z okresu 1960–1990. Wykonane analizy przez p. Kotowskiego i in. [8] na przykładzie miasta Wrocławia wykazały, że wzór (3) znacznie zaniża wysokości opadu dla C = 1 rok (nawet o 100%).

Luki i niedomówienia w polskich regulacjach prawnych sprzyjają lekceważeniu problemów zagospodarowania wód opadowych. W skrajnych przypadkach występuje tu wręcz zaniechanie działań. Wg [1], widać to nawet na obszarach funkcjonujących praktycznie w warunkach zbliżonych do polderów. Mając to na uwadze, jak i znaczenie opadów deszczu w projektowaniu sieci kanalizacyjnych, podjęto próbę opracowania Polskiego Atlasu Natężeń Deszczów (PANDa), który zawierałby aktualne dane opadowe dla terenu naszego kraju. Zawiązano w tym celu współpracę, w ramach projektu NCBiR, pomiędzy retencja.pl Sp. z o.o. i IMGW-PIB w latach 2016–2019, aby stworzyć przykładem innych Państw w Europie (np. Niemiec) tzw. „mapę opadów dla Polski".

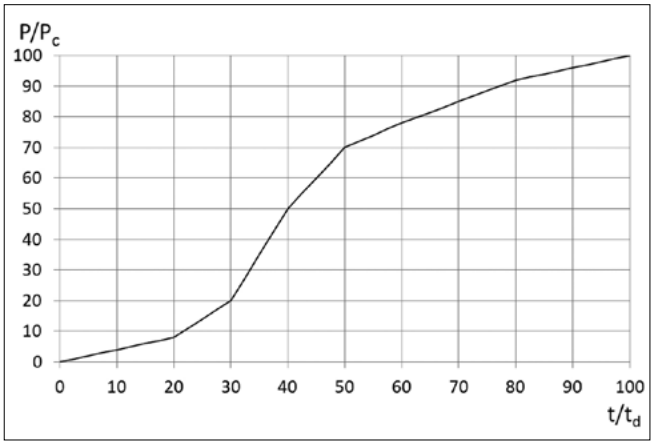
DOBÓR ROZKŁADU NATĘŻENIA OPADU DESZCZU DO ANALIZY PRZEPUSTOWOŚCI SIECI KANALIZACYJNEJ

Obecnie na etapie projektowania systemów kanalizacyjnych, czy też modernizacji istniejących, zaleca się weryfikację częstości wylań ścieków. Do tego celu stosuje się modele hydrodynamiczne bazujące na układach równań różniczkowych, opisujących spływ powierzchniowy i przepływ siecią przewodów. W tych przypadkach zachodzi potrzeba doboru odpowiedniego rozkładu natężenia deszczu do symulacji działania sieci. Bazując na wynikach symulacji wieloletnich dla różnych zlewni na terenie Niemiec wykazano, że najbardziej niekorzystane warunki funkcjonowania systemu mają miejsce dla rozkładu opadu deszczu, w którym 70% wysokości opadu występuje po 30% czasu trwania opadu (rys. 1).

Rozkład deszczu zilustrowany na rysunku 1 określa się powszechnie jako wzorzec Eulera typu II i często znajduje zastosowania w rozważaniach praktycznych, jak i badaniach niezawodności działania sieci kanalizacyjnych (w modelowaniu hydrodynamicznym), w przypadku braku ciągłych szeregów czasowych opadów deszczów [2].
Rzadziej, w odniesieniu do modelowania kanalizacji stosowany jest tzw. wzorzec DVWK, w którym 70% wysokości opadu występuje po 50% czasu trwania opadu (rys. 2).



Rys. 1. Przykład wzorca Eulera typu II na podstawie krzywych IDF dla Wrocławia (dla t = 90 min i C = 3 lata) [2]



Rys. 2. Krzywa sumowa opadu $P/P_c = f(t/t_d)$ opisująca wzorzec DVWK

METODYKA OBLICZENIOWA

Obecnie do projektowania sieci kanalizacji deszczowej na terenie Polski zalecana jest metoda maksymalnych natężeń (MMN) z polskimi modelami opadów maksymalnych IDF lub DDF. Jest ona wzorowana na metodzie współczynnika opóźnienia, zalecanej do stosowania przez DWA [10] w Niemczech. Metoda ta należy do grupy tzw. bezpiecznych metod czasu przepływu, w których redukcję spływu uzależnia się od czasu trwania opadu deszczu (t_d) równego, co do wartości czasowi przepływu ścieków w kanałach. Podejście to wynika z faktu, że miarodajne do projektowania kanalizacji, maksymalne chwilowe natężenia opadów deszczu mają miejsce w czasie długotrwałych epizodów opadowych. Tym samym, ze względu na bezpieczeństwo funkcjonowania systemów odwodnieniowych pomija się czas koncentracji terenowej i retencji kanałowej.

Luki i niedomówienia w polskich regulacjach prawnych sprzyjają lekceważeniu problemów zagospodarowania wód opadowych

Zgodnie z metodą MMN miarodajny do projektowania systemów odwodnieniowych strumień ścieków deszczowych określa się ze wzoru:

$$Q_m = q_m(t_d, C) \cdot F_{zr} = q_m(t_d, C) \cdot \psi_s \cdot F \qquad (4)$$

gdzie:
$q_m(t_d, C)$ – maksymalne jednostkowe natężenie deszczu dla czasu trwania opadu t_d równego czasowi przepływu (t_p) i częstości występowania C
ψ_s – szczytowy (maksymalny) współczynnik spływu ścieków deszczowych zależy od stopnia uszczelnienia powierzchni, spadku terenu i częstości opadu
F – powierzchnia zlewni
F_{zr} – miarodajna zlewnia zredukowana.

W przypadku zlewni, w której sposób zagospodarowania jest zróżnicowany, określa się średni ważony współczynnik spływu (ψ), który utożsamia się ze stopniem uszczelnienia danej zlewni i jego wartość wyznacza się z równania:

$$\psi = \frac{\psi_1 \cdot F_1 + \psi_2 \cdot F_2 + \cdots + \psi_n \cdot F_n}{F_1 + F_2 + \cdots F_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \psi_i \cdot F_i}{F} = \frac{F_{zr}}{F} \qquad (5)$$

Zobacz na: izbudujemy.pl kanalizacja i odwodnienia

Tabela 4. Wartości szczytowego współczynnika spływu w zależności od stopnia uszczelnienia terenu (ψ), spadku terenu (i_t) i częstości występowania opadu (C)

ψ	Szczytowy współczynnik spływu (ψ_S)															
	Spadek terenu (i_t)															
	$i_t \leq 1\%$				$1\% < i_t \leq 4\%$				$4\% < i_t \leq 10\%$				$i_t > 10\%$			
	Częstość występowania opadu deszczu (C)															
	1	2	5	10	1	2	5	10	1	2	5	10	1	2	5	10
0*	0	0	0,10	0,31	0,10	0,15	0,30	(0,46)	0,15	0,20	(0,45)	(0,60)	0,20	0,30	(0,55)	(0,75)
10*	0,09	0,09	0,19	0,38	0,18	0,23	0,37	(0,51)	0,23	0,28	0,50	(0,64)	0,28	0,37	(0,59)	(0,77)
20	0,18	0,18	0,27	0,44	0,27	0,31	0,43	0,56	0,31	0,35	0,55	0,67	0,35	0,43	0,63	0,80
30	0,28	0,28	0,36	0,51	0,35	0,39	0,50	0,61	0,39	0,42	0,60	0,71	0,42	0,50	0,68	0,82
40	0,37	0,37	0,44	0,57	0,44	0,47	0,56	0,66	0,47	0,50	0,65	0,75	0,50	0,56	0,72	0,84
50	0,46	0,46	0,53	0,64	0,52	0,55	0,63	0,72	0,55	0,58	0,71	0,79	0,58	0,63	0,76	0,87
60	0,55	0,55	0,61	0,70	0,60	0,63	0,70	0,77	0,62	0,65	0,76	0,82	0,65	0,70	0,80	0,89
70	0,64	0,64	0,70	0,77	0,68	0,71	0,76	0,82	0,70	0,72	0,81	0,86	0,72	0,76	0,84	0,91
80	0,74	0,74	0,78	0,83	0,77	0,79	0,83	0,87	0,78	0,80	0,86	0,90	0,80	0,83	0,87	0,93
90	0,83	0,83	0,87	0,90	0,86	0,87	0,89	0,92	0,86	0,88	0,91	0,93	0,88	0,89	0,93	0,96
100	0,92	0,92	0,95	0,96	0,94	0,95	0,96	0,97	0,94	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,98

Tabela 5. Minimalne wartości czasu trwania opadu deszczu miarodajnego ($t_{d,min}$) w zależności od spadku terenu (i_t) i stopnia jego uszczelnienia (ψ) [N2]

i_t	ψ	$t_{d,min}$
< 1%	≤ 50%	15 minut
	> 50%	10 minut
1% do 4%	> 0%	10 minut
> 4%	≤ 50%	10 minut
	> 50%	5 minut

gdzie:
F_i – (i-ta) powierzchnia cząstkowa w zlewni danego kanału [ha]
ψ_i – współczynnik spływu (i-tej) powierzchni cząstkowej w zlewni danego kanału, ustalany w zależności od stopnia uszczelnienia terenu.

Na bazie określonego stopnia (w %) uszczelnienia zlewni cząstkowej ustala się wartość szczytowego współczynnika spływu zgodnie z wytycznymi DWA-A 118:2006 [N2] (tabela 4).

W metodzie MMN do obliczeń najkrótsze wartości czasu trwania opadu deszczu przyjmuje się uwzględniając spadek terenu i stopień uszczelnienia, zgodnie z wytycznymi DWA-A 118:2006 [N2] (tabela 5).

Postępując zgodnie z opisaną wyżej metodyką, określa się maksymalne wartości strumieni ścieków deszczowych, co stanowi podstawę doboru średnic przewodów. Z uwagi na zmiany klimatu i związany z tym wzrost intensywności opadów, zgodnie z [2, 3] na terenach miejskich zaleca się obecnie przyjmować jako minimalną średnicę ulicznych kanałów deszczowych:

$$D = 0{,}40 \text{ m}$$

Natomiast, maksymalna obliczeniowa prędkość nie powinna zasadniczo przekraczać 5 m/s – w warunkach całkowitego wypełnienia kanału. Minimalny spadek kanału należy przyjmować na bazie formuły:

$$i_{min} = 1/D$$

gdzie:
D – w [m]
i_{min} – w [‰].

Wartość chropowatości bezwzględnej ścian przewodu przyjmuje się w następujący sposób:

- k = 0,50 mm – dla przewodów/kanałów tranzytowych ze studzienkami o kinetach do wysokości przekroju kanału
- k = 0,75 mm – dla przewodów zbierających ścieki ze studzienkami o kinetach do wysokości przekroju kanału
- k = 1,50 mm – dla przewodów zbierających ścieki ze studzienkami o kinetach do wysokości połowy przekroju kanału.

Dla powyższych założeń, zgodnie z DWA-A 118:2006 [N2] średnicę przewodu należy dobierać w taki sposób, aby całkowite względne napełnienie nie przekraczało wartości:

- $h/D < 0{,}75$ – dla kanałów o przekroju kołowym
- $h/H < 0{,}79$ – dla kanałów jajowych (wysokość przekroju $H = 1{,}5 \cdot B$)
- $h/H < 0{,}72$ – dla kanałów dzwonowych (wysokość przekroju $H = 0{,}85 \cdot B$).

Na podstawie podanych wyżej założeń określa się przekrój poprzeczny kanału.
W kolejnym etapie dla przyjętych średnic przewodów wykonuje się weryfikację niezawodności działania sieci kanalizacyjnej w aspekcie wylań ścieków na powierzchnię terenu. Dla przyjętego opadu deszczu np. wg wzorca Eulera typu II czy DVWK wykonuje się obliczenia symulacyjne działania sieci kanalizacyjnej za pomocą modeli hydrodynamicznych. Do tego celu obecnie często stosuje się program SWMM (*Storm Water Management Model*) z uwagi na to, że jest on ogólnie dostępny dla wszystkich użytkowników i nie jest narzędziem komercyjnym. Budowa modelu SWMM wymaga zgromadzenia szczegółowych danych o charakterystyce zlewni oraz opadowych i przepływów o wysokiej rozdzielczości. Na uwagę zasługuje, że program ten daje możliwość symulacji wpływu zmian dokonywanych w obrębie sieci kanalizacyjnej (zbiorniki retencyjne, przelewy, regulatory przepływu, systemy gospodarowania wodami opadowymi) na jego działanie, co pozwala na redukcję objętości zrzutów, zmniejszenie strumieni wylań ścieków,

a także redukcję ładunku zanieczyszczeń trafiających bezpośrednio do odbiornika. Powyższe rozwiązania funkcjonują w układzie statycznym, a efektywność ich funkcjonowania wynika z przyjętego rozwiązania konstrukcyjnego, obciążenia opadem deszczu, warunków działania systemu odwodnieniowego itp.

Znacznie bardziej złożone rozwiązanie, a co za tym idzie w tej sytuacji warunkującym większą niezawodność działania sieci kanalizacyjnych, jest zastosowanie systemów RTC (ang. *Real Time Control*). W rozwiązaniu tym w czasie rzeczywistym gromadzone i przetwarzane są dane dotyczące prognozy pogody oraz dane zbierane z sieci kanalizacyjnej i obiektów na niej zlokalizowanych. Z powyższego można stwierdzić, że w warunkach eksploatacyjnych w oparciu o dane uzyskane z radarowych prognoz istnieje możliwość wyznaczenia rozkładu natężenia opadu deszczu w zlewni i jego zmienności z wyprzedzeniem czasowym. Jest to ważne, bowiem w warunkach eksploatacyjnych daje możliwość wykonania symulacji działania sieci kanalizacyjnej za pomocą modelu hydrodynamicznego i oceny jego funkcjonowania. Jest to o tyle istotne, że można ustalić warunki działania zbiorników, regulatorów, przepompowni, itp. obiektów i elementów w systemie kanalizacyjnym w taki sposób, aby ograniczyć do minimum niekorzystne zjawiska w systemie odwodnieniowym, towarzyszące intensywnym opadom deszczu. Jest to bardzo przydatne rozwiązanie, jednak jak zwykle należy poszukiwać rozwiązań kompromisowych, tj. czy wdrażać system RTC, którego eksploatacja nie jest wcale prostą sprawą, a jego wykonanie jest kosztowne, czy może zaprojektować zbiorniki retencyjne, czy też może regulatory przepływu? Kwestia ta została rozwiązana poprzez wprowadzenie wytycznej DWA-M 18–E, opracowanej przez DWA [N2], pozwalającej ocenić czy zachodzi potrzeba wdrażania systemu RTC w oparciu o kryterium punktowe. Przy konieczności doboru systemu RTC dla kolejnych zmiennych przypisuje się odpowiednio liczbę punktów. Uwzględnia się tym samym, wielkość zlewni, sposób jej zagospodarowania, zróżnicowanie przestrzenne zlewni, spadki kanałów, retencję kanałową, liczbę przelewów burzowych, zbiorników, warunki ekosystemu w odbiorniku oraz lokalne podtopienia. Na tej podstawie ustala się czy rekomendowane jest zastosowanie systemu RTC, czy też można przyjąć prostsze i mniej skomplikowane rozwiązania.

PODSUMOWANIE

Odprowadzanie wód deszczowych z obszarów zurbanizowanych stanowi coraz większe wyzwanie – zarówno ze względu na ciągły rozwój aglomeracji (powstawanie tzw. „nieprzepuszczalnych terenów utwardzonych"), wzrost prawdopodobieństwa wystąpienia ekstremalnych opadów na skutek zmian klimatycznych, jak i z uwagi na postępujący proces starzenia się sieci odwadniających. Realizowane obecnie liczne inwestycje związane z siecią kanalizacją koncentrują się na tworzeniu kanałów sanitarnych oraz budowie i modernizacji oczyszczalni ścieków. Stosunkowo niewielkie środki są kierowane na miejskie systemy odwodnienia (głównie przy okazji większych inwestycji drogowych). Jeżeli już są podejmowane nowe inwestycje, to najczęściej opierają się one o tradycyjne metody obliczeniowe (metoda granicznych natężeń, wzór [4] dla obliczania natężeń opadów miarodajnych), zaś wymagania administracyjne sprowadzają się nie tylko do rozwiązania obecnych problemów, ale również muszą być tak założone w procesie projektowania aby i w przyszłości właściwie funkcjonowały zgodnie z postępującym jednakże zrównoważonym rozwojem miast i terenów zurbanizowanych.

Podziękowania dla prof. A. Kotowskiego z Wydziału Inżynierii Środowiska, Politechniki Wrocławskiej za poświęcony czas i wkład w powstanie powyższej publikacji.

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

N1. PN-EN 752:2017 Drain and sewer systems outside buildings – Sewer system management.

N2. DWA-A 118:2006 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssyste men, DWA, Hennef, 2006.

LITERATURA

1. Suligowski Z., *Konsekwencje niezagospodarowana wód opadowych*, Wodociągi - Kanalizacja, Warszawa, nr 4, 2009.
2. Kotowski A., *Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów. Tom 1 – Sieci Kanalizacyjne*, Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa, 2015.
3. Kotowski A., *Ewolucje standardów projektowania kanalizacji deszczowej. Cz. I i II*, Inżynier Budownictwa, 2019.
4. Stomattelo H., Błaszczyk W., Błaszczyk P., Roman M., *Kanalizacja. Tom 1*, Arkady, Warszawa, 1974.
5. Licznar P., Siekanowicz-Grochowina K., Oktawiec M., Kotowski A., Bursz-ta-Adamiak E., *Empiryczna weryfikacja formuły Błaszczyka do obliczania wartości natężenia deszczu miarodajnego*, Ochrona Środowiska, nr 2/2018, str. 17–22.
6. Suligowski Z., *Zagospodarowanie wód opadowych: szczególne problemy*, Forum Eksploatatora, nr 3–4, 2004, str. 24–27.
7. Licznar P., Szeląg B., *Analiza zmienności czasowej opadów atmosferycznych w Warszawie*, Ochrona Środowiska, nr 36(3), 2014, str. 23–28.
8. Kotowski A., Kaźmierczak B., Dancewicz A., *Modelowanie opadów do wymiarowania kanalizacji*, Wydawnictwo KILiW PAN, Warszawa, 2010.
9. Bogdanowicz E., Stachy J., *Maksymalne opady deszczu w Polsce. Charakterystyki projektowe*, Wydawnictwo IMGW, seria: Hydrologia i Oceanologia, nr 23, Warszawa, 1998.

Zobacz na: izbudujemy.pl kanalizacja i odwodnienia

leicht entwässern. sita

Projektowanie dachów a miarodajne natężenie deszczem

Błędy projektowe i brak świadomości o obowiązujących przepisach, w zakresie odprowadzania wody opadowej z dachów płaskich, mogą skutkować awarią budowlaną.

Dobór elementów (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. z 2002 r., nr 75, poz. 690, z późn. zm.) powinien odbywać się na podstawie odpowiednich założeń opadu. Zawarte w tablicy 1, powyższej normy, wielkości natężenia opadów atmosferycznych stanowią dane wyjściowe i w znaczący sposób wpływają na ilości wyliczonej wody opadowej, jaką powinien odprowadzić projektowany system. Norma PN-EN 12056-3 zastąpiła PN-92/B-01707, w której miarodajne natężenie deszczem do obliczeń określano na min. 300 l/s·ha. Obecna norma nie jest w tej sprawie tak jednoznaczna i wprowadza dwie metody wyznaczenia wspomnianej wartości:

- w przypadku, gdy istnieją wystarczające dane statystyczne o opadach atmosferycznych, dotyczące częstotliwości występowania deszczy nawalnych o określonym natężeniu i czasie trwania, z należytym uwzględnieniem charakteru i sposobu wykorzystania budynku oraz stopnia ryzyka, jaki można zaakceptować
- w przypadku, gdy nie istnieją dane statystyczne o opadach atmosferycznych, minimalne natężenie opadów traktowane jako podstawa do obliczeń projektowych, powinno być wybrane spośród wartości wyszczególnionych w tablicy 1, odpowiednio do warunków klimatycznych w miejscu sytuowania budynku, zgodnie z krajowymi i lokalnymi przepisami.

W tym miejscu projektanci i architekci pozostają bez odpowiedzi co do wartości natężenia opadem miarodajnym. Punkt pierwszy nie wskazuje jaka instytucja miałaby takie dane miarodajne udostępnić. Z kolei punkt drugi mówi, żeby przyjąć wartość z tablicy 1 odpowiednio do warunków klimatycznych usytuowania obiektu, co faktycznie sprowadza się do uwzględnienia danych o opadach z miejsca lokalizacji obiektu. W konsekwencji część projektantów przyjmuje wartość 0,030 l/(s · m²) zgodną z wycofaną normą PN-92/B-01707. W innych przypadkach podejmowane są próby wyznaczania wartości na podstawie ogólnie dostępnych danych o opadach, które często pochodzą z krótkiego okresu, często bez wartości ekstremalnych, co nierzadko prowadzi do niedoszacowania. Jeszcze częściej dochodzi do błędnej interpretacji danych i niepoprawnego ich przeliczenia. Wszyscy uczestnicy procesu budowlanego powinni być świadomi, zgodnie z prawem budowlanym, odpowiedzialności poprawnego zaprojektowania i wykonania inwestycji budowlanej.

Tabela 1.

Natężenie opadów l/(s · m²)
0,010
0,015
0,020
0,025
0,030
0,040
0,050
0,060

Biorąc pod uwagę zanotowane na terenie kraju przypadki deszczów nawalnych (na podstawie roczników „Opady atmosferyczne" i dane IMGW), przyjmowanie wartości 0,030 l/(s · m²) jest poprawne i odzwierciedla większość ekstremalnych zdarzeń. Tą wartość wskazuje ITB w wytycznych projektowania kanalizacji deszczowej. Pamiętajmy jednak, że warunki pogodowe, pomimo prób opisu i ujęcia ilościowego, są nieprzewidywalne. Wystąpienie deszczu stuletniego czy nawet pięcioletniego nie oznacza, że wystąpi on raz na sto lat w przypadku stuletniego, czy raz na pięć w przypadku pięcioletniego. Jest to ujęcie statystyczne, oparte na rejestrze danych z określonego miejsca i prowadzonego systematycznie przez odpowiedni okres i przeważnie dotyczy miarodajnych danych z ostatnich 70–100 lat, czyli krótkiego przedziału czasowego. Z tej przyczyny systemy odwadniania dachów powinny być projektowane z odpowiednim zapasem bezpieczeństwa.

Sita Bauelemente GmbH Przedstawicielstwo w Polsce • ul. Rydlówka 20 • 30-363 Kraków • biuro@sita-bauelemente.pl • www.sita-bauelemente.pl

izbudujemy.pl

Masy i zaprawy

Produkty budowlane | Producenci | Usługodawcy

www.izbudujemy.pl » Produkty budowlane » Materiały budowlane » Chemia budowlana » Masy i zaprawy tynkarskie

Masy i zaprawy tynkarskie			
	Usuń	Usuń	Usuń
Nazwa:	Tynk dekoracyjny ATLAS CERMIT WN/BEJCA	Tynk dekoracyjny ATLAS CERMIT BA-M	Cienkowarstwowy tynk SILIKONOWY ATLAS
Producent:	ATLAS Sp. z o.o.	ATLAS Sp. z o.o.	ATLAS Sp. z o.o.
Rodzaj tynku:	mineralny	mineralny	silikonowy
Typ:	ogólnego przeznaczenia	ogólnego przeznaczenia	ogólnego przeznaczenia, barwiony
Stosowanie:	na zewnątrz	na zewnątrz	wewnątrz, na zewnątrz
Zużycie/grubość warstwy w mm [kg/m²]:	2,50 do 3,00 (CERMIT WN); 0,20 do 0,25 (BEJCA)	ok. 3,0	< 2,5 (tynk N-15); < 3,0 (tynk N-20)
Faktura:	imitująca drewno (po odciśnięciu formy silikonowej)	dowolna (gładka, nowy beton, beton ze śladami użytkowania, przepaleniami itp.)	drapana (baranek – N)
Kolory:	10 kolorów (ATLAS BEJCA)	szary	480 kolorów SAH, barwienie na systemach kolorowania ATLAS (dowolna, indywidualna kolorystyka), w tym ciemne i intensywne kolory
Zastosowanie:	systemy ociepleń z zastosowaniem dowolnego materiału termoizolującego, elewacja ściany jednowarstwowej	systemy ociepleń z zastosowaniem dowolnego materiału termoizolującego, elewacja ściany jednowarstwowej	systemy ociepleń z zastosowaniem dowolnego materiału termoizolującego, elewacja ściany jednowarstwowej, strop od strony sufitu, ściany wewnątrz budynku
Podłoże:	ATLAS CERMIT WN: warstwy zbrojone wskazanych systemów ociepleń; beton; tynki tradycyjne, cementowe i cem-wap. wykonane na murach z cegieł, bloczków i pustaków ceramicznych, komórkowych bądź silikatowych	warstwy zbrojone systemów ociepleń; beton; tynki tradycyjne, cementowe i cem-wap.; wykonane na murach z cegieł, bloczków i pustaków ceramicznych, komórkowych bądź silikatowych	warstwy zbrojone systemów ociepleń; beton; tynki tradycyjne, cementowe i cem-wap., (wykonane na murach z cegieł, bloczków i pustaków ceramicznych, komórkowych bądź silikatowych); tynki gipsowe, płyty g-k (wewnątrz budynku)
Temperatura stosowania [°C]:	od +5 do +30	od +5 do +30	od +5 do +30
Reakcja na ogień:	nd.	nd.	klasa A2-s1,d0
Przyczepność [N/mm²]:	0,3	0,3	–
Względny opór dyfuzyjny Sd [m]:	< 1,00	od 0,14 do 1,40	od 0,14 d0 1,40
Współczynnik przewodzenia ciepła [W/mK]:	–	0,82	0,61

tynkarskie

więcej na www.izbudujemy.pl

Usuń	Usuń	Usuń	Usuń
Silikatowo-silikonowa masa tynkarska Akrys 3000 S-S	**Silikonowa masa tynkarska Akrys 3000 Silikon 1,5 mm**	**Tynk dekoracyjny piaskowiec-granit AT 398**	**Tynk gipsowo-wapienny maszynowy lekki AG T32**
Dekoral Professional	Dekoral Professional	Zakład Surowców Chemicznych i Mineralnych PIOTROWICE II Sp. z o.o.	Zakład Surowców Chemicznych i Mineralnych PIOTROWICE II Sp. z o.o.
silikatowo-silikonowy	silikonowy	żywiczny	mineralny
ogólnego przeznaczenia, cienkowarstwowy	ogólnego przeznaczenia, cienkowarstwowy	ogólnego przeznaczenia	ogólnego przeznaczenia
wewnątrz, na zewnątrz	na zewnątrz	wewnątrz, na zewnątrz	wewnątrz
1,1–2,7 (baranek 0,8 mm); 2,2–2,7 (baranek 1,5 mm); 3,0–3,5 (baranek 2,0 mm)	2,5–3,0 (baranek 1,5 mm)	–	0,8
baranek 0,8 mm (freestyle), 1,5 mm lub 2,0 mm; Efekt betonu, cegły – 0,8 mm (freestyle)	baranek 1,5 mm	–	–
biały oraz kolory dostępne w komputerowym systemie kolorowania Color PRO w szerokiej palecie kolorów wg Wzornika Fasadowego	biały oraz kolory dostępne w komputerowym systemie kolorowania Color PRO w szerokiej palecie kolorów wg Wzornika Fasadowego	10 wzorów imitujących strukturę i kolory piaskowca (wzornik SABBIA) oraz 14 wzorów imitujących kamień granitowy (wzornik GRANITO)	–
do wykonywania ochronno-dekoracyjnej wyprawy tynkarskiej w systemie ociepleń ścian zewnętrznych oraz systemów dociepleń garaży, także do ręcznego wykonywania ochronno-dekoracyjnych cienkowarstwowych wypraw tynkarskich wewn. i na zewn.	jako komponent zestawu do systemów ociepleń, opartych na bazie styropianu lub wełny; przeznaczona jest także do ręcznego wykonywania ochronno-dekoracyjnych cienkowarstwowych wypraw tynkarskich na zewnątrz budynków	ozdobne powłoki dekoracyjne imitujące powierzchnię kamienia naturalnego	jednowarstwowe wyprawy tynkarskie na ścianach i sufitach w pomieszczeniach nienarażonych na ciągłe zawilgocenie i kondensację pary wodnej
podłoże mineralne takie jak beton, tynk cementowy, cementowo-wapienny jak i pokryte dobrze związaną powłoką farb	podłoże mineralne takie jak beton, tynk cementowy, cementowo-wapienny jak i pokryte dobrze związaną powłoką farb silikonowych i silikatowych	tynki cementowe i cementowo-wapienne, powierzchnie betonowe, gładzie cementowe, warstwa zbrojąca w systemach ociepleń z użyciem styropianu	mury z cegieł i pustaków ceramicznych, silikatowych, bloczków z betonu komórkowego oraz ściany i stropy z betonowych elementów prefabrykowanych oraz stare, nie zwietrzałe tynki cementowo-wapienne
od +5 do +25 (przy wilgotności wzgl. powietrza poniżej 70%)	od +5 do +25 (przy wilgotności wzgl. powietrza poniżej 70%)	od +8 do +25	od +5 do +25
klasa A2-s1,d0	klasa A2-s1,d0	–	klasa A1
> 0,3 (do betonu)	> 0,3 (do betonu)	–	≥ 0,3
duży – klasa 1 (V1)	duży – klasa 1 (V1)	–	–
0,83	0,83	–	≤ 0,29

więcej na www.izbudujemy.pl

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

Jednostka projektowa w formie spółki
z ograniczoną odpowiedzialnością

W Polsce mamy możliwość wyboru kilku form prowadzenia działalności gospodarczej. Jedną z najbardziej popularnych, prawnych form prowadzenia biznesu, jest spółka z ograniczoną odpowiedzialnością (dalej również jako „spółka"). Artykuł ten porusza podstawowe kwestie związane z prowadzeniem spółki z ograniczoną odpowiedzialnością przez różne jednostki projektowe, tj. głównie projektantów i architektów.

Brak prawnego ograniczenia formy prowadzenia działalności przez różne jednostki projektowe, pozwala cieszyć się korzyściami płynącymi z prowadzenia spółki z ograniczoną odpowiedzialnością, przede wszystkim sprowadzających się do braku odpowiedzialności wspólników za zobowiązania spółki.

SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością jest spółką handlową w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 15 września 2000 r. Kodeks spółek handlowych (t.j. Dz.U. z 2019 r., poz. 505, z późn. zm.). Na gruncie przepisów ww. ustawy znajdujemy rozróżnienie na spółki osobowe i spółki kapitałowe. Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością znajduje się w katalogu spółek kapitałowych, z uwagi na między innymi posiadany kapitał zakładowy. Jest to zasadnicza cecha, która pozwala na odróżnienie od spółek osobowych. Kapitał ten składa się z wkładów wspólników, które mogą przybrać postać wkładów pieniężnych, jak i niepieniężnych (aport), o czym więcej w dalszej części artykułu.

Spółka z o.o. posiada osobowość prawną i może być utworzona zarówno przez jednego, jak i kilku wspólników – np. projektantów, jednak nie może być zawiązana

© rupbilder - Fotolia.com

wyłącznie przez inną jednoosobową spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością.

Jak już zostało wyżej wspomniane, atrakcyjność spółki z ograniczoną odpowiedzialnością sprowadza się do braku odpowiedzialności wspólników niebędących członkami zarządu spółki, za jej zobowiązania.

Korzyści jakie płyną z braku odpowiedzialności wspólników przejawiają się w tym, że w razie problemów finansowych spółki, ryzykują tylko wniesiony do spółki wkład. Jest to jedyne ryzyko gospodarcze, jakie ponoszą wspólnicy spółki z ograniczoną odpowiedzialnością, o ile nie są członkami zarządu.

© Andrey Popov - Fotolia.com

Krótko mówiąc, spółka jest odrębnym podmiotem prawnym, posiadającym swój własny majątek, a zatem potencjalna egzekucja będzie przeprowadzana z majątku spółki, nie zaś z majątku jej wspólników. Taki model prowadzenia działalności przez projektantów pozwala na całkowite odseparowanie majątku osobistego od majątku spółki. Dzięki takiemu rozwiązaniu, potencjalni wierzyciele nie mają prawa dochodzić wierzytelności z majątku prywatnego wspólników.

Jeśli zatem jednostka projektowa podejmie inwestycje, która się nie powiedzie, w efekcie czego spółka stanie się niewypłacalna, to wspólnicy nie będą ponosić odpowiedzialności za powstałe długi. Jak widać, korzyści płynące z prowadzenia działalności gospodarczej w formie spółki z o.o. dla jednostki projektowej są duże, zwłaszcza, że minimalizują skutki niepowodzenia w biznesie. W porównaniu np. do jednoosobowej działalności gospodarczej, w której architekt-przedsiębiorca ponosi pełną odpowiedzialność całym swoim majątkiem za zaciągnięte zobowiązania, wydaje się, że spółka z o.o. jest dobrym rozwiązaniem dla prowadzenia tak odpowiedzialnego, a zarazem ryzykownego biznesu.

Spółka z o.o. jest odrębnym podmiotem prawnym, posiadającym swój własny majątek, a zatem potencjalna egzekucja będzie przeprowadzana z majątku spółki, nie zaś z majątku jej wspólników

ZAWARCIE UMOWY SPÓŁKI Z O.O. PRZEZ JEDNOSTKĘ PROJEKTOWĄ

Jednostka projektowa, która chce założyć spółkę z o.o. musi przejść procedurę tworzenia spółki, którą regulują przepisy Kodeksu spółek handlowych. Przede wszystkim, jak stanowi art. 163 Kodeksu spółek handlowych, do powstania spółki z ograniczoną odpowiedzialnością wymaga się:

- zawarcia umowy spółki
- wniesienia przez wspólników wkładów na pokrycie całego kapitału zakładowego, a w razie objęcia udziału za cenę wyższą od wartości nominalnej, także wniesienia nadwyżki, z uwzględnieniem art. 158 § 11 Kodeksu spółek handlowych
- powołania zarządu
- ustanowienia rady nadzorczej lub komisji rewizyjnej, jeżeli wymaga tego ustawa lub umowa spółki
- wpisu do rejestru.

Umowa spółki może zostać zawarta w dwóch formach. Pierwsza z nich, to forma aktu notarialnego, zaś druga to forma wzorca udostępnionego w systemie teleinformatycznym. W obu przypadkach umowa musi zawierać istotne postanowienia wynikające z art. 157 Kodeksu spółek handlowych między innymi: firmę i siedzibę spółki, przedmiot działalności czy też wysokość kapitału zakładowego.

Tradycyjny sposób założenia spółki z o.o. wiąże się z większymi kosztami i jest bardziej czasochłonny, natomiast pozwala na znacznie bardziej rozbudowane i niestandardowe postanowienia umowne. Rejestracja przy pomocy wzorca umownego udostępnionego w systemie teleinformatycznym (tzw. system S24) daje mniejsze możliwości ukształtowania umowy, niewątpliwie jednak wynikają z niej korzyści finansowe. Droga elektroniczna jest też dużo szybsza, ale trzeba pamiętać, że wniesienie kapitału zakładowego może nastąpić w takim wypadku tylko w formie pieniężnej. Projektant prowadzący działalność gospodarczą – prostą spółkę z o.o., może więc bez wychodzenia z domu dopełnić wszelkich niezbędnych formalności celem założenia spółki z ograniczoną odpowiedzialnością.

USTANOWIENIE WŁADZ SPÓŁKI

Elementem obligatoryjnym w spółce z ograniczoną odpowiedzialnością jest powołanie władz spółki, w szczególności zarządu, który reprezentuje spółkę i prowadzi jej sprawy. Członkiem zarządu może być jedynie osoba fizyczna posiadająca pełną zdolność do czynności prawnych, dlatego niemożliwe jest aby w zarządzie była np. inna spółka projektowa.

Drugim organem jest Zgromadzenie Wspólników, na którym reprezentowana jest wola projektantów, prowadzących wspólny biznes. Każdy z nich ma prawo uczestniczyć w zgromadzeniu i wykonywać prawo głosu. Powołać można również takie organy jak rada nadzorcza czy komisja rewizyjna, które są organami kontrolnymi. W niektórych przypadkach powołanie komisji rewizyjnej lub rady nadzorczej jest obligatoryjne.

KAPITAŁ ZAKŁADOWY

Charakterystyczną cechą spółki z ograniczoną odpowiedzialnością jest kapitał zakładowy określony w umowie spółki. Jednostka projektowa prowadząca działalność gospodarczą w formie spółki z o.o. musi zdawać sobie sprawę z tego, że kapitał zakładowy spółki ma charakter obligatoryjny. Wysokość kapitału jest uregulowana przepisami kodeksu spółek handlowych i na dzień dzisiejszy wynosi minimum pięć tysięcy złotych. Oczywiście suma pieniężna nie musi być nigdzie zdeponowana, raczej chodzi o gwarancję i oświadczenie zabezpieczające wierzycieli spółki przed jej niewypłacalnością. Jak już zostało wyżej wskazane, kapitał zakładowy składa się z wkładów wspólników, które mogą przybrać postać pieniężną, bądź też niepieniężną, czyli aportu. Podstawową formą jest oczywiście wkład pieniężny wyrażony w walucie polskiej, który jest obiektywnym miernikiem wartości wkładu. Aportem zaś, jak podnosi się w piśmiennictwie prawniczym i orzecznictwie sądów, są wszelkie dobra wyrażające wartość majątkową i przejawiające się w postaci wartości niematerialnych (praw) lub rzeczy.

© Roman Motizov - Fotolia.com

Członkiem zarządu może być jedynie osoba fizyczna posiadająca pełną zdolność do czynności prawnych

Co ciekawe, istotną kwestią dla jednostki projektowej może być to, że ma prawo wnieść do spółki tzw. know-how, czyli swoją wiedzę techniczną, swoje doświadczenie i kompetencje w formie aportu. Wniesienie przez wspólnika spółki na pokrycie obejmowanych udziałów wkładu niepieniężnego w postaci know-how nie budzi również wątpliwości w doktrynie, jak i w orzecznictwie sądów. Wkładem niepieniężnym mogą być również nieruchomości, samochód firmowy, specjalistyczne narzędzia, czy strona internetowa projektanta. Na tle wkładu niepieniężnego pojawiają się jednak problemy związane z ustaleniem wartości ekonomicznej. Niemniej jednak jest to ciekawe rozwiązanie dla jednostki projektowej.

OBOWIĄZKOWY WPIS DO KRAJOWEGO REJESTRU SĄDOWEGO

Wpis spółki z ograniczoną odpowiedzialnością do Krajowego Rejestru Sądowego następuje na podstawie wniosku. Wniosek o wpis należy złożyć na urzędowym formularzu, do którego trzeba załączyć wymagane dokumenty. Dokumentację należy złożyć do sądu rejonowego (sądu gospodarczego) właściwego ze względu na miejsce zamieszkania lub siedzibę jednostki projektowej, która ubiega się o wpis. Ważne jest to, że dokumenty, na podstawie których dokonuje się wpisu do Krajowego Rejestru Sądowego, składa się w oryginałach albo poświadczonych urzędowo odpisach lub wyciągach. Rozpoznanie wniosku przez sąd rejestrowy choć powinno trwać 7 dni od daty jego wpływu do sądu, trwa zazwyczaj zdecydowanie dłużej.

Wniosek o wpis spółki, której umowa została zawarta przy wykorzystaniu wzorca umowy udostępnionego w systemie teleinformatycznym, sąd rejestrowy rozpoznaje szybciej. Proces rejestracji internetowej wymaga, aby każdy ze wspólników posiadał podpis kwalifikowany, niezbędny do złożenia dokumentacji – chociażby w postaci podpisu przez EPUAP.

Warto wspomnieć jeszcze o tzw. spółce z o.o. w organizacji, która powstaje w momencie zawarcia umowy spółki, a przed jej formalnym zarejestrowaniem w Krajowym Rejestrze Sądowym. Spółka działa wówczas pod własną firmą z dopiskiem „w organizacji" aż do momentu rejestracji w Krajowym Rejestrze Sądowym. Z tą chwilą staje się pełnoprawną spółką z ograniczoną odpowiedzialnością. Ważne jest zachowanie terminu sześciu miesięcy na dokonanie wpisu w Krajowym Rejestrze Sądowym od momentu zawarcia umowy spółki. W przeciwnym razie spółka z o.o. w organizacji ulega rozwiązaniu.

ODPOWIEDZIALNOŚĆ PROJEKTANTA JAKO CZŁONKA ZARZĄDU SPÓŁKI

Projektant, architekt, czy też inżynier budownictwa będący wspólnikiem spółki z o.o., który decyduje się na

członkostwo w zarządzie, musi mieć świadomość tego, że stopień jego bezpieczeństwa ulega automatycznie ograniczeniu. To samo dotyczy sytuacji, gdzie projektant prowadzi jednoosobową spółkę z o.o., w której jest jednocześnie jedynym członkiem zarządu. Dlaczego tak jest? Otóż Kodeks spółek handlowych przewiduje w wyjątkowych sytuacjach odpowiedzialność członków zarządu spółki z ograniczoną odpowiedzialnością za jej zobowiązania wobec wierzycieli. Zgodnie z art. 299 Kodeksu spółek handlowych, jeżeli egzekucja przeciwko spółce okaże się bezskuteczna, członkowie zarządu odpowiadają solidarnie za jej zobowiązania. Oznacza to, że wierzyciel ma prawo dochodzić świadczenia wedle swego wyboru od jednego, niektórych albo wszystkich projektantów, obejmujących stanowiska członków zarządu.

Ważne jest to, że członek zarządu może uwolnić się od tej odpowiedzialności, jeśli wykaże, że we właściwym czasie zgłosił wniosek o ogłoszenie upadłości spółki lub wszczął postępowanie układowe, albo że niezgłoszenie wniosku o ogłoszenie upadłości oraz niewszczęcie postępowania układowego nastąpiło nie z jego winy, albo że pomimo niezgłoszenia wniosku o ogłoszenie upadłości oraz niewszczęcia postępowania układowego wierzyciel nie poniósł szkody.

Wkładem niepieniężnym mogą być również nieruchomości, samochód firmowy, specjalistyczne narzędzia czy strona internetowa projektanta

Istnieją jeszcze inne regulacje prawne dotyczące odpowiedzialności członków zarządu. Kodeks spółek handlowych przewiduje też odpowiedzialność za ogłoszenie lub przedstawienie nieprawdziwych danych (art. 587 Kodeksu spółek handlowych), prawo upadłościowe przewiduje odpowiedzialność za szkodę wyrządzoną osobom trzecim (art. 21 ust. 3 Prawa upadłościowego), nie można też zapomnieć o odpowiedzialności karnej wynikającej z Kodeksu karnego np. za udaremnianie lub uszczuplanie zaspokojenia swojego wierzyciela, za co grozi kara pozbawienia wolności do lat 3.

OPODATKOWANIE PROWADZENIA DZIAŁALNOŚCI W FORMIE SPÓŁKI Z O.O. I KOSZTY JEJ PROWADZENIA

Zyski osiągane przez jednostkę projektową prowadzącą działalność gospodarczą w formie spółki z ograniczoną odpowiedzialnością są opodatkowane podatkiem dochodowym od osób prawnych (CIT), który od 2019 r. jest mniejszy pod warunkiem spełnienia określonych przesłanek (stawka 9%) wynikających z ustawy z dnia 15 lutego1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych (t.j. Dz.U. z 2019 r., poz. 865, z późn. zm.). W dalszej kolejności od wypłacanej dywidendy wspólnicy muszą zapłacić jeszcze podatek PIT w wysokości 19%. Spółka z o.o. jest również podatnikiem VAT. Częstą praktyką ze względów podatkowych jest wybierana forma prowadzenia działalności gospodarczej jako spółki z ograniczoną odpowiedzialnością spółki komandytowej.

Podwójną formę opodatkowania może rekompensować zwolnienie spółki z o.o. z płacenia składek ZUS na ubezpieczenie społeczne. Tylko jednostka projektowa działająca jednoosobowo w spółce z ograniczoną odpowiedzialnością zobligowana jest do odprowadzania składek na ubezpieczenie społeczne. Z taką koniecznością nie wiąże się już z kolei status wspólnika w dwuosobowej spółce z ograniczoną odpowiedzialnością.

© freshidea - Fotolia.com

Tylko jednostka projektowa działająca jednoosobowo w spółce z ograniczoną odpowiedzialnością zobligowana jest do odprowadzania składek na ubezpieczenie społeczne

Trzeba mieć też na uwadze wyższe koszty prowadzenia księgowości swojej firmy, które wiążą się przede wszystkim z obowiązkowymi corocznymi sprawozdaniami finansowymi, osobnym rachunkiem bankowym i koniecznością prowadzenia pełnej księgowości.

PODSUMOWANIE

Model spółki z ograniczoną odpowiedzialnością niewątpliwie zapewnia właścicielom jednostki projektowej dość duże bezpieczeństwo i proponuje sporo zalet, ale jak każda z form prowadzenia działalności gospodarczej może mieć też swoje wady. Wybór formy organizacyjno-prawnej planowanego przedsięwzięcia jest kwestią indywidualną i uzależnioną od potrzeb przedsiębiorcy. Opisana przeze mnie forma prowadzonej działalności przez jednostkę projektową zawiera jedynie podstawowe informacje dotyczące spółki z ograniczoną odpowiedzialnością.

Schöck
Postaw na niezawodność

Klatki schodowe

– jak zaprojektować, aby spełnić wymagania dotyczące akustyki

Spokój należy do elementarnych potrzeb człowieka. W czasach pełnych gorączkowego pośpiechu i hałasu ludzie coraz bardziej pragną spokoju. Z tego powodu izolacja akustyczna w budynkach nie jest żadnym luksusem, lecz pilną koniecznością. W szczególności na klatkach schodowych w budynkach wielorodzinnych projektanci powinni tej właśnie kwestii poświęcić więcej uwagi. Powód tego jest prosty – hałas w tym miejscu jest częstym źródłem sporów w naszej codzienności.

Tabela 1. Wymagania L'_{nw} wg normy PN-B-02151-3:2015

Rodzaj budynku	Wartość wskaźnika L'_{nw}
Budynki wielorodzinne	55
Budynki w zabudowie bliźniaczej lub szeregowej	53
Hotele	55
Hotele turystyczne, pensjonaty, domy wypoczynkowe	55
Domy studenckie, internaty, hotele robotnicze, domy opieki społecznej	55
Żłobki, przedszkola	55
Szkoły podstawowe, ponadpodstawowe	55
Szkoły wyższe	58
Szpitale, zakłady opieki medycznej	58
Budynki biurowe	58
Budynki sądów i prokuratur	58

PRZEPISY DOTYCZĄCE WYMAGAŃ AKUSTYCZNYCH DLA DŹWIĘKÓW UDERZENIOWYCH

Wymagania dotyczące ochrony przed hałasem w budynkach zostały określone m.in. w ustawie Prawo budowlane (Dz.U. z 1994 r., nr 89, poz. 414 z dnia 7 lipca 1994 r.) jako jedno z siedmiu wymagań podstawowych przyjętych w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego (Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r.). 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; Dz.U. z 2019 r., poz. 1065; 2019-06-07) w dziale IX „Ochrona przed hałasem i drganiami w §323 i §326" określa m.in. zakres ochrony przed hałasem. W ww. rozporządzeniu przywołana jest norma (PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych), określająca m.in. dopuszczalny poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do pomieszczeń chronionych.

DŹWIĘKI UDERZENIOWE W KLATKACH SCHODOWYCH

Klatki schodowe – biegi i spoczniki – są elementami konstrukcji budynku, których projektowanie związane jest ze spełnieniem m.in. wymagań akustycznych. W Warunkach Technicznych w paragrafie §326 pkt. 2 znajduje się zapis, iż wymagania dla izolacyjności od dźwięków uderzeniowych dotyczą również podestów i biegów klatek schodowych. Obowiązująca norma (PN-B-02151-3:2015) w tabelach 4 i 6 podaje maksymalny dopuszczalny poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do pomieszczeń chronionych dla budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. W tabeli 1 podano maksymalne dopuszczalne wartości poziomu dźwięku uderzeniowego L'_{nw} przenikającego do pomieszczenia chronionego (m.in. mieszkania, pokoje, sale lekcyjne, sale szpitalne, pomieszczenia biurowe) z pomieszczenia komunikacji ogólnej (korytarze, hole i podesty). Uzyskanie ww. parametrów, jakkolwiek spełnienie wymagań w zakresie minimalnym stawianym w Warunkach Technicznych nie gwarantuje komfortu akustycznego dla użytkownika mieszkania, wymaga od projektanta zaprojektowania dylatacji między konstrukcją klatki schodowej a częścią chronioną budynku. Zakres oddylatowania zależy od tego, czy spoczniki w poziomie kondygnacji wzgl. spoczniki międzykondygnacyjne są zaprojektowane z tzw. pływającą podłogą, czy też bez. Jeżeli tak, to oddylatowania wymagają same biegi schodowe. W przeciwnym razie oddylatować należy również spoczniki. Badania laboratoryjne i terenowe wykazały, że brak dylatacji ww. elementów powoduje, iż poziom dźwięków uderzeniowych L'_{nw} rejestrowany w pomieszczeniu chronionym znacznie przekracza dopuszczone przepisami wartości i wynosi ok. 67–69 dB. Potwierdza to też informacja zamieszczona w niemieckiej normie DIN 4109-32:2016-07 w tabeli 6 – poz. 1, 2. Nieskutecznym jest też zaprojektowanie pomieszczeń chronionych w pewnej odległości od klatki schodowej (np. poprzez zaprojektowanie pomieszczeń technicznych pomiędzy klatką schodową a mieszkaniem), ponieważ redukcja rejestrowanego poziomu dźwięku z tytułu odsunięcia nie przekracza 10 dB (wg DIN 4109-2:2018-01; 4.3.2.1.2 – tab. 2), więc wymagania w zakresie ochrony akustycznej w dalszym ciągu z dużym prawdopodobieństwem, nie zostaną spełnione.

JAK ZAPOBIEC PRZENOSZENIU DŹWIĘKÓW UDERZENIOWYCH I SPEŁNIĆ PRZEPISY BUDOWLANE

Oddylatowanie konstrukcji biegów i spoczników od konstrukcji budynku powoduje konieczność zastosowania

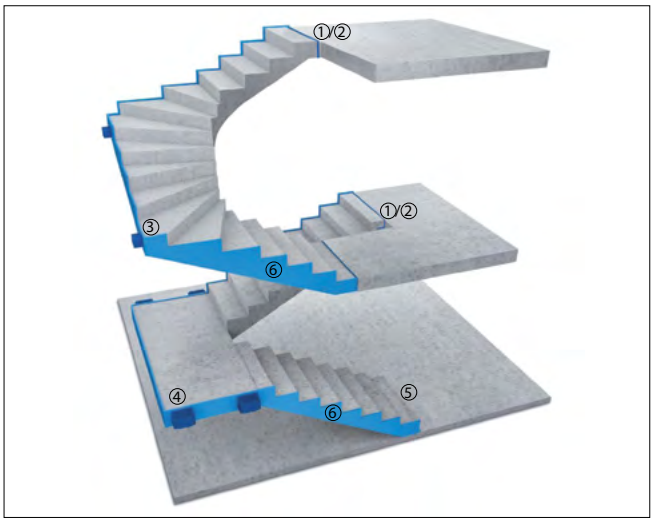
Tabela 2. Wymagania L_{nw} [dB] dla poszczególnych klas akustycznych budynku wg normy PN-B-02151-5:2017-10

Rodzaj przegrody	Wartość wskaźnika L_{nw} [dB] przy wymaganiach odpowiadających poszczególnym klasom akustycznym				
	Klasa AQ-0	Klasa AQ-1	Klasa AQ-2	Klasa AQ-3	Klasa AQ-4
Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do mieszkania z pomieszczeń komunikacji ogólnej (korytarzy, holi, klatek schodowych – podestów, spoczników, biegów schodowych)	wg PN-B-02151-3	≤ 51	≤ 47	≤ 43	≤ 39

rozwiązań materiałowych, które z jednej strony zapewnią ochronę akustyczną, natomiast z drugiej pozwolą na przeniesienie obciążeń z biegu schodowego na spocznik lub ze spocznika na ścianę klatki schodowej. Dobrze by było, aby taki materiał charakteryzował określony w warunkach laboratoryjnych ważony wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL_w, którego wartość powinna być na tyle wysoka, aby eliminując przenoszenie dźwięków zapewnić komfort akustyczny użytkownikom (np. mieszkania). Materiał o współczynniku ΔL_w powyżej 24 dB pozwala na spełnienie wymagań dla budynku o podwyższonej klasie akustycznej AQ-2, natomiast gdy ΔL_w jest wyższe od 28 dB, możemy spełnić wymagania dla budynku klasy AQ-3. Wymagania w PN-B-02151-5:2017-10 dla budynków o określonych klasach akustycznych podano w tabeli 2.

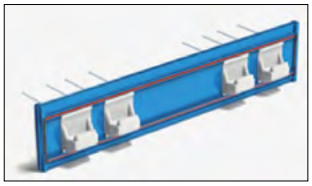
SCHÖCK TRONSOLE® – KOMPLETNY SYSTEM IZOLACJI AKUSTYCZNEJ W KLATKACH SCHODOWYCH

W celu zapewnienia ochrony akustycznej na najwyższym poziomie w pomieszczeniach chronionych budynku od dźwięków uderzeniowych powstających w klatkach schodowych, firma Schöck przygotowała kompletny system – tzw. Schöck Tronsole®. W skład systemu wchodzi 6 typów produktów, z których 5 są elementami przenoszącymi obciążenia i 1 typ – element nieprzenoszący obciążeń – zabezpieczający dylatację. W każdym z elementów nośnych (rys. 1, pkt. 1–5) zastosowano łożysko elastomerowe Elodur®, które zapewnia w produktach systemu Schöck Tronsole® najwyższe parametry akustyczne ΔL_w. Na rys. 1 pokazano schemat klatki schodowej z umiejscowieniem elementów systemu Schöck Tronsole®.

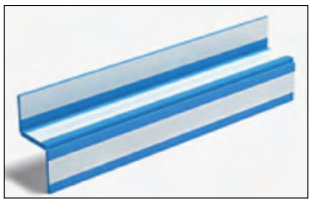


Rys. 1. Schemat klatki schodowej z elementami systemu Schöck Tronsole®

- Pkt. 1. Schöck Tronsole® Typ T jest profilem podłużnym z PVC, w którym są osadzone pręty zbrojeniowe oraz łożyska podporowe, stalowo-elastomerowe, złożone ze stalowych wsporników i podpór elastomerowych w obudowie z polistyrenu. Wartość współczynnika ΔL_w = 24–28 dB (w zależności od nośności elementu).

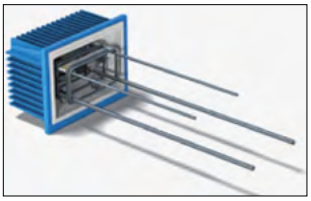


- Pkt. 2. Schöck Tronsole® Typ F jest profilem z miękkiej pianki polietylenowej, z podporą elastomerową. Wartość współczynnika ΔL_w = 27–28 dB (w zależności od nośności elementu).



- Pkt. 3. Schöck Tronsole® Typ Q jest złożony z tworzywowej skrzynki zewnętrznej i z tworzywowej skrzynki wewnętrznej, w której jest osadzony stalowy profil skrzynkowy w tworzywowej tulei osłonowej. W skrzynce wewnętrznej jest umieszczona podpora elastomerowa, a przestrzeń pomiędzy skrzynkami jest wypełniona pianką polietylenową. Z profilem skrzynkowym jest zespolone zbrojenie podwieszające. Opcjonalnie element Q jest stosowany razem z mankietem ogniochronnym. Wartość współczynnika ΔL_w = 29 dB.

- Pkt. 4. Schöck Tronsole® Typ Z jest złożony z tworzywowej skrzynki zewnętrznej i z tworzywowej skrzynki wewnętrznej, w której jest osadzony szkielet zbrojeniowy. W skrzynce wewnętrznej są umieszczone podpory elastomerowe, a przestrzeń pomiędzy skrzynkami jest wypełniona pianką polietylenową. Wartość współczynnika ΔL_w = 27 dB.



- Pkt. 5. Schöck Tronsole® Typ B jest profilem płaskim z miękkiej pianki polietylenowej z podporą elastomerową. Wartość współczynnika ΔL_w = 27–28 dB (w zależności od nośności elementu).

- Pkt. 6. Schöck Tronsole® Typ L jest płytą z miękkiej pianki poliuretanowej grubości 1,5 cm.

SCHÖCK Sp. z o.o. • ul. Jana Olbrachta 94 • 01-102 Warszawa • tel. 22 533 19 16 • biuro@schock.pl • www.schock.pl

Magda Szubert
Stowarzyszenie na Rzecz Lepszej Akustyki w Budynkach „Komfort Ciszy"

Akustyka w budynkach biurowych

Akustyki w projekcie budynku i aranżacji biurowej nie widać, jednak problemy stają się boleśnie odczuwalne dopiero wtedy, gdy budynek i poszczególne biura już funkcjonują. Zagadnienia ochrony przed hałasem w budynkach są opisane w szeregu obowiązujących w Polsce aktów prawnych i norm. Dokumenty te powiązane są z dwoma ustawami: Prawo budowlane (Dz.U. z 1994 r., nr 89, poz. 414, z późn. zm.; t.j. Dz.U. z 2013 r., poz. 1409; z 2014 r., poz. 40, 768, 822, 1133, 1200; z 2015 r., poz. 151, 200) oraz Kodeks pracy (tekst jednolity Dz.U. z 2014 r., poz. 1502).

Przy projektowaniu, wznoszeniu, modernizacji i przebudowie budynków i wnętrz biurowych mają zastosowanie przepisy i normy dotyczące ochrony przed hałasem zgodnie z [N1, N2].
Pierwsza z norm, dotycząca dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach, jest wciąż przywoływana w rozporządzeniu w swojej starszej wersji z 1987 r. (PN-B-02151-02:1987). Dotyczy ona hałasu pochodzącego od wyposażenia technicznego budynku (uwzględnionego w projekcie budowlanym, jak również nowych urządzeń) oraz tego z bezpośrednio sąsiadujących źródeł (np. zakładów usługowych).

Norma PN-B-02151-3:2015-10 [N3] przywołana w rozporządzeniu określa wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej ścian wewnętrznych i zewnętrznych (w tym okien), drzwi oraz stropów, jak również wymagania dotyczące dźwiękoizolacyjności elementów budowlanych.
Norma PN-B-02151-4:2015-06 [N4] przywołana w rozporządzeniu określa wymagania, jakie powinny spełnić pomieszczenia biurowe, by ograniczyć w nich hałas pogłosowy, w celu zapewnienia odpowiedniej zrozumiałości mowy lub warunków wynikających z przeznaczenia danego pomieszczenia.
Odnośnie Kodeksu pracy, w przypadku stanowisk pracy w biurach najczęściej zastosowanie znajduje norma PN-N-01307:1994 [N5]. Określa ona wymagania dla pomieszczeń biurowych ze względu na możliwość wykonywania pracy w skupieniu. W szeroko pojętych pomieszczeniach administracyjnych L_{Aeq} (równoważny poziom dźwięku) nie powinien przekraczać 55 dBA. W pomieszczeniach telefonicznej obsługi klienta równoważny poziom dźwięku nie powinien przekraczać 65 dBA. Norma dotyczy także bardziej hałaśliwych środowisk pracy (np. przemysłu) i tylko te części są przywołane w różnych rozporządzeniach. Praktyka pokazuje także, że biura z równoważnymi poziomami 55 dBA w przypadku zadań mieszanych, jak i 65 dB w przypadku obsługi telefonicznej, są w większości przypadków uznawane przez pracowników za zbyt głośne.

Normy [N2, N3] funkcjonują w rozporządzeniu od dłuższego czasu i zdążyły zakorzenić się w świadomości projektantów, generalnych wykonawców, inwestorów i innych uczestników procesu budowlanego. Nieco inaczej jest z normą [N4], która została przywołana w nowelizacji rozporządzenia 17 listopada 2017 r. Norma dotycząca akustyki wnętrz tj. ograniczania hałasu pogłosowego wciąż jest słabo znana, a jeszcze rzadziej jest poprawnie stosowana w projektach biur. Tymczasem, wobec powszechności biur na planie otwartym, to hałas generowany przez pracowników przebywających w tym samym pomieszczeniu przeszkadza użytkownikom biur najbardziej, a z poziomów dźwięku w biurze niezadowolonych jest średnio 50% pracowników [3]. Zastosowanie wymagań normy [N4] w projekcie biura może ten problem

Zobacz na: izbudujemy.pl amortyzatory

CHŁONNOŚĆ AKUSTYCZNA *A* [m²] [1]

Chłonność akustyczna pomieszczenia *A* (inaczej równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej pomieszczenia) to hipotetyczne pole powierzchni w m², całkowicie pochłaniającej dźwięk (bez efektów dyfrakcyjnych), przy którym czas pogłosu byłby taki sam, jak w rozważanym pomieszczeniu, jeżeli powierzchnia ta byłaby jedynym elementem pochłaniającym w tym pomieszczeniu.

Chłonność akustyczna pomieszczenia jest sumą chłonności akustycznej powierzchni ograniczających to pomieszczenie, chłonności akustycznej powietrza w nim zawartego oraz obiektów się w nim znajdujących. Obliczenie chłonności akustycznej danej powierzchni odbywa się poprzez pomnożenie jej powierzchni przez właściwy dla jej wykończenia współczynnik pochłaniania dźwięku α_p (właściwości dźwiękochłonne materiałów). Wartości chłonności akustycznej dla różnych pasm częstotliwości (ale dla tego samego pomieszczenia czy materiału) mogą znacznie się różnić.

CZAS POGŁOSU *T* [s] [1]

Czas pogłosu jest wielkością określającą pogłosowość pomieszczenia – w uproszczeniu jest to czas potrzebny na zmniejszenie, po wyłączeniu źródła dźwięku, poziomu ciśnienia akustycznego we wnętrzu o 60 dB. Pomiar zaczyna się od momentu, w którym poziom dźwięku opadł już o 5 dB i mierzy się spadek o kolejne 60 dB. W praktyce jednak częściej się mierzy tylko kolejne 20 lub 30 dB. Otrzymaną wartość w sekundach mnoży się odpowiednio przez 3 lub 2 (ekstrapolacja do 60 dB). W ten sposób otrzymujemy wartości T20 lub T30. Ze względu na nieliniowy przebieg zaniku dźwięku, wartości T, T20 i T30 mogą się nieco różnić.

Czas pogłosu zależy od wielu czynników:

- kubatury – im większa, tym jest dłuższy
- chłonności akustycznej – im większa, tym jest krótszy
- sposobu rozmieszczenia materiałów dźwiękochłonnych w pomieszczeniu – im bardziej równomierne, tym krótszy czas pogłosu
- ilości materiałów i obiektów rozpraszających dźwięk (np. mebli) – im jest ich więcej, tym krótszy czas pogłosu.
- geometrii pomieszczenia.

znacząco ograniczyć. Dodatkowo, spełnienie (lub niespełnienie) wymagań normy [N4] może wpływać na spełnienie np. wymagań normy [N2] lub wymagań związanych z dźwiękowymi systemami ostrzegawczymi.

Norma [N4] dotyczy budynków wznoszonych i pomieszczeń modernizowanych. Określa różne wymagania w zależności od typu i funkcji pomieszczenia. Norma ta wskazuje minimalne wartości chłonności akustycznej pomieszczenia dla biur *open space* i *call center* oraz maksymalne czasy pogłosu dla m.in. sal spotkań. Dlaczego takie rozróżnienie, skoro między innymi od chłonności akustycznej wnętrza zależą wartości czasu pogłosu? Pomierzone czasy pogłosu w biurze *open space*, ze względu na ich kubaturę i zróżnicowaną aranżację, mogą być różne w zależności od wybranego punktu pomiarowego.

Chłonność akustyczna jest obiektywną właściwością pomieszczenia, łatwą do weryfikacji na każdym etapie procesu budowlanego i podczas użytkowania biura. Czasy pogłosu sprawdzają się w przypadku pomieszczeń, gdzie aranżacja nie jest tak zróżnicowana. Wskazane maksymalne wartości są uzależnione od kubatury pomieszczenia (jak w przypadku sal spotkań), wysokości (jak w przypadku atriów i holi wejściowych) lub bez dodatkowych uwarunkowań (gabinety).

BIURA WIELKOPRZESTRZENNE (*OPEN SPACE*) – WYMAGANIA, ROZWIĄZANIA I WERYFIKACJA

Dla biur typu *open space*, sal operacyjnych banków i urzędów, biur obsługi klienta oraz centrów obsługi telefonicznej, norma określa minimalną całkowitą chłonność akustyczną *A* pomieszczenia. Wynika to z silnej zależności między tym, jak wnętrze jest wykończone i wyposażone a tym, czy pomieszczenie wzmacnia dźwięki w nim generowane, czy je tłumi.

Minimalna całkowita chłonność akustyczna *A* pomieszczenia jest przez normę sformułowana jako krotność powierzchni rzutu tego pomieszczenia.

Aby obliczyć wymaganą chłonność akustyczną *A* pomieszczenia, mnoży się jego powierzchnię rzutu w m² przez 1,1 lub 1,3 w zależności od tego czy jest to pierwsza grupa pomieszczeń, czy telefoniczne centrum obsługi klienta. Wymagana całkowita chłonność akustyczna pomieszczenia jest wyrażona w m².

SPEŁNIENIE WYMAGAŃ NORMY [N4] DLA BIUR *OPEN SPACE* I *CALL CENTER*

Warunki techniczne mówią o konieczności ochrony przed hałasem pogłosowym, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie (art. 323, pkt 2) – stąd też przywołanie w rozporządzeniu wymagań normy [N4]. Przegrodą ograniczającą jest oczywiście również sufit właściwy. Umieszczenie tam materiału silnie dźwiękochłonnego ($\alpha_w \geq 0{,}9$) w zasadzie likwiduje problem (hałas pogłosowy pochodzący z odbić od powierzchni sufitu) u jego źródła, bo oznacza to, że min. 90% energii fal dźwiękowych zostanie pochłonięta, a tylko 10% odbita. W sytuacji, gdy pozostawia się odkryty sufit żelbetowy, około 98% fal dźwiękowych ulega odbiciu i wraca do pomieszczenia.

Zastosowanie sufitu silnie dźwiękochłonnego, w połączeniu z odpowiednimi meblami, uważa się za najskuteczniejszy sposób na zapewnienie optymalnej chłonności akustycznej i ograniczenie hałasu pogłosowego. Na podłodze należy zastosować wykładzinę dywanową, jednak ta, ze względu na swoją funkcję, ma ograniczone właściwości pochłaniania – może pochłonąć średnio 15% fal dźwiękowych, które do niej docierają. Stosowanie wykładzin z różnego rodzaju podkładami w niewielkim stopniu wpływa na chłonność całego pomieszczenia.

Stanowiska pracy, nawet wyposażone w tapicerowane ekrany nabiurkowe, strefy spotkań z fotelami, wolnowiszące przepierzenia z filcu, nie zapewniają sumarycznie odpowiedniej chłonności akustycznej, by spełnić wymagania normy [N4] i nie chronią skutecznie przed hałasem pogłosowym.

Jeśli chcemy obliczyć chłonność akustyczną *A* pomieszczenia projektowanego lub użytkowanego, należy znać współczynniki pochłaniania dźwięku (α) w funkcji częstotliwości dla ustrojów, wyrobów, elementów budowlanych i wykończeniowych oraz wyposażenia zastosowanego w tym pomieszczeniu. Współczynnik pochłaniania dźwięku każdego z nich mnoży się przez jego powierzchnię

Tabela 1. Wymagania normy [4] dla biur wielkoprzestrzennych i centrów obsługi klienta

Pomieszczenie	Chłonność akustyczna *A* pomieszczenia [m²]
Biura wielkoprzestrzenne, pomieszczenia biurowe typu *open space*, sale operacyjne banków i urzędów, biura obsługi klienta oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu	≥ 1,1 × *S*
Centra obsługi telefonicznej	≥ 1,3 × *S*

Chłonność akustyczna dotyczy pomieszczeń wraz z ich umeblowaniem, bez obecności ludzi. Dotyczy pasm oktawowych o środkowej częstotliwości *f*, wynoszącej 500, 1000 i 2000 Hz.

Zobacz na: izbudujemy.pl amortyzatory

Tabela 2. Chłonność akustyczna pomieszczenia biura typu *open space* o powierzchni 218 m² i kubaturze 610,4 m³ z 51 stanowiskami pracy

Zastosowany materiał/wyrób	Pole powierzchni [m²] lub sztuki	$\alpha \cdot S$ (praktyczne współczynniki pochłaniania dźwięku · powierzchnia [m²] lub pole powierzchni dźwiękochłonnej · ilość w sztukach)		
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Wykładzina dywanowa	218	10,9	34,88	50,14
Ściany, tynk	19,6	0,59	0,59	0,78
Ściany GK 2x12,5 mm	40,32	4,03	2,42	1,61
Sufit (żelbet)	218	6,54	6,54	8,72
Szafki z forniru, zamykane	42	3,36	3,78	2,94
Panele ścienne z PU, gr. 50 mm	8,64	6,91	8,21	8,64
Ekrany nabiurkowe wypełnione PU, gr. 40 mm [szt.]	24	16,8	16,8	19,2
Ażurowe przegrody wolnowiszące z filcu [szt.]	14	1,4	5,6	7
Sufit podwieszany z wełny szklanej, α_w = 0,95, c.w.k. 200 mm	170	153	161,5	170
Okna	90,61	16,31	10,87	6,34
Stanowiska pracy (biurko, fotel, kontener) [szt.]	51	22,95	22,95	30,6
Chłonność *A* pomieszczenia wg projektu		242,79	274,14	305,97
Chłonność *A* pomieszczenia wg wymagań normy PN-B-02151-4		239,8	239,8	239,8

w pomieszczeniu. Następnie dodaje się do siebie.

A (pomieszczenia) = *A* (podłogi) + *A* (sufitu) + *A* (ścian) + *A* (umeblowania)

gdzie:
A – chłonność akustyczna pomieszczenia wyrażona jest w m².

Otrzymaną wartość porównuje się z tą określoną przez normę. Dla tego samego pomieszczenia chłonność akustyczna w różnych pasmach częstotliwości może się znacznie różnić. Należy zwrócić uwagę, czy wymagania normy zostały spełnione dla wszystkich wymienionych tam pasm oktawowych o środkowej częstotliwości 500, 1000 i 2000 Hz.

Z tabeli 2 widać, że pomieszczenie biura typu *open space*, gęsto umeblowane, z grubymi tapicerowanymi ekranami nabiurkowymi, ażurowymi przegrodami z filcu i panelami ściennymi z pianki poliuretanowej zamontowanymi na dostępnych ścianach, charakteryzuje się odpowiednią chłonnością akustyczną przy zastosowaniu sufitu podwieszanego silnie dźwiękochłonnego (α_w = 0,95) na większej części stropu.

Często zamiast sufitu podwieszanego stosuje się sufity wolnowiszące. Przy wyborze sufitów należy zwrócić uwagę, ile wynosi ich równoważna chłonność akustyczna na panel *Aeq* w zależności od odległości od stropu. Należy

Fot 1. Przy zastosowaniu dźwiękochłonnych paneli wolnowiszących należy zazwyczaj skompensować uzyskaną niższą chłonność akustyczną pomieszczenia w mniejszych częstotliwościach poprzez zastosowanie dodatkowego materiału silnie dźwiękochłonnego, np. na ścianach (na zdjęciu panele dźwiękochłonne o α_w = 1,0) [2]

Zobacz na: izbudujemy.pl amortyzatory

również pamiętać o ich gorszych właściwościach w zakresie pochłaniania mniejszych częstotliwości, wynikających z braku zamkniętej pustki między stropem a sufitem, tak jak to jest w przypadku pełnego sufitu podwieszanego. W omawianym przypadku z tabeli nr 2, biura *open space* o powierzchni 218 m^2 i kubaturze 610,4 m^3 należałoby zastosować np. 36 sztuk paneli wolnowiszących o wymiarach 2400x1200 mm i odległości od stropu 400 mm, wykonanych z wełny szklanej. Brakującą chłonność w mniejszych częstotliwościach należałoby uzupełnić poprzez dodanie np. większej liczby paneli ściennych lub zastępując obecnie przyjęte w projekcie panelami o lepszych parametrach pochłaniania dźwięku. Podobnie jest w przypadku baffli – przestrzennych pochłaniaczy dźwięku.

W przypadku centrów telefonicznych wymagania są większe, stąd sufit akustyczny powinien mieć wyższy wskaźnik pochłaniania dźwięku (α_w > 0,95), często istnieje też potrzeba pokrycia ścian okładzinami dźwiękochłonnymi (α_w > 0,95). W obydwu przypadkach bierzemy pod uwagę pomieszczenie, w którym zastosowano na podłodze wykładzinę dywanową. Jeśli jest to gres, podłoga z żywicy lub innego typu twarde wykończenie, wymagania wobec dźwiękochłonności sufitu lub innych elementów wnętrza będą rosły. Dodatkowe materiały dźwiękochłonne są potrzebne także wtedy, gdy niedaleko tradycyjnych stanowisk pracy mają być zlokalizowane strefy spotkań lub inne źródła zakłóceń akustycznych.

WERYFIKACJA SPEŁNIENIA WYMAGAŃ NORMY DLA BIUR *OPEN SPACE* I *CALL CENTER*

Weryfikację chłonności akustycznej wnętrza najlepiej wykonać na etapie projektowania wnętrza, tak by móc dokonać korekty zastosowanych rozwiązań. Samą metodę przedstawiono powyżej. Można się posłużyć jednym z dostępnych na rynku kalkulatorów chłonności akustycznej, przygotowanych przez producentów wyrobów dźwiękochłonnych. Weryfikacja spełnienia wymagań normy może być zrobiona także na każdym innym etapie, np. w trakcie użytkowania biura. Jest to obecnie najczęstszy sposób audytu akustyki funkcjonującego biura *open space*.

PUŁAPKI CZYHAJĄCE NA ETAPIE PROJEKTOWANIA, A POTEM WERYFIKACJI WYMAGAŃ NORMY [4]

1. Brak potwierdzonych własności pochłaniania dźwięku dla wyrobów zastosowanych w projekcie. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie wskazuje, by adaptacje akustyczne wykonywać z materiałów o potwierdzonych własnościach pochłaniania dźwięku wyznaczonych zgodnie z Polską normą, określającą metodę pomiaru pochłaniania dźwięku przez elementy budowlane (art. 325, pkt 5). Problem z uzyskaniem raportów z badań może dotyczyć wyrobów i ustrojów dźwiękochłonnych wykonywanych na indywidualne zamówienie np. okładzin ściennych lub paneli sufitowych wolnowiszących. Wyroby dźwiękochłonne powinny mieć badania przeprowadzone przez akredytowane laboratoria zgodnie z normą [N6] dla takiego układu, jak ten przewidziany w projekcie (np. dla danej odległości do stropu w przypadku paneli sufitowych wolnowiszących).

2. Obliczanie chłonności akustycznej dla stanowisk pracy w *open space*, bez uwzględnienia ciągów komunikacyjnych i otwartych na *open space* miejsc spotkań *ad hoc*. Strefy te przenikają się nawzajem również pod względem akustycznym.

3. Zbyt mała wysokość kondygnacji lub szeroka opaska kartonowo-gipsowa po obwodzie budynku. Obydwie te kwestie pojawiają się oczywiście na etapie konstrukcyjnym budynku oraz tworzenia koncepcji jego wyglądu z zewnętrz. Zbyt mała wysokość kondygnacji uniemożliwia zastosowanie dźwiękochłonnych sufitów podwieszanych, które często są materiałem bardziej ekonomicznym i mają lepsze parametry pochłaniania w mniejszych częstotliwościach. Z kolei szeroka, często wynosząca ponad 1 m opaska z k-g wzdłuż fasady szklanej, wymaga szczególnej uwagi przy projektowaniu, tak by móc spełnić wymagania normy [N4]. Dotyczy to zwłaszcza tych części biur *open space*, które są położone w narożnych częściach budynku.

4. Wprowadzanie zbyć małej ilości materiałów dźwiękochłonnych na suficie. Kwestia ta dotyczy zwłaszcza przypadków, gdzie w projekcie zastosowano sufity wolnowiszące.

WYMAGANIA NORMY – SALE KONFERENCYJNE

W przypadku sal konferencyjnych, sal spotkań i innych pomieszczeń „do prezentacji słownych" norma określa maksymalny czas pogłosu. Należy zwrócić uwagę na kubaturę projektowanego pomieszczenia. Najczęściej sale spotkań w biurach mają kubaturę od 36 m^3 do 65 m^3. Praktyka pokazuje, że w takich przypadkach projektowane czasy pogłosu powinny być proporcjonalnie krótsze, żeby pomieszczenie było odbierane przez użytkowników jako komfortowe. Norma wskazuje także minimalny wskaźnik transmisji mowy. W pomieszczeniach biurowych, przy zapewnieniu odpowiednio krótkiego czasu pogłosu, wskaźniki *STI* osiągają wymagane przez normę [N4] wartości

WSKAŹNIK TRANSMISJI MOWY *STI* [1]

Wskaźnik transmisji mowy (ang. *Speech Transmission Index*) jest to parametr określający w sposób obiektywny zrozumiałość mowy. Przybiera wartości w zakresie od zera do jedności, gdzie wyższa wartość oznacza lepszą zrozumiałość mowy. Technicznie pomiar polega na emisji w pomieszczeniu szumu o paśmie zbliżonym do pasma mowy ludzkiej modulowanego częstotliwościami zbliżonymi do tych, które występują w naturalnej mowie. Poziom dźwięku sygnału odpowiada poziomowi dźwięku normalnego głosu. Następnie bada się zmiany głębokości modulacji (czyli zniekształcenie) sygnału w różnych miejscach pomieszczenia.
Wartość *STI* w pomieszczeniu zależy od poziomu tła akustycznego (poziom dźwięku wytwarzanego np. przez instalację wentylacyjną czy dobiegającego z zewnątrz) oraz od czasu pogłosu. Im niższy poziom tła akustycznego i im krótszy czas pogłosu tym większe wartości przyjmuje *STI*.

Tabela 3. Wymagania normy [N4] dla sal spotkań

Pomieszczenie		Wymaganie	
Rodzaj pomieszczenia	Kubatura [m^3]	Czas pogłosu *T* [s]	Wskaźnik transmisji mowy *STI*
Sale rozpraw sądowych, sale konferencyjne, audytoria i inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu	≤ 500	≤ 0,8	≥ 0,60
	> 500 do ≤ 2 000	≤ 1,0	
	> 2 000	Określić indywidualnie	Określić indywidualnie

Czas pogłosu dotyczy pomieszczeń wraz z ich umeblowaniem, bez obecności ludzi. Dotyczy pasm oktawowych o środkowej częstotliwości *f*, wynoszącej 250, 500, 1000, 2000, 4000 i 8000 Hz.

Fot 2. Sala spotkań o kubaturze 46 m³ [2]

(pod warunkiem spełnienia jednocześnie wymagań normy [N2]).

SPEŁNIENIE WYMAGAŃ NORMY DLA SAL SPOTKAŃ

W sali spotkań (fot. 2) o kubaturze 46 m³ na 85% powierzchni sufitu zastosowano system dźwiękochłonnych sufitów podwieszonych z wełny szklanej o $\alpha_w \geq 0{,}9$. W celu ograniczenia poziomych odbić dźwięku, na dłuższej ścianie umieszczono panele dźwiękochłonne o α_w wynoszącym 1,0. Powierzchnia paneli ściennych 3,24 m². W ten sposób udało się uzyskać czasy pogłosu w pasmach oktawowych 250–8000 Hz nie przekraczające 0,45 s, a więc odpowiednie dla pomieszczenia o tej funkcji i kubaturze.

WYMAGANIA DLA POKOJÓW BIUROWYCH I INNYCH POMIESZCZEŃ

Wymagania względem innych pomieszczeń biurowych wymienionych w normie – gabinetów i holi wejściowych – są oparte także o maksymalne czasy pogłosu. W przypadku pokojów biurowych typowo umeblowanych, aby osiągnąć wymagane czasy pogłosu wystarczy zastosować sufity dźwiękochłonne o $\alpha_w \geq 0{,}9$. W przypadku holi istotne jest wykończenie ścian. Ilość i parametry materiału dźwiękochłonnego, który należy tam zastosować zależy od wysokości pomieszczenia.

AKUSTYKA W PROJEKCIE BIURA

Spełnienie wymagań normy [N4] to podstawa konieczna do tego, by zapewnić w pełni funkcjonalną, nowoczesną powierzchnię biurową. To naturalne następstwo rosnących oczekiwań wobec przestrzeni biurowej i komfortu, jaki powinna użytkownikom zapewniać. Stworzenie faktycznie działającego biura, takiego, które sprzyja efektywności i dobremu samopoczuciu pracownika, wymaga kompleksowej wiedzy i rzetelnego podejścia do technicznych aspektów biura.

Tabela 4. Wymagania normy [N4] dla sal spotkań

Pomieszczenie	Wysokość [m]	Czas pogłosu *T* [s]
Pokoje biurowe i inne pomieszczenia o zbliżonym przeznaczeniu	–	≤ 0,6
Atria, hole, foyer i inne pomieszczenia o zbliżonej funkcji w budynkach użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego; wielokondygnacyjne strefy komunikacji ogólnej w centrach handlowych	≤ 4,0	≤ 1,2
	4,0 ~ 16,0	≤ 1,5
	> 16,0	≤ 1,8

Czas pogłosu dotyczy pomieszczeń wraz z ich umeblowaniem, bez obecności ludzi. Dotyczy pasm oktawowych o środkowej częstotliwości *f*, wynoszącej 250, 500, 1000, 2000, 4000 i 8000 Hz.

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

N2. PN-B-02151-2:2018-01 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach.

N3. PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.

N4. PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.

N5. PN-N-01307:1994 Hałas – Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy – Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.

N6. PN-EN ISO 354 Akustyka – Pomiar pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej.

LITERATURA

1. www.komfortciszy.pl
2. ecophon.com
3. *The next 250 K*, www.leesman.com

Zobacz na: izbudujemy.pl amortyzatory

Stropy belkowo-pustakowe
w budownictwie kubaturowym

Współczesne budownictwo bazuje w dużej mierze na sprawdzonych i wciąż udoskonalanych prefabrykatach. Sprawdźmy, czy znane od lat stropy gęstożebrowe sprężone mają szansę je spełnić i stanowić ciekawą alternatywę na rynku materiałów budowlanych.

Największy w Polsce producent stropów gęstożebrowych sprężonych RECTOR opracowuje rocznie tysiące projektów stropów, począwszy od niewielkich budynków mieszkalnych, poprzez budynki użyteczności publicznej, aż po rozbudowy i nadbudowy budynków istniejących. Szeroki wachlarz rozwiązań produktowych wzbogaconych o sprężone podciągi i nadproża sprawia, że są to stropy „szyte na miarę".
Bogata gama sprężonych belek RS pozwala na projektowanie większych obciążeń i stosowanie stropów o rozpiętości dochodzącej do 10 m. Obecnie ponad połowa montowanych stropów RECTOR osiąga rozpiętości przekraczające 6 m. Analizując dane z ostatnich lat można zauważyć, że projektanci coraz częściej sięgają po rozwiązania stropowe zapewniające większe rozpiętości, dzięki którym można zmniejszyć lub wyeliminować liczbę ścian konstrukcyjnych wewnątrz budynku.
Systemy stropowe sprężone gęstożebrowe mogą posiadać różne wypełnienia międzybelkowe. W zależności od sposobu docelowego wykończenia wnętrza można stosować tradycyjne pustaki betonowe idealne pod tynki lub lekkie panele RECTOLIGHT, występujące najczęściej z sufitami podwieszanymi (możliwość ukrycia np. instalacji wentylacji mechanicznej w grubości stropu).
Zaletą systemów RECTOR jest przede wszystkim prosty i szybki montaż. Wykonawcy cenią niewielką wagę prefabrykatów, która pozwala na ich ręczny montaż. Brak żeber rozdzielczych nawet w stropach o rozpiętości powyżej 9 m skraca czas montażu. Dzięki dużej sztywności belek RS ograniczono liczbę potrzebnych podpór montażowych (1 lub 2).
W uzasadnionych przypadkach dzięki zastosowaniu specjalnych belek można bez użycia podpór zamontować strop o rozpiętości nawet 5,0–5,5 m. Belki można montować nawet pod kątem 45°, co umożliwia stosowanie stropów RECTOR jako stropodachy.

Rozwiązania stropowe RECTOR stosowane są tam, gdzie dużą uwagę zwraca się na wysoką jakość budownictwa i nie dopuszcza się do powstawania rys i spękań stropu w trakcie całego cyklu życia budynku. Stosowanie belek sprężonych przy założeniu ugięcia jedynie L/500, montaż stropu z ujemną strzałką ugięcia oraz stosowanie stalowej siatki w nadbetonie, zapewnia dużą sztywność całego układu. Strefy o większym obciążeniu (słupy, ściany działowe) są odpowiednio wzmacniane poprzez stosowanie większej liczby wytrzymałych belek.
Grubość stropów RECTOR wynosi od 16 do 30/34 cm. Dzięki pustakom/panelom o zróżnicowanej wysokości można stosować strefy obniżane oraz łączniki termoizolacyjne balkonowe, które ograniczają straty ciepła. Dodatkowo balkonu nie trzeba docieplać co pozytywnie wpływa na jego wygląd i grubość.
Zarówno system RECTOBETON (do REI 240) jak i RECTOLIGHT (do REI 60) zostały przebadane przez ITB i z powodzeniem stosowane są w obiektach o wysokich wymaganiach przeciwpożarowych. W przypadku stropu RECTOBETON istnieje możliwość uzyskania parametrów nawet REI 120 w wersji beztynkowej.

W przypadku wymiany stropów w budynku istniejącym, zaletą rozwiązań RECTOR jest prosty i szybki montaż. Wystarczy wykonać gniazda pod belki, a wieniec opierany jest na pierwszym rzędzie pustaków obniżonych, pełniących funkcję szalunku traconego. Ograniczenie dodatkowych prac związanych z szalowaniem i stemplowaniem stropu znacząco skraca czas budowy.

RECTOR Polska Sp. z o.o. • ul. Śląska 64E • 32-500 Chrzanów • tel. 32 626 02 60 • faks 32 626 02 61 • info@rector.pl • www.rector.pl

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

Przejście z 2D do BIM w projektowaniu konstrukcji

Dynamiczny rozwój rynku budowlanego na świecie w ciągu ostatnich lat jest przyczyną całkowitej przemiany przebiegu procesu inwestycyjno-budowlanego z modelu DBB (ang. *Design-Bid-Build*) do IPD (ang. *Integrated Project Delivery*). Przyczynami tej transformacji są gwałtowny wzrost poziomu urbanizacji i gęstości zaludnienia, jak również rozwój technologii wykorzystywanej w budownictwie, a tym samym większa złożoność konstrukcji oraz silniejsza presja redukcji czasu i kosztów [1].

TRANSFORMACJA RYNKU BUDOWLANEGO

W modelu tradycyjnym DBB można wyróżnić trzy etapy:

- zaprojektowanie obiektu budowlanego
- wybór wykonawcy
- realizacja projektu.

Dotychczasowy model charakteryzuje się występowaniem trudności w wymianie informacji pomiędzy uczestnikami procesu budowlanego oraz inwestorem, a także związanymi z tym kosztami i opóźnieniami. Model IPD zakłada stałą współpracę wszystkich uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego (inwestora, projektantów, wykonawców i innych) w sposób ukierunkowany na osiągnięcie konkretnych celów, uwzględniając cały cykl życia obiektu [2]. Dzięki temu projekty zyskują przejrzystość, wysoką jakość oraz zapewniają zgodność kosztów i terminów. Jednakże osiągnięcie wysoce satysfakcjonujących rezultatów równoważne jest z koniecznością zastosowania nowych, zaawansowanych narzędzi i rozwiązań, co wiąże się przede wszystkim z przejściem z pracy w środowisku 2D do pracy w technologii BIM (*Building Information Modeling*) [3].

Zmiany w branży budowlanej zaobserwowano wiele lat temu w kilku krajach, gdzie stosowanie technologii BIM stało się kryterium wymaganym przez rząd przy realizacji projektów z sektora publicznego. W 2007 roku w Stanach Zjednoczonych zostały opracowane przez GSA (*General Service Administration*) wymagania i standardy dotyczące BIM, rozpoznawalne na całym świecie. Wówczas rozwiązania zgodne z BIM stały się standardem przy realizacji dużych projektów. Kolejnymi krajami, gdzie nastąpiło przejście do projektowania 3D, a BIM stał się obowiązującym standardem w projektach rządowych, były kraje skandynawskie, Wielka Brytania oraz Korea Południowa [4].

W 2016 roku Parlament UE postanowił zmodernizować europejskie przepisy dotyczące zamówień publicznych. Od tego czasu każde z 28 europejskich państw członkowskich

Tabela 1. Dlaczego warto stosować BIM?

Przejrzystość	Współpraca	Podjęcie decyzji	Koszt życia budynku
Postęp w planowaniu i realizowaniu robót, a także koszty, terminy, zmiany projektu i analizy czynników ryzyka mogą być realistycznie przedstawione. Klient lepiej rozumie projekt i może zobaczyć, jakie zmiany przynoszą pożądane efekty.	Wszyscy członkowie zaangażowani w proces inwestycyjno-budowlany mogą uzyskać dostęp do aktualnego stanu informacji za pomocą centralnego modelu obiektu, umożliwiając im planowanie i komunikację w czasie rzeczywistym.	Symulacje przeprowadzone w oprogramowaniu BIM (np. strukturalne, fizyki budowli i inne), uwzględniające cały cykl życia budynku, pozwalają na podjęcie świadomych decyzji na wczesnym etapie projektowania.	Cała dokumentacja projektu budowlanego w centralnym modelu budynku jest punktem wyjścia dla zarządzania obiektem w przyszłości. Model BIM znacznie pomaga optymalizować koszty życia budynku już na etapie projektowania.

Zobacz na: izbudujemy.pl programy do konstrukcji programy BIM

może wymagać stosowania BIM w zamówieniach publicznych na inwestycyjne budowlane. W Niemczech od 2017 roku BIM jest koniecznym kryterium dla projektów budowlanych, których budżet przekracza 5 mln euro, od 2020 roku BIM będzie obowiązkowy dla wszystkich projektów infrastrukturalnych. W Hiszpanii rząd wprowadził obowiązek wdrożenia BIM w budownictwie publicznym w roku 2018 oraz w sektorze infrastruktury w roku 2019. Australia jest o krok od uzyskania krajowego mandatu BIM dla projektów infrastrukturalnych, Japonia dąży do wprowadzenia BIM jako standardu przed rokiem 2020 [5, 6].

Przejście na metodę pracy BIM staje się kluczowym działaniem dla utrzymania konkurencyjności, nie tylko przez duże firmy budowlane, ale również przez średnie i małe. Zmiana sposobu pracy z 2D do BIM gwarantuje wzrost wartości usług oferowanych dla inwestorów, klientów i zarządców obiektów, dzięki kompleksowemu podejściu do tematu projektowania, realizacji oraz eksploatacji obiektów.

PROJEKTOWANIE 2D A PROJEKTOWANIE Z WYKORZYSTANIEM BIM

Metoda pracy w BIM

Metoda pracy w BIM opiera się na zapisywaniu informacji w centralnym modelu projektu, gdzie wszystkie istotne informacje są łączone, aktualizowane, a następnie analizowane przez wszystkich uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego. Niespójności i błędy wykrywane są natychmiast oraz można wyeliminować je na wczesnym etapie planowania, co przekłada się na oszczędności czasowe i kosztowe.

Centralny model projektu – model BIM

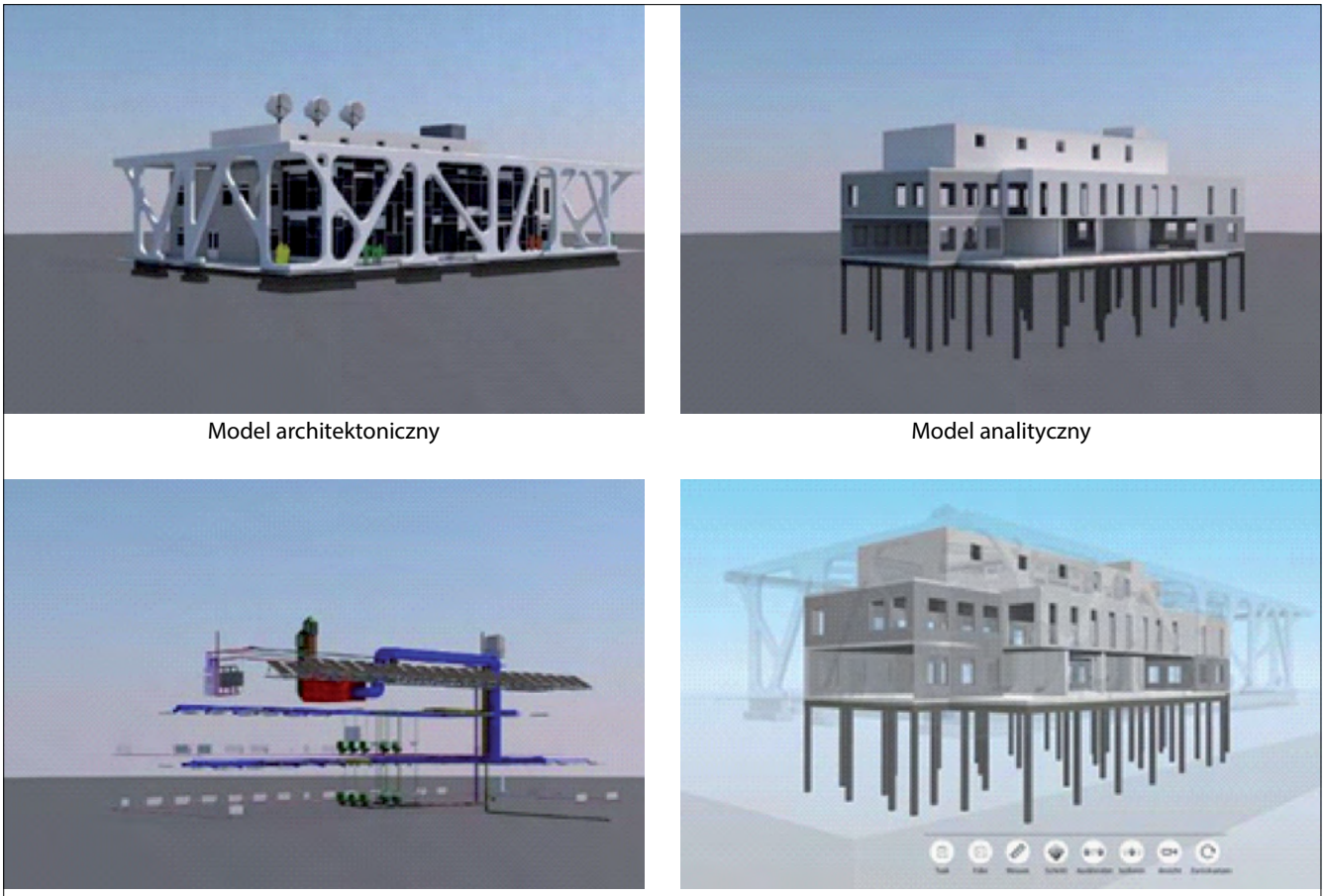
Centralny model projektu składa się z wielu połączonych modeli opracowanych przez specjalistów z różnych branż. Zawiera zatem wszystkie informacje na temat wymiarów i położenia elementów, a także ich charakterystycznych atrybutów, takich jak właściwości fizyczne, koszty, materiały, rodzaje robót, klasy ochrony przeciwpożarowej i wiele innych. W projektowaniu BIM, dzięki przypisanym właściwościom i informacjom, obiekty 3D stają się komponentami. Na podstawie centralnego modelu, składającego się z komponentów, można przeprowadzić pożądane analizy oraz w bardzo prosty sposób opracować dokumentację i automatycznie generować zestawienia ilościowe, certyfikaty i inne dokumenty. W przypadku projektowania 2D te same informacje muszą być wprowadzane kilkukrotnie, co skutkuje niepotrzebną stratą czasu (przekłada się to również na wzrost kosztów) [6].

POWIĄZANIE INFORMACJI W MODELACH BIM

Pierwszym krokiem w przejściu z projektowania 2D na 3D jest przeprowadzenie dokładnego rozeznania w dostępnym oprogramowaniu klasy BIM. Programy oferują szereg funkcji, jednak nie każda z nich będzie odpowiadać potrzebom czy preferencjom konkretnego użytkownika i firmy [7].

Interdyscyplinarna współpraca

Podczas pracy zespołowej kwestią kluczową jest sprawna wymiana



Rys. 1. Rodzaje modeli w centralnym modelu budynku BIM [7]

Rys. 2. Przykład współpracy przez platformę Online [8]

danych. Oprogramowanie zgodne z BIM obsługuje najczęściej spotykane formaty CAD (*Computer Aided Design*) oraz inne. Natomiast korzystając z interfejsu IFC (*Industry Foundation Classes*) lub BFC (*BIM Collaboration Format*) wymiana informacji z partnerami, którzy nie pracują w BIM jest bezstratna. Istnieje wiele platform usprawniających współpracę specjalistów w projektach BIM.

Architektura

Narzędzia BIM przeznaczone dla architektów pozwalają na nieograniczoną kreatywność w modelowaniu przestrzennych obiektów, zautomatyzowane tworzenie profesjonalnej dokumentacji oraz efektywną współpracę z innymi specjalistami.

Ilości materiałów mogą zostać automatycznie i bezbłędnie obliczone oraz zestawione w dowolnej formie, np. specjalistycznych raportach, co znacznie usprawnia szacowanie kosztów. Raport może zostać wydrukowany, zapisany w różnych formatach lub bezpośrednio wysłany do innego oprogramowania/systemu. Po jednorazowym przygotowaniu szablonu, można go wielokrotnie używać w dowolnych projektach.

W oprogramowaniu zgodnym z technologią BIM, widoki i przekroje są natychmiast aktualizowane po wprowadzeniu jakichkolwiek zmian w modelu budynku. Stworzenie przekroju lub widoku wzdłuż linii prostych, krzywych, łuków czy splajnów odbywa się w krótkim czasie. Zazwyczaj sposób pracy w takich programach jest częściowo połączony z funkcjami 2D, co pozwala na szybkie opanowanie funkcji programu.

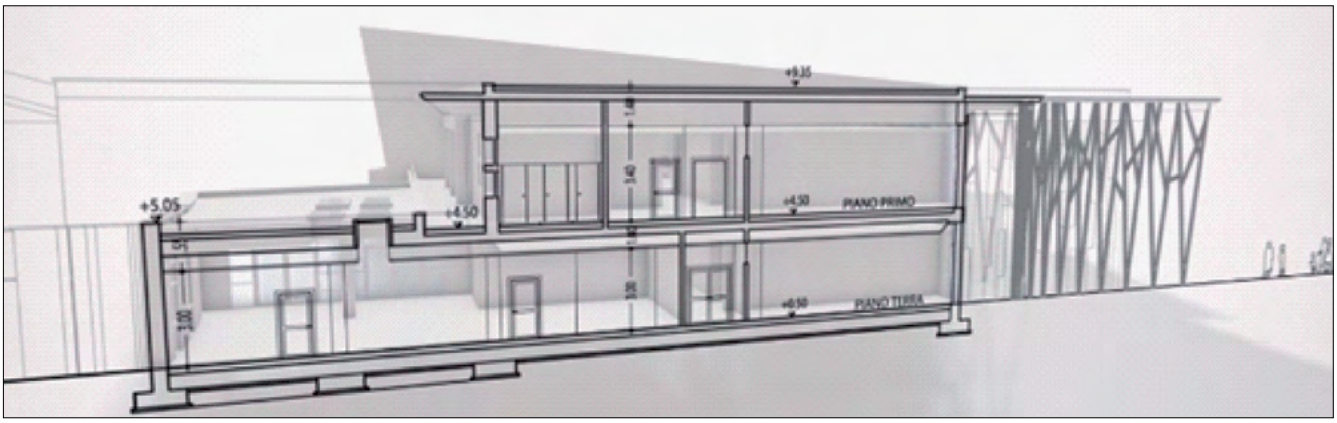
Konstrukcja

Centralny cyfrowy model projektu służy jako baza dla różnych branż, w tym też w analizie statyczno-wytrzymałościowej. Modele mogą zostać zintegrowane ze specjalistycznymi programami, przy użyciu różnych formatów dedykowanych lub poprzez format IFC. Model budynku architektonicznego można wykorzystać do wymiarowania modelu analitycznego, przy czym model konstrukcji może zawierać od razu wszystkie elementy niezbędne do analizy strukturalnej, obciążenia, podpory, warunki podparcia, przypadki obciążeń itd.
Pojedyncze elementy lub pełny model mogą być przeniesione bezpośrednio do programu przeznaczonego do analizy strukturalnej. Wymiana danych między tymi programami może być obustronna i odbywać się w czasie rzeczywistym. Istnieje również możliwość przeniesienia informacji o poszczególnych elementach do programów specjalistycznych, tzw. „kalkulatorów".
Programy do analizy strukturalnej zgodne z technologią BIM, umożliwiają tworzenie dokumentacji, zawierającej spis treści, cześć opisową, dane wejściowe modelu, obciążenia, wyniki i procedury obliczeń, widoki oraz schematyczne grafiki. Dokumentacja aktualizowana jest automatycznie wraz z wprowadzanymi zmianami [10].

Prefabrykacja

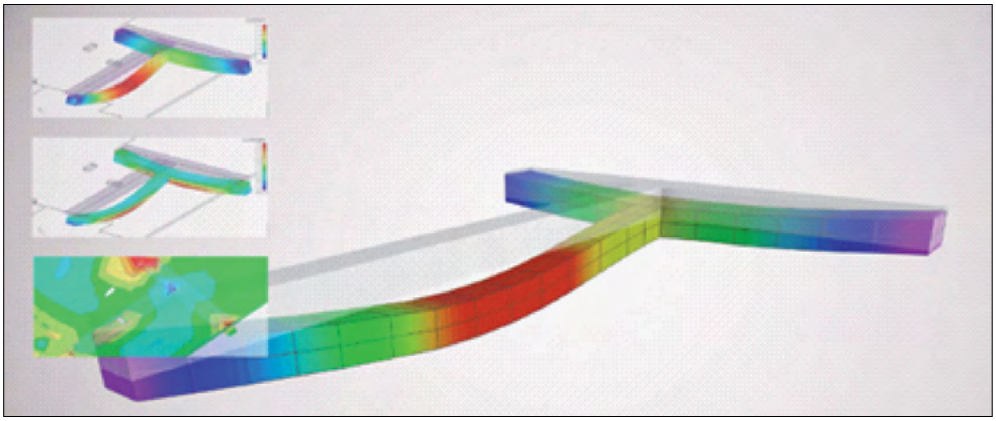
W prefabrykacji BIM występuje jako komponent nie tylko usprawniający projektowanie, ale również jako komponent integracyjny pomiędzy procesem projektowania i innymi procesami realizacji (produkcją, logistyką, montażem) [2].

Programy specjalistyczne pozwalają na centralne zarządzanie funkcjami informacyjnymi, planistycznymi i logistycznymi. Oprogramowanie zgodne z BIM umożliwia projektowanie elementów prefabrykowanych oraz konstrukcji w sposób zautomatyzowany, a specjalistyczne formaty pozwalają na przekazanie odpowiednich danych i sterowanie maszynami numerycznymi CNC (*Computer Numerically Controlled*) wykorzystywanymi do gięcia, wiercenia, cięcia, spawania itd. [11].



Rys. 3. 2D przekroje z modelu BIM [9]

Zobacz na: izbudujemy.pl programy do konstrukcji programy BIM



Rys. 4. Analiza strukturalna elementu konstrukcji [10]

6 KROKÓW PRZEJŚCIA Z 2D DO BIM [6]

1. Analiza stanu obecnego
Przeanalizowanie aktualnej praktyki pracy, partnerów biznesowych, realizowanych projektów, używanego sprzętu i oprogramowania oraz możliwych zagrożeń.

2. Dostosowanie metodyki pracy w BIM
Dostosowanie metodologii BIM do indywidualnych potrzeb firmy poprzez zdefiniowanie konkretnych celów, przebiegu procesów i standardów biurowych, a także standardów planowania.

3. Przygotowanie zespołu
Przydzielenie wszystkich ról dotyczących BIM w zespole oraz przygotowanie merytoryczne i techniczne poprzez szkolenia (np. szkolenia z metod i oprogramowania BIM).

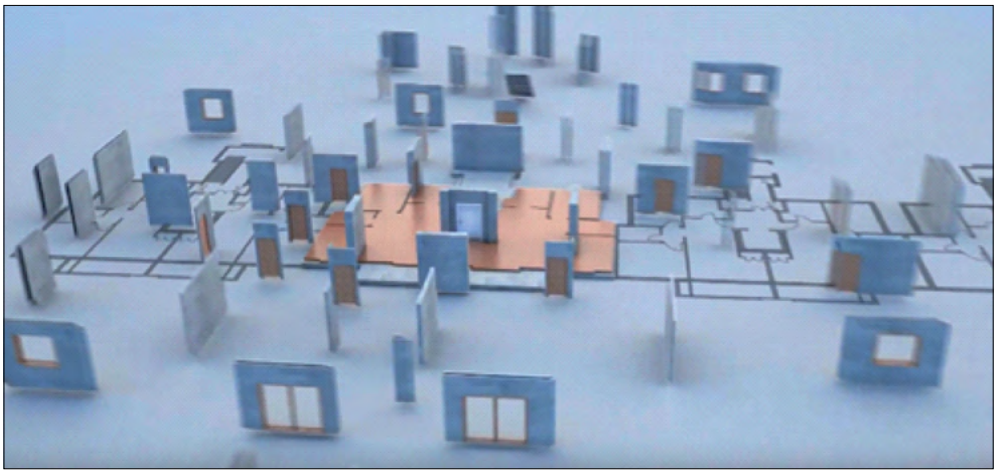
4. Projekt pilotażowy BIM
Wprowadzenie projektu pilotażowego BIM, w tym określenie poziomu szczegółowości LOD (*Level of detail*) w modelach specjalistycznych.

5. Adaptacja do pracy w BIM
Dostosowanie i optymalizacja pracy w BIM, konfiguracji zespołu i użytych narzędzi w oparciu o wyniki pilotażowe, a także informacje zwrotne od partnerów zaangażowanych w proces planowania i realizacji.

6. Wprowadzenie metodologii BIM
Wdrożenie standardów pracy BIM i konsolidacja w ramach innych projektów.

PODSUMOWANIE

Modelowanie w oprogramowaniu klasy BIM może mieć swoich zwolenników, jak również przeciwników. Niemniej bezsprzeczny jest fakt, że rewolucja technologiczna ma miejsce na naszych oczach. Tak jak deska kreślarska została wyparta przez oprogramowanie do projektowania, tak 2D jest wypierane przez BIM i jesteśmy całkowicie pozbawieni wpływu na ten proces. Jedyne, co możemy zrobić, to zaakceptować postęp i przyjąć jego dobrodziejstwa. Niemniej, nie można zapominać, że do obsługi nawet najlepszego oprogramowania potrzebny jest inżynier, który wprowadza i analizuje dane, a na końcu krytycznie ocenia wyniki. Ważne jest również to, aby wspomniany inżynier, świadom zachodzących zmian, odnalazł w sobie determinację, która umożliwi mu jak najszybsze przyswojenie obsługi nowoczesnego oprogramowania i pozwoli cieszyć się usprawnieniem jego pracy.



Rys. 5. Przekazywanie danych o elementach prefabrykowanych [12]

LITERATURA

1. Protchenko K., *BIM w biurach projektowych*, BUILDER, styczeń 2018, str. 44–45.
2. Protchenko K., Kaczorek K., *BIM w automatyzacji procesu projektowania konstrukcji prefabrykowanych*, Przewodnik Projektanta, 3/2019, str. 17–20.
3. Kaczorek K., Janczura S., *Korzyści z projektowania w BIM*, Inżynier Budownictwa, 10/2017, str. 54–57.
4. Asmar M.E., Hanna A.S., *Comparative Analysis of Integrated Project Delivery (IPD) Cost and Quality Performance*, Proceedings of the CIB 29th International Conference, 2012; dostępny w internecie: itc.scix.net/pdfs/w78-2012-Paper-20.pdf
5. Jung W., Lee G., *The Status of BIM Adoption on Six Continents*, International Journal of Civil and Environmental Engineering, 2015; dostępny w Internecie: publications.waset.org/10001095/pdf
6. Cerovsek T., *A review and outlook for a „Building Information Model" (BIM)*: A multi-standpoint framework for technological development, Advanced Engineering Informatics, 2011, page 224–244.
7. www.allbim.pl
8. www.bimplus.net
9. www.allplan.com
10. www.scia.net
11. www.precast.bimplatform.pl
12. www.precast-software.com

Strefa Projektanta

Projektowanie przegród budynku ze względu na ich izolacyjność termiczną, akustyczną, bezpieczeństwo pożarowe oraz zrównoważone budownictwo jest ważnym elementem w prowadzeniu i realizacji projektów budowlanych. Aby wspierać ten proces, ISOVER dostarcza wiele narzędzi umożliwiających projektowanie dociepleń budynków zgodnie z najwyższymi standardami budownictwa. Jednym z nich jest Strefa Projektanta.

Strefa Projektanta to zestaw materiałów i narzędzi, które w kompleksowy sposób podejmują temat projektowania przegród budynku przy

stosowaniu izolacji z wełny mineralnej szklanej i skalnej ISOVER. Zawiera Vademecum Projektowania oraz Bibliotekę BIM.

Dzięki temu w jednym miejscu znaleźć można wszystkie niezbędne materiały, z punktu widzenia projektowania danej przegrody, w tym wymagania techniczne, gotowe rozwiązania, tabele doboru, klasyfikacje, bibliotekę detali CAD oraz biblioteki BIM.

Takie zestawienie materiałów i narzędzi umożliwia projektantom, jak i wszystkim uczestnikom procesu budowlanego szybko wyszukać potrzebne rozwiązania i informacje.

Strefa Projektanta jest dostępna na stronie www.strefa-projektanta.pl

W przypadku dodatkowych pytań zapraszamy do kontaktu z Biurem Doradztwa Technicznego ISOVER.

Ewa Bryś
Biuro Doradztwa Technicznego ISOVER
tel. 800 163 121

Dlaczego warto stosować łączniki termoizolacyjne?

Wielu projektantów kładzie ogromny nacisk na nośność budynku. Tym samym, projektując balkon w pierwszej kolejności myślą o jego wytrzymałości. Stąd decyzja o zastosowaniu łączników Isokorb mylnie podejmowana jest w związku z trwałością połączenia płyty balkonowej oraz stropowej, a nie jego najważniejszym zadaniem – termoizolacją. Takie podejście, podobnie jak brak łącznika, niesie za sobą duże komplikacje, które mogą okazać się bardzo kosztowne w przyszłości. Bez łącznika nie ma bowiem ochrony przed ucieczką ciepła.

Zastosowanie łączników termoizolacyjnych Isokorb przynosi wiele długofalowych korzyści

– oszczędności energii, które przekładają się na zmniejszenie rachunków za ogrzewanie, a także zminimalizowanie możliwości powstania szkód budowlanych. Brak izolacji lub nieszczelna izolacja skutkują powstaniem grzybów lub pleśni. Nie ma możliwości naprawienia takiej izolacji. Jedynym rozwiązaniem jest demontaż całego balkonu i montaż zupełnie nowej konstrukcji.

Stosując łączniki termoizolacyjne, należy zwrócić uwagę na współczynnik przewodzenia ciepła λ, który jest inny dla każdego typu łącznika Isokorb – stąd izolując niewielki balkon w bloku i dużą loggię, potrzebujemy łączników o różnym współczynniku przewodzenia ciepła λ.

Firma Schöck zajmuje się produkcją łączników od ponad 30 lat, opracowując je na miarę danej inwestycji. Użycie surowców wysokiej jakości i stałe poszukiwanie nowych rozwiązań sprawia, że łączniki Schöck Isokorb są trwałe i bezawaryjne. Biura projektowe Schöck współpracują z projektantami, dopasowując do ich inwestycji idealne łączniki, a pełen serwis i wsparcie techniczne na placu budowy gwarantują wykonawcom komfort pracy.

Maciej Kowalczyk
Kierownik działu technicznego
Schöck Sp. z o.o.

Bezpieczeństwo pożarowe ścian z betonu komórkowego

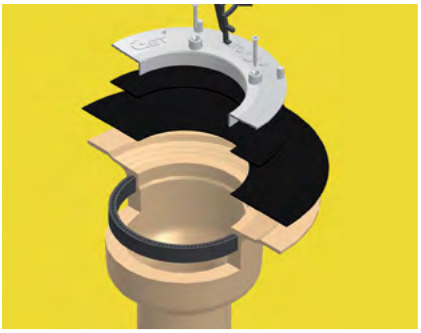
Ściany z betonu komórkowego SOLBET wpływają na podniesienie bezpieczeństwa pożarowego budynków. Beton komórkowy jest materiałem niepalnym, sklasyfikowanym do euroklasy 1. Nie pali się, pod wpływem działania warunków pożarowych nie wydziela szkodliwych substancji i dymu. Jednorodna i porowata struktura betonu komórkowego jest bardzo dobrym izolatorem termicznym, co ma znaczenie nie tylko dla energooszczędności, ale również dla bezpieczeństwa pożarowego budynku. Dzięki tej właściwości ściany z betonu komórkowego bardzo dobrze oddzielają strefę, w której nastąpiło rozgorzenie

pożaru od strefy, w której prowadzona jest ewakuacja. Widać to bardzo dobrze w trakcie badań ogniowych ścian z betonu komórkowego. Po stronie, gdzie występuje działanie ognia (odzwierciedla to warunki pożaru) i temperatura sięga +1100°C oraz działa na ścianę przez 4 godziny, po drugiej stronie ściany z betonu komórkowego o grubości zaledwie 10 cm obserwujemy na powierzchni ściany maksymalnie temperaturę około +80°C. Przy ścianach grubszych z betonu komórkowego temperatura sięga maksymalnie +40°C. Ściany zachowują też dymoszczelność oraz nośność, jeśli są ścianami nośnymi oraz samonośność, jeśli są ścianami wypełniającymi. To pozawala rozgraniczyć strefy pożarowe i prowadzić bezpieczną ewakuację w części budynku nieobjętej pożarem. Dzięki takim właściwościom ściany z betonu komórkowego SOLBET stanowią istotny element pasywnej ochrony pożarowej budynku. Ściany oddzielenia pożarowego można wykonywać z dowolnej gęstości bloczków: profilowanych na pióra i wpusty, zamki, wpust-wpust lub bez profilowania, na zaprawie do cienkich spoin SOLBET 0.1 i 0.2 lub na zaprawie zwykłej SOLBET 0.5.

mgr inż. Tomasz Rybarczyk
Product manager
SOLBET Sp. z o.o.

Sita Trendy z kołnierzem zaciskowym

Wpusty z kołnierzami zaciskowymi/śrubowymi często nazywane wpustami uniwersalnymi niewątpliwie ułatwiają prace montażowe w przypadku istnienia na rynku wielu różnych rodzajów membran dachowych. Dobór i wybór właściwego wpustu nie zawsze jest łatwy.
Dostępne na rynku wpusty z kołnierzami śrubowymi mają jedynie stałe miejsca mocujące kołnierz z membraną. Te miejsca w korpusie wpustu dość często wyrabiają się. Zdarza się również, że śruba przy nadmiernej sile może „przekręcić się" sprawiając, że taki wpust nie nadaje się do użytku. Jest to niezwykle istotne gdyż, zgodnie



z wytycznymi technicznymi, co 6 miesięcy powinniśmy sprawdzić szczelność łączenia śrubowego i ewentualnie dociągnąć śruby mocujące wpust z membraną.
Sita znalazła rozwiązanie. Unikalną cechą wpustów Sita z kołnierzem zaciskowym jest brak miejsc lub tzw. gniazd umieszczonych w korpusie wpustu, gdzie wkręcane są śruby mocujące kołnierz przytwierdzający membranę dachową. Kołnierz aluminiowy wraz z zaciskaną membraną mocujemy śrubami do korpusu wpustu za każdym razem w innej pozycji. To unikalne rozwiązanie jest bardzo istotne w przypadku kilkukrotnego odkręcania, wkręcania lub dokręcania kołnierza aluminiowego do wpustu. Kołnierz zaciskowy możemy wkręcać w dowolne miejsce wokół misy wlotowej. Istotną cechą zauważalną dopiero podczas montażu jest fakt, iż śruby kołnierza są wkręcane i chowane w grubości korpusu wpustu. Nie będziemy więc zaskoczeni wykonywaniem dodatkowych otworów w izolacji lub w konstrukcji żelbetowej na gniazda śrub.
Niewątpliwie unikatowa konstrukcja i właściwości modelu Sita Trendy spowodowała, iż jest on jednym z ulubionych przez dekarzy modeli.

SITA BAUELEMENTE GmbH
Przedstawicielstwo w Polsce

MORSKIE CENTRUM NAUKI W SZCZECINIE

Morskie Centrum Nauki powstanie na Łasztowni w pobliżu słynnych szczecińskich dźwigozaurów. Budynek o długości 90 metrów, przypominający statek, będzie miał 14 m wysokości. Posadowiony zostanie na palach, wbitych kilkanaście metrów w głąb ziemi. Wymagają tego warunki gruntowe, ponieważ teren graniczy z Odrą. W budynku o powierzchni 10 000 m^2 znajdzie się 3600 m^2 powierzchni wystawienniczej podzielonej na trzy poziomy. Będzie tu sala wykładowa, sale edukacyjne: biologiczno-chemiczna i fizyczno-mechatroniczna oraz modelarnia. Zakłada się, że Morskie Centrum Nauki przyjmie dziennie do 500 zwiedzających. Jedną z atrakcji centrum będzie planetarium 4D o powierzchni 100 m^2. Zaprojektowane jako kula widoczna zarówno z przestrzeni holu wejściowego, jak i na zewnątrz budynku. Bryła planetarium sprawia wrażenie zawisłej w przestrzeni holu kuli, którą można oglądać ze wszystkich stron. Na dachu zaplanowano taras widokowy, na który będzie można dostać się zewnętrzną klatką schodową oraz windą. Takie rozwiązanie da możliwość korzystania z tarasu niezależnie od funkcjonowania centrum nauki. Budynek w technologii LEED (zakładającej wysokie standardy ekologiczne) wykona firma Erbud S.A., za projekt architektoniczny odpowiada Pracownia Piotr Płaskowicki & Partnerzy Architekci. Umowę z wykonawcą podpisano 24 lipca 2019 r.

Dodatkowe informacje:
Powierzchnia całkowita: 10 700 m^2
Oddanie do użytku: 2021 r.
Czas realizacji: 20 miesięcy
Wartość inwestycji: 138 mln zł

dr inż. **Ołeksij Kopyłow**
Zakład Inżynierii Elementów Budowlanych ITB
mgr inż. arch. **Iryna Kopylova**
(zdjęcia i rysunki są opracowaniem własnym autora)

Wybrane problemy projektowania ścian osłonowych

Ściany osłonowe niewątpliwie należą do najbardziej efektownych i popularnych rozwiązań elewacyjnych współczesnego miasta. Są stosowane prawie w każdym nowo wznoszonym budynku wysokościowym. Ten typ elewacji od dawna dominuje na widokach panoram centrów aktywności biznesowej prężnie rozwijających się miast świata: Nowego Jorku, Londynu, Tokio, Dubaju i oczywiście Warszawy (fot. 1).

WPROWADZENIE

Budynki ze ścianami osłonowymi ze szkła od dawna stały się wizytówkami wielu miast (np. wieżowiec Torre Glòries w Barcelonie, The Gherkin w Londynie lub warszawskie wieżowce Centrum LIM, Central Tower) i świadczą o skali ich nowoczesności. Prawie w każdej dużej aglomeracji powstały całe dzielnice z budynkami ze ścian osłonowych (fot. 2).

Ściany osłonowe oprócz funkcji użytkowych i estetycznych z pewnością podkreślają status społeczno-ekonomiczny właścicieli oraz użytkowników budynku. Nieprzypadkowo elewacje najwyższych oraz najbardziej zaawansowanych technologicznie budynków (np. 828-metrowy wieżowiec Burj Khalifa, 632-metrowy wieżowiec Shanghai Tower) zostały wykonane z zastosowaniem ścian osłonowych [1].

Oprócz budynków biurowych (fot. 2) ściany osłonowe aktywnie stosowane są również we współczesnych budynkach infrastruktury transportowej (budynkach dworców,

Fot. 1. Ściany osłonowe na budynkach w centrum Warszawy

Zobacz na: izbudujemy.pl okładziny elewacyjne

Fot. 2. Warszawski Mordor – ciąg budynków ze ścianami osłonowymi

portów lotniczych, portów morskich) demonstrując przybyszom rangę miasta.

Duża konkurencja na rynku sprawiła, że ściany osłonowe w ciągu ostatnich lat stały się wyrobem dostępnym, dlatego są coraz częściej stosowane także w budownictwie mieszkaniowym. W Warszawie nowoczesne ściany osłonowe można spotkać już na ścianach dzielnicowych domów kultury (np. artystyczny Dom Animacji ADA) lub przedszkoli.

ŚCIANA OSŁONOWA. CO TO JEST?

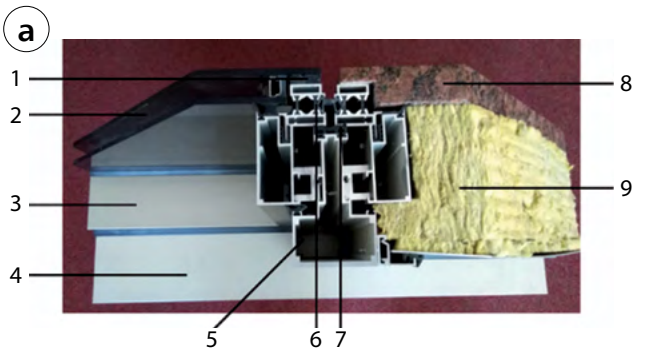
Istnieje wiele rodzajów ścian osłonowych. Różnią się one konstrukcją, materiałem z których zostały wykonane, sposobem produkcji i montażu.

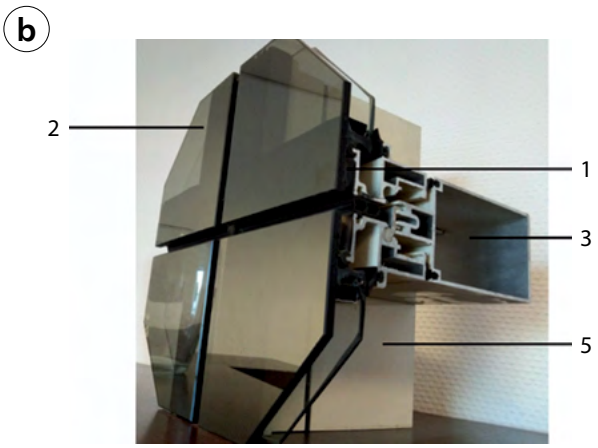
Najczęściej, klasyczna ściana osłonowa składa się ze szkieletu (połączonych z sobą słupów i rygli) przymocowanego do konstrukcji nośnej budynku. Szkielet ściany osłonowej nie pełni funkcji nośnej (przenosi tylko obciążenia od masy własnej, elementów wypełniających, obciążenia wiatrem, obciążeń termicznych). Szkielet ścian osłonowych stosowany w budynkach wysokościowych najczęściej wykonany jest z profili metalowych (w budynkach wznoszonych po II Wojnie Światowej głównie z aluminium, rzadziej ze stali). W budynkach niskich często spotykane są konstrukcje szkieletu z drewna oraz konstrukcje zespolone (z aluminium i drewna). W budynkach niskich i średniowysokich oraz tam, gdzie ściana osłonowa występuje jako niewielki fragment w masywie elewacji innego typu, spotykane są szkielety z profili PVC. Profile metalowe oraz z PVC oprócz tego, że przenoszą obciążenie od wypełnienia, masy własnej i wiatru, pozwalają odprowadzić na zewnątrz kondensat, wodę oraz umożliwiają cyrkulację powietrza w systemie.

Przestrzeń pomiędzy słupami i ryglami jest wypełniana różnorodnymi materiałami: szkłem (fot. 3a oraz 3b), lekkimi płytami nieprzezroczystymi (często spotykane jest wypełnienie w postaci sklejonych warstwowo blachy, termoizolacji, gipsu, blachy), rzadziej cienkimi płytami kamiennymi (fot. 3a) itp.

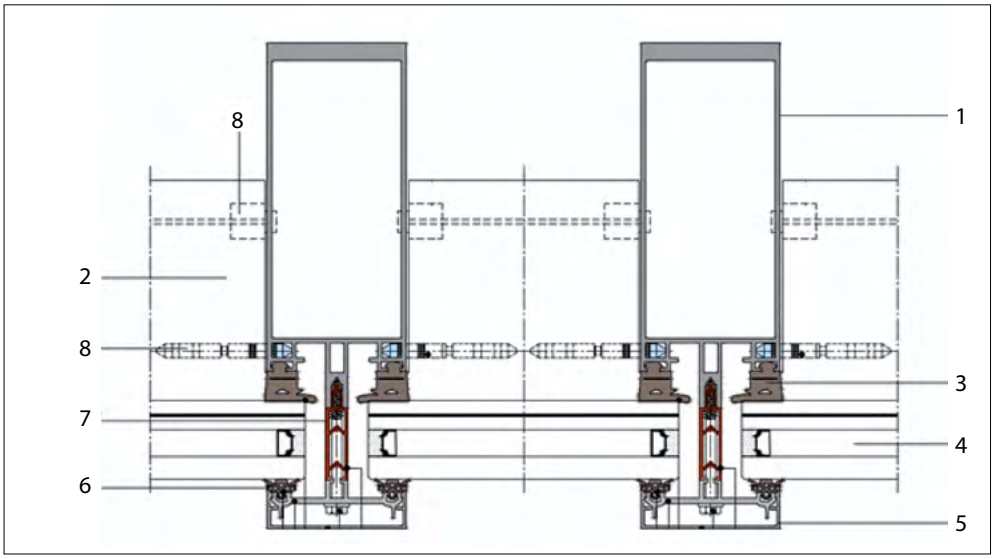
Wypełnienie może być mocowane do szkieletu:

- mechanicznie, liniowo (rys. 1) – poprzez listwy dociskowe z uszczelkami
- mechanicznie, punktowo (fot. 4) – szyba jest łączona do konstrukcji wsporczej poprzez tak zwane rotule lub spidery (sworznie talerzykowe przelotowo przechodzące przez otwory w szybach); w tego typu rozwiązaniach krawędzie szyb nie opierają się o rygle lub słupy, pomiędzy szybami występuje szczelina wypełniana plastycznym szczeliwem
- przy pomocy klejów (fot. 3) – szczeliw strukturalnych (elewacje tego typu nazywane są strukturalnymi)
- w sposób mieszany, kiedy przykładowo dwie krawędzie pionowe wypełnienia są przyklejone do

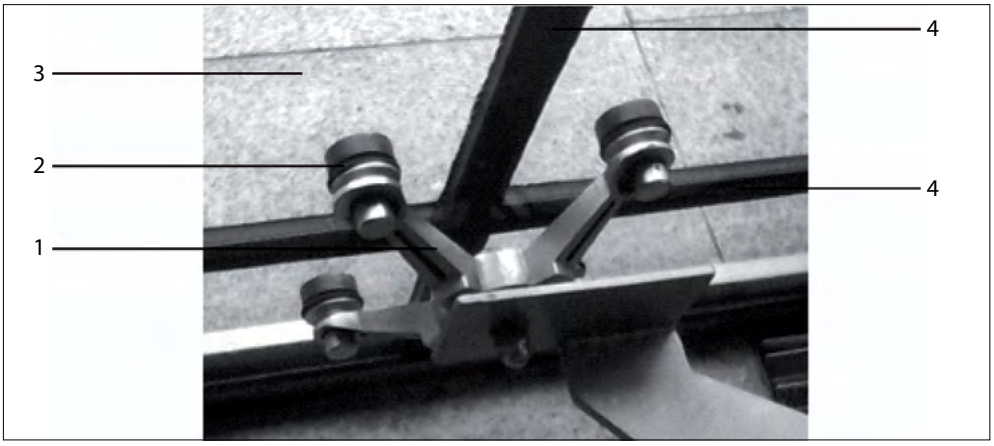




Fot. 3. Konstrukcje przykładowych ścian osłonowych z okładzinami mocowanymi przy pomocy szczeliwa (przekrój): 1 – szczeliwo; 2 – szyba zespolona; 3, 4 – rygiel; 5 – słup; 6, 7 – przekładka termiczna; 8 – okładzina kamienna (granitowa); 9 – warstwa termoizolacyjna



Rys. 1. Ściana osłonowa z liniowym mocowaniem szyb przy pomocy listew dociskowych: 1 – słup; 2 – rygiel; 3 – uszczelka; 4 – wypełnienie (szkło zespolone); 5 – listwa dociskowa; 6 – uszczelka dociskowa; 7 – łącznik mechaniczny łączący słup z listwą dociskową; 8 – łącznik mechaniczny do połączenia słupa i rygla (źródło: archiwum ITB na podstawie rozwiązania Hydro Building Systems Poland Sp. z o.o.)



Fot. 4. Rotule do punktowego mocowania szkła: 1 – rotule; 2 – tworzywowe przekładki; 3 – szkło; 4 – szczeliwo

słupów, a dolna krawędź spoczywa na ryglu z dodatkowym zabezpieczeniem w postaci łącznika talerzykowego.

Ściany osłonowe mogą być dostarczane na budowę w postaci poszczególnych elementów składowych ściany osłonowej (profili słupów, rygli, uszczelek, szkła, przekładek, itp.) lub prefabrykowanych fragmentów (tego typu ściany osłonowe nazywane są elementowymi). Elementowe ściany osłonowe najczęściej wykonywane są na wysokość jednej kondygnacji. Zastosowanie elementowych ścian osłonowych staje się coraz bardziej popularne z racji dużych oszczędności czasu i przestrzeni (brak konieczności organizacji powierzchni montażowych).

Ściany osłonowe zostały zdefiniowane w wielu dokumentach urzędowych. Według normy PN-EN 13830:2005 [N1] ścianami osłonowymi nazywamy: „Ściany zewnętrzne budynku, zazwyczaj wykonane z metalu, drewna, PCV, składające się z elementów pionowych i poziomych szkieletu nośnego, połączonych między sobą i zamontowanych do konstrukcji nośnej budynku, tworząc taką ciągłą osłonę przestrzeni wewnętrznej budynku, która samodzielnie lub wraz z konstrukcją nośną budynku realizuje wszystkie normalne funkcje ściany zewnętrznej poza funkcją nośną".

Norma wyrobu PN-EN 13830:2005 [N1] określa również maksymalne odchylenie od pionu ściany osłonowej. Maksymalne odchylenie od pionu ściany osłonowej nie może przekroczyć 15°.

Znacznie szerszą definicję ścian osłonowych (w których elementy szkieletu nośnego wykonano z metali) znajdziemy w Wytycznych Amerykańskiego Stowarzyszenia Producentów Elementów Architektonicznych (The American Architectural Manufacturers Association) [2]: „Metalowa ściana osłonowa – jest to zewnętrzna ściana osłonowa, która może składać się w całości lub głównie z metalu, lub może być kombinacją metalu, szkła i innych materiałów nawierzchniowych wspartych na metalowej ramie lub w jej obrębie, elementów ramy pionowej i poziomej, zawierających działające skrzydło [okienne lub drzwiowe][1)] lub wentylatory, stałe wypełnienia przezierne lub nieprzezroczyste panele lub dowolne ich kombinacje".

WYBRANE ASPEKTY PROJEKTOWANIA ŚCIAN OSŁONOWYCH

Przystępując do projektowania ściany osłonowej należy zapoznać się z Deklaracją Właściwości Użytkowych wyrobu oraz wynikami Wstępnych Badań Typu, o których mowa w [N1]. Dokumenty te mieszczą bardzo

[1)] w nawiasach kwadratowych umieszczono komentarz Autora

Zobacz na: izbudujemy.pl okładziny elewacyjne

istotne informacje dla projektanta, między innymi pozwalają znaleźć dane dotyczące wielu cech techniczno-użytkowych systemu elewacyjnego:

- przepuszczalności powietrza
- wodoszczelności
- odporności na obciążenie wiatrem
- odporności na uderzenie
- przenikalności cieplnej
- właściwości akustycznych
- zawartości substancji niebezpiecznych
- odporności na obciążenie ciężarem własnym
- odporności na szok termiczny
- odporności na obciążenie liniowe
- trwałości
- właściwości ogniowych (reakcja na ogień, rozprzestrzenianie ognia, ognioodporność).

Należy zaznaczyć, że norma wyrobu [N1] nie obliguje producentów ścian osłonowych do wykonania wszystkich badań, o których mowa powyżej. Dlatego, w wielu Deklaracjach Właściwości Użytkowych naprzeciwko wspomnianych wcześniej cech można znaleźć skrót „npd" oznaczający, że cecha nie została określona.

Znajomość rzeczywistych parametrów cech techniczno-użytkowych wyrobu pozwala na zaprojektowanie bezpiecznej oraz trwałej fasady, uniknąć niepotrzebnych konfliktów podczas odbioru ściany osłonowej.

Wśród podstawowych cech techniczno-użytkowych, decydujących o przydatności użytkowej, komforcie oraz bezpieczeństwie użytkowania ścian osłonowych koniecznych do projektowania należy wymienić:

- odporność na obciążenie ciężarem własnym – ściana osłonowa powinna bezpiecznie przenosić ciężar własny na konstrukcję budynku; maksymalne ugięcie rygli ściany nie może przekraczać L/500 lub 3 mm, w zależności od tego, która wartość jest mniejsza; cechę tą można określić obliczeniowo
- przepuszczalność powietrza – parametr ten ma bezpośredni związek z komfortem użytkowania oraz szczelnością budynku i jest określany badawczo dla różnych ciśnień obliczeniowych; z powyższego wynika, że ściany osłonowe bardziej narażone na działanie wiatru powinny mieć wyższą klasę przepuszczalności powietrza; przepuszczalność powietrza określa się wyłącznie badawczo, wg PN-EN 12153:2004 [N2] i klasyfikuje się wg PN-EN 12152:2004 [N3]: A1 (600 Pa)[2], A2 (≤ 1200 Pa), A3 (≤ 1800 Pa), A4 (≤ 2400 Pa), AE (powyżej 2400 Pa); w przypadku ściany osłonowej z oknem (jak na fot. 5) przepuszczalność powietrza należy określić dla fragmentu ściany z oknem i bez
- wodoszczelność – parametr ten ma bezpośredni związek z komfortem użytkowania budynku oraz właściwościami zdrowotno-higienicznymi, które będą panować w osłoniętych pomieszczeniach i jest określany badawczo dla różnych ciśnień obliczeniowych; jak i w przypadku przepuszczalności powietrza, ściany osłonowe bardziej narażone na działanie wiatru powinny mieć wyższą klasę przepuszczalności powietrza; wodoszczelność określa się wg PN-EN 12155:2004 [N4] i klasyfikuje się wg PN-EN 12154:2004 [N5]: R4 (600 Pa)[2], R5 (≤ 1200 Pa), R6 (≤ 1800 Pa), R7 (≤ 2400 Pa), Re (powyżej 2400 Pa)
- odporność na obciążenie wiatrem – parametr ten ma bezpośredni związek z bezpieczeństwem użytkowania budynku; ściana osłonowa powinna bezpiecznie przenosić obciążenia wiatrem występujące w miejscu posadowienia budynku; maksymalne ugięcia czołowe elementów szkieletu (słupa lub rygla) ściany osłonowej, między punktami podparcia lub zakotwienia do konstrukcji budynku, nie powinny przekraczać strzałki ugięcia 1/200 L lub 15 mm, w zależności

Fot. 5. Ściana osłonowa z systemowymi oknami

[2] w nawiasach podane są obliczeniowe wartości ciśnienia powietrza

od tego, która wartość jest mniejsza; przy tym w okładzinach nie mogą powstawać naprężenia większe od dopuszczalnych dla danego typu materiału okładziny; odporność na obciążenie wiatrem ścian osłonowych jest określana badawczo wg normy PN-EN 13116:2004 [N6]

- odporność na uderzenia – cecha ta ma bezpośredni związek z bezpieczeństwem użytkowania obiektu; projektując ścianę osłonową należy wziąć pod uwagę możliwość uderzenia ściany od strony wewnętrznej i zewnętrznej; uderzenie 50 kilogramową oponą nie powinno spowodować: odpadnięcia od ściany elementów składowych, powstania dziur i pęknięć, odkształcenia trwałego ściany; odporność na uderzenie ścian osłonowych jest określana na podstawie PN-EN 13049:2004 [N7] i klasyfikuje wg PN-EN 14019:2016-07 [N8]; ściany osłonowe bardziej narażone na uderzenie, dewastację powinny mieć wyższą odporność na uderzenie; odporność na uderzenie od strony wewnętrznej jest podawana w Deklaracjach Właściwości Użytkowych przy pomocy litery „I", od strony zewnętrznej „E"; po literach podawane są w nawiasach cyfry od 0 do 5; każdej cyfrze odpowiada wysokość spadku 50 kilogramowej opony:
  - „0" – ściana nie badana w zakresie odporności na uderzenie
  - „1" – 200 mm
  - „2" – 300 mm
  - „3" – 450 mm
  - „4" – 700 mm
  - „5" – 950 mm.
- izolacyjność termiczna ściany osłonowej – parametr ten w nowo wznoszonych budynkach na terenie Rzeczypospolitej powinien spełniać wymagania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury [N9]; parametr ten ma bezpośredni wpływ na charakterystykę energetyczną budynku
- bezpieczeństwo ogniowe ściany osłonowej – parametr ten ma kluczowe znaczenie z punktu widzenia bezpieczeństwa użytkowania całego budynku; zagadnienia projektowania ścian osłonowych z uwzględnieniem problematyki bezpieczeństwa ogniowego zostały wyczerpująco przedstawione w [3]
- odporność na obciążenie poziome – cecha ta ma bezpośredni związek z bezpieczeństwem użytkowania i określa się ją zgodnie z normą PN-EN 1991-1-1 pt.: Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach; graniczne ugięcia elementów ścian osłonowych przy oddziaływaniu siły poziomej na poziomie parapetu zostały określone w normie wyrobu PN-EN 13830:2005 [N1]; wartości graniczne są uzależnione od rozpiętości elementów konstrukcyjnych ściany osłonowej
- izolacyjność akustyczna – parametr ten ma bezpośredni związek z komfortem użytkowania budynku; w normie wyrobu [N1] nie podano minimalnych wymagań akustycznych; projektując ścianę osłonową należy uwzględnić rzeczywiste właściwości akustyczne ściany osłonowej i wziąć pod uwagę przeznaczenie budynku oraz warunki akustyczne panujące w otoczeniu projektowanego budynku; norma wyrobu [N1] podaje parametry jakimi powinna być określana izolacyjność akustyczna ściany osłonowej
- przepuszczalność pary wodnej – z punktu widzenia przydatności użytkowej, względów sanitarnych ściana osłonowa powinna być zaprojektowana w taki sposób, żeby:
  - nie dochodziło do kondensacji pary wodnej na powierzchni ścian od strony wewnętrznej; we wnętrzu ściany osłonowej nie może nastąpić wzrost zawilgocenia w okresie rocznym; kondensacja pary wodnej (jeżeli wystąpi) w warstwach środkowych przegrody nie może powodować trwałej zmiany właściwości cieplnych i technicznych ściany
  - współczynnik przenikania ciepła ściany osłonowej ma zapewnić utrzymanie temperatury na powierzchni powyżej punktu rosy
  - połączenia ściany od strony wewnętrznej powinny uniemożliwiać przenikanie do środka pary wodnej, powodować zawilgocenie konstrukcji i izolacji termicznej ściany osłonowej.

Maksymalne odchylenie od pionu ściany osłonowej nie może przekroczyć 15°

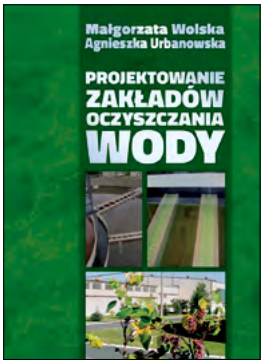
NORMY I ROZPORZĄDZENIA

N1. PN-EN 13830:2005 Ściany osłonowe – Norma wyrobu.
N2. PN-EN 12153:2004 Ściany osłonowe – Przepuszczalność powietrza – Metoda badania.
N3. PN-EN 12152:2004 Ściany osłonowe – Przepuszczalność powietrza – Wymagania eksploatacyjne i klasyfikacja.
N4. PN-EN 12155:2004 Ściany osłonowe – Wodoszczelność – Badania laboratoryjne pod ciśnieniem statycznym.
N5. PN-EN 12154:2004 Ściany osłonowe – Wodoszczelność – Wymagania eksploatacyjne i klasyfikacja.
N6. PN-EN 13116:2004 Ściany osłonowe – Odporność na obciążenie wiatrem – Wymagania eksploatacyjne.
N7. PN-EN 13049:2004 Okna – Uderzenie ciałem miękkim i ciężkim – Metoda badania, wymagania dotyczące bezpieczeństwa i klasyfikacja.
N8. PN-EN 14019:2016-07 Ściany osłonowe – Odporność na uderzenia – Wymagania eksploatacyjne.
N9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami).

LITERATURA

1. Kopyłow O., *Elewacje ze szkła we współczesnym budownictwie*, Inżynier Budownictwa, 9/2018.
2. Architectural Aluminum Manufacturers Association, *Aluminum curtain wall design guide manual*, 1979.
3. Sulik P., Sędłak B., *Bezpieczeństwo pożarowe szklanych fasad – wymagania konstrukcyjne*, www.muratorplus.pl/technika/fasady/bezpieczenstwo-pozarowe-szklanych-fasad-aa-rW78-g3LR-6f7n.html.

Zobacz na: izbudujemy.pl okładziny elewacyjne



PROJEKTOWANIE ZAKŁADÓW OCZYSZCZANIA WODY

M. Wolska, A. Urbanowska

Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2019 r., format 170×240 mm, 176 stron

Projektowanie zakładów oczyszczania wody jest kompendium dotyczącym projektowania urządzeń i całych układów do uzdatniania wody. Zawartość książki została dostosowana do współczesnych realiów, a tematyka dotycząca projektowania zakładów uzdatniania wody została ujęta w sposób kompleksowy. W każdym z rozdziałów przedstawiających określony proces technologiczny oczyszczania wody opisano cel i podstawy teoretyczne procesu, a także typowe urządzenia (wraz ze schematami) do jego przeprowadzenia, parametry projektowe oraz szczegółowe przykłady obliczeniowe wybranych urządzeń. Pozwoli to początkującym konstruktorom rozwiązywać liczne problemy związane z projektowaniem i doborem urządzeń oraz wykonywaniem podstawowych rysunków zakładu oczyszczania wody powierzchniowej.

NOŚNOŚĆ PODŁOŻA GRUNTOWEGO FUNDAMENTÓW BEZPOŚREDNICH

A. Dąbska, S. Pisarczyk

Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2019 r., 200 stron

Nośność podłoża gruntowego fundamentów bezpośrednich należy do podstawowych zagadnień geotechniki, zarówno w aspekcie naukowym i poznawczym, jak i praktycznym. W warunkach krajowych zagadnienie to nabiera dodatkowego znaczenia ze względu na wchodzącą do praktyki projektowej fundamentów normę PN-EN 1997 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne.

W książce omówiono metody badań laboratoryjnych i polowych wytrzymałościowych parametrów geotechnicznych oraz podstawowe kryteria oceny nośności podłoża gruntowego. Opisano także klasyczne metody obliczania nośności podłoża przy osiowym i mimośrodowym obciążeniu fundamentów oraz wybrane metody obliczania nośności podłoża uwarstwionego z warstwą słabszą i nośności nasypów posadowionych na podłożu słabonośnym. W rozdziale dziewiątym przedstawiono metody normatywne obliczania nośności oraz autorską propozycję określania nośności podłoża skalnego.

PROJEKTOWANIE KOTŁOWNI WODNYCH NA PALIWA CIEKŁE I GAZOWE

E. Zaborowska

Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2019 r., wydanie 5, 270 stron

W książce przedstawiono zagadnienia związane z projektowaniem nowoczesnych, niskoparametrowych kotłowni wodnych, na paliwa ciekłe i gazowe, małej i średniej wielkości. Rozdział pierwszy poświęcono charakterystyce paliw i procesu spalania oraz konstrukcjom kotłów i palników. Podstawy projektowania, omówione w rozdziale drugim, obejmują zasady przygotowania bilansu cieplnego kotłowni, ogólny opis schematów ideowych instalacji kotłowni oraz zasady wykonywania obliczeń hydraulicznych. Szczegółowe informacje na temat urządzeń i armatury w poszczególnych obiegach grzewczych i ciepłej wody użytkowej oraz sposoby ich wymiarowania zamieszczono w rozdziale trzecim i czwartym. W kolejnych rozdziałach omówiono: instalacje paliwowe i magazynowanie paliw; instalacje spalinowe i powietrzno-spalinowe; wymagania stawiane pomieszczeniom, w których są zainstalowane kotły; podstawowe warunki wykonania i odbioru kotłowni.

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

Projektant w konsorcjum jako wykonawca robót budowlanych – uwarunkowania prawne

Konsorcjum nie zostało uregulowane w kodeksie cywilnym ani kompleksowo ujęte w innym akcie normatywnym, natomiast ukształtowane zostało przez praktykę, jako odpowiedź na zapotrzebowanie obrotu gospodarczego. Przyjmuje się, że konsorcjum stanowi umowny stosunek prawny nakierowany na współdziałanie, w celu realizacji określonego przedsięwzięcia gospodarczego.

Zasada, jaka wynika z przepisów Prawa zamówień publicznych jest taka, że wykonawca samodzielnie ubiega się o udzielenie danego zamówienia publicznego. Istotne jednak, iż przepisy ustawy nie narzucają na żadnym etapie postępowania formy prawnej, jaką powinni przyjąć wykonawcy ubiegający się wspólnie o zamówienie publiczne. Ustawodawca pozostawił w tym zakresie swobodę wyboru formy najbardziej odpowiadającej interesom podmiotów biorących udział w postępowaniu[1]. Na etapie przed składaniem ofert, status wykonawcy w świetle art. 2 pkt 11 Prawa zamówień publicznych przysługuje każdej osobie fizycznej, prawnej albo jednostce organizacyjnej nieposiadającej osobowości prawnej, która ubiega się o udzielenie zamówienia publicznego, natomiast „ubieganie się" nie musi przybierać żadnej szczególnej formy. Oznacza to, że status wykonawcy na tym etapie, przysługuje każdemu podmiotowi wymienionemu w tym przepisie, który wyrazi zainteresowanie zamówieniem[2].

W ramach postępowań o udzielenie zamówienie publiczne możliwe jest także tzw. „wspólne ubieganie się o zamówienie" np. w ramach konsorcjum wykonawców. Istotą tworzenia konsorcjum jest połączenie potencjałów członków konsorcjum, którzy odrębnie nie byliby w stanie spełnić postawionych przez zamawiającego warunków, a zatem nie byliby w stanie samodzielnie ubiegać się o udzielenie zlecenia[3]. Konsorcjum jest rodzajem porozumienia zawartego między podmiotami, którego celem jest osiągnięcie wspólnego celu gospodarczego w postaci uzyskania zamówienia publicznego i realizacji umowy. Istota konsorcjum sprowadza się do podejmowania przez jego członków wszelkich działań, których efektem ma być uzyskanie zamówienia publicznego[4].

---

[1] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 16 lutego 2016 r. KIO 156/16 cyt. „Bycie wykonawcą rozpoczyna się w sytuacjach wskazanych w przepisie art. 2 pkt 11 Prawa zamówień publicznych i kończy się z chwilą zakończenia postępowania lub prawomocnego wykluczenia wykonawcy z postępowania, czy odrzucenia jego oferty. Nie można akceptować stanowiska, iż np. podmiot który utracił możliwość bycia podmiotem praw i obowiązków w tym postępowaniu lub jego oferta została ostatecznie odrzucona, może nawet w sytuacji kilku następnych po tej czynności postępowaniach odwoławczych, uczestniczyć w postępowaniu jako przystępujący, korzystając z przymiotu, iż kiedyś był wykonawcą".

[2] Postanowienie Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 19 listopada 2010 r. KIO/UZP 2410/10 cyt. „Zgodnie z treścią art. 2 pkt 11 Prawa zamówień publicznych, na etapie po upływie terminu składania ofert, status „wykonawcy" przysługuje osobie fizycznej, osobie prawnej albo jednostce organizacyjnej nieposiadającej osobowości prawnej, która „złożyła ofertę". Fakt złożenia odrębnych ofert przez podmioty skutkuje traktowaniem ich jako odrębnych wykonawców".

[3] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 29 stycznia 2014 r. KIO 60/14 cyt. „Istotą konsorcjum jest dopuszczalność kumulacji doświadczenia, kapitału, potencjału technicznego, ludzkiego etc., poszczególnych członków konsorcjum, która umożliwia uczestniczenie tego podmiotu w postępowaniu o udzielenie zamówienia. Z uwagi na powyższe, uznano za nieuprawnione przyjęcie przez zamawiającego w SIWZ, wymagania, że w przypadku składania oferty przez wykonawców występujących wspólnie, warunek wymaganej wiedzy i doświadczenia musi spełnić co najmniej jeden z wykonawców występujących wspólnie. Postanowienie tego rodzaju, jako sprzeczne z przepisami ustawy lub mające na celu obejście przepisów ustawy należy uznać za nieważne (art. 58 § 1 Kodeksu cywilnego)".

[4] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 12 października 2017 r. KIO 2052/17 cyt. „Termin „konsorcjum" jest używany na określenie wspólnego ubiegania się kilku wykonawców o udzielenie zamówienia. Jest to skrótowa forma ustawowego terminu „wykonawcy wspólnie ubiegający się o udzielenie zamówienia" (art. 23 ust. 1 Prawa zamówień publicznych). Istotą takiego konsorcjum jest zobowiązanie się jego członków do współdziałania dla osiągnięcia określonego celu gospodarczego. Konsorcjum nie jest jednak samodzielnym podmiotem praw i obowiązków, odrębnym od poszczególnych konsorcjantów. Nie jest również trwałym związkiem gospodarczym, gdyż najczęściej jego członkowie łączą siły dla jednorazowego przedsięwzięcia, np. uzyskania zamówienia publicznego. Umowa konsorcjum należy do kategorii umów nienazwanych, zawieranych zgodnie z zasadą swobody umów (art. 3531 Kodeksu cywilnego). Ma ona pewne cechy umowy spółki (art. 860 i następny Kodeksu cywilnego), wykazuje jednak zasadnicze różnice, ponieważ przy konsorcjum brak jest wkładów członków konsorcjum, co powoduje, że w konsorcjum nie powstaje wspólny majątek konsorcjantów, a zatem (inaczej niż w spółce cywilnej) nie ma samodzielnych zobowiązań konsorcjum, co rzutuje na jego nierozerwalną podmiotowo działalność zewnętrzną".

© Lucian Milasan - Fotolia.com

Konsorcjum nie jest podmiotem prawnym – przymiot ten mają poszczególni wykonawcy wspólnie ubiegający się o udzielenie zamówienia, tworzący konsorcjum i jest pozbawiony zdolności do zaciągania zobowiązań na własny rachunek. Ponieważ konsorcjum nie stanowi odrębnego od zawiązujących je przedsiębiorców podmiotu prawa, to taki twór, czyli podmioty tworzące spośród siebie, wyłaniają lidera – pełnomocnika do ich reprezentowania w postępowaniu i zawarciu umowy[5].

W odniesieniu do konsorcjum, warunki określone w art. 22 ust. 1 pkt 2–4 Prawa zamówień publicznych, co do zasady, mogą być spełnione łącznie. Taka wykładnia wynika z samej istoty konsorcjum, które tworzone jest właśnie w celu łączenia doświadczenia, potencjału technicznego, osobowego, ekonomicznego i finansowego podmiotów tworzących konsorcjum. Dopuszczalność zawierania umowy konsorcjum wynika z zasady swobody umów (art. 353(1) Kodeksu cywilnego). Konsorcjum nie ma osobowości prawnej. Jest umową pomiędzy dwoma podmiotami lub większą ich liczbą (osobami prawnymi, fizycznymi, jednostkami organizacyjnymi nie posiadającymi osobowości prawnej), zawieraną w celu realizacji wspólnego przedsięwzięcia. W wyniku zawarcia takiej umowy nie powstaje osobny twór prawny posiadający zdolność prawną i zdolność do czynności prawnych. Taką zdolność posiadają wyłącznie członkowie tworzący konsorcjum. Umowa konsorcjum powinna precyzować zakres obowiązków i praw poszczególnych jej członków, a także zasady ich reprezentacji. Elementem istotnym takiej umowy jest oznaczenie celu gospodarczego oraz wskazanie działań, którymi konsorcjanci chcą ten cel osiągnąć.

Umowa konsorcjum powinna precyzować zakres obowiązków i praw poszczególnych jej członków, a także zasady ich reprezentacji

Wewnętrzna struktura konsorcjum może być tak skonstruowana, że wykonywanie wszelkich czynności jednostkowych, związanych nie tylko z reprezentacją konsorcjum w sferze stosunków zewnętrznych, lecz także łączących się z prowadzeniem jego spraw, koncentruje się w rękach jednego uczestnika, tzw. lidera. Osoba ta, w stosunkach zewnętrznych nawiązywanych przez konsorcjum z osobami trzecimi, działa na rzecz konsorcjum jako takiego, zewnętrznych zaś stosunków prawnych nie nawiązują bezpośrednio poszczególni uczestnicy konsorcjum. W ramach umowy konsorcjum w pełni dopuszczalne jest też takie ułożenie wzajemnych funkcji, w których jeden z konsorcjantów będzie partycypował tylko w zyskach – bez żadnej lub przy niewielkiej ekwiwalentności świadczeń wzajemnych[6].

[5] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 23 stycznia 2012 r. KIO 19/12 cyt. „Udzielenie pełnomocnictwa do składania oświadczeń przez pełnomocnika konsorcjum (co wynika z art. 23 ust. 1 Prawa zamówień publicznych) nie powoduje braku możliwości skutecznego złożenia oświadczenia woli przez mocodawcę. Wykonawcy ubiegający się wspólnie o udzielenie zamówienia, ustanawiając pełnomocnika, nie wyzbywają się prawa do osobistego działania".

[6] Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 3 kwietnia 2018 r. II CSK 452/17 cyt. „Umowa konsorcjum nie została uregulowana w Kodeksie cywilnym ani nie została kompleksowo ujęta w innym akcie normatywnym, a została ukształtowana przez praktykę, jako odpowiedź na zapotrzebowanie obrotu gospodarczego, na istnienie umowy o konkretnych właściwościach. Podstawą powołania konsorcjum jest umowa o wspólne działanie samodzielnie i autonomicznie występujących partnerów przy zawieraniu, której strony w szerokim zakresie, uwzględniając indywidualne potrzeby oraz charakter przedsięwzięcia, korzystają ze swobody kontraktowej i nie są związane wymogiem zachowania jednolitej formy organizacyjno-prawnej. Zasadniczo przyjmuje się, że konsorcjum stanowi umowny stosunek prawny nakierowany na współdziałanie, w celu realizacji określonego przedsięwzięcia gospodarczego, a jego konstrukcja jest najbardziej zbliżona do umowy spółki cywilnej, choć co do zasady współpraca ma charakter tymczasowy, odmienny jest charakter reprezentacji, nie występuje rozbudowana więź organizacyjna ani wspólny majątek. Z istnienia umowy konsorcjum nie musi wynikać współuczestnictwo konieczne po stronie powodowej, ponieważ nie można stawiać znaku równości między spółką cywilną zawiązaną na podstawie art. 860 Kodeksu cywilnego a konsorcjum w rozumieniu art. 23 ust. 1 Prawa zamówień publicznych, którego zawarcie nie musi powodować powstania majątku wspólnego uczestników konsorcjum. Nie ma więc podstaw do automatycznego kwalifikowania wszystkich umów konsorcjum jako umów spółki cywilnej, jest to bowiem uzależnione od zawarcia w takiej umowie cech konstrukcyjnych umowy spółki cywilnej".

© endostock - Fotolia.com

Łączne ubieganie się o udzielenie zamówienia nie narusza ani zasady uczciwej konkurencji, ani zasady równego traktowania wykonawców, a ustawa – Prawo zamówień publicznych nie przewiduje w tym zakresie wyjątków z uwagi na powiązania kapitałowe pomiędzy wykonawcami wspólnie ubiegającymi się o udzielenie zamówienia[7].

Kwestię legitymacji konsorcjantów w związku z utworzeniem konsorcjum wykonawczego i zawarciem umowy o zamówienie publiczne determinuje status konsorcjum jako łącznego podmiotu uprawnień i obowiązków wynikających z tej umowy. Co też ważne, artykuł 23 Prawa zamówień publicznych nie rozstrzyga o zakresie wzajemnej odpowiedzialności wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia. Wynika to natomiast z art. 141 Prawa zamówień publicznych, który wskazuje, że wykonawcy wspólnie ubiegający się o udzielenie zamówienia ponoszą solidarną odpowiedzialność za wykonanie umowy[8]. Umowa łącząca wspólnych wykonawców nie może wyłączyć tej solidarnej odpowiedzialności i przerzucić jej tylko na np. lidera grupy. Przy tym, podmiotami wykonującymi zamówienie publiczne są wszyscy członkowie grupy, a nie tylko konsorcjum. W związku z solidarną odpowiedzialnością oraz nakazem stosowania przepisów dotyczących samodzielnego wykonawcy do wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia, brak jest możliwości zróżnicowania odpowiedzialności w stosunku do któregokolwiek spośród wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia. W związku z powyższym, jeżeli jakikolwiek spośród wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia odstąpi od podpisania umowy lub nie zastosuje się do innych postanowień zamawiającego, inwestor będzie uprawniony do zaspokojenia się z gwarancji wadialnej[9]. Wadium bowiem pełni w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego doniosłą rolę – stanowi finansowe zabezpieczenie interesów zamawiającego przed ogólnie pojętym nierzetelnym wykonawcą. Z uwagi na powyższe, kwestia oceny skuteczności wniesienia wadium musi być dokonywana rygorystycznie, ponieważ zabezpieczenie oferty wadium i związana z tym

[7] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 13 stycznia 2016 r. KIO 2694/15 cyt. „Ponieważ wspólne występowanie wykonawców w postępowaniu o udzielenie zamówienia wprost znajduje oparcie w art. 23 Prawa zamówień publicznych („wykonawcy mogą wspólnie ubiegać się o udzielenie zamówienia"), samo złożenie wspólnej oferty w ramach konsorcjum nie może być kwalifikowane jako antykonkurencyjne. Niedopuszczalne jest automatyczne kwalifikowanie złożenia wspólnej oferty w ramach konsorcjum jako zakazanego porozumienia przetargowego, nawet w sytuacji, gdy konsorcjanci samodzielnie spełniają warunki udziału w postępowaniu lub mogą samodzielnie wykonać zamówienie. Taki pogląd stałby w sprzeczności z *ratio legis* art. 23 Prawa zamówień publicznych, który nie wprowadza żadnych ograniczeń w udziale konsorcjum w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego. Celem regulacji z art. 23 ust. 1 Prawa zamówień publicznych jest umożliwienie zarówno uzyskania zamówienia wykonawcom, którzy z różnych przyczyn nie są zdolni do wykonania zamówienia samodzielnie, jak i wykonania zamówienia przez wykonawców zdolnych do jego uzyskania i samodzielnego wykonania, jeżeli samodzielne wykonanie zamówienia byłoby ekonomicznie nieuzasadnione. Istnienie ekonomicznego uzasadnienia złożenia wspólnej oferty wyłącza antykonkurencyjny charakter konsorcjum, gdyż wówczas wyłączenie konkurencji między wykonawcami składającymi wspólną ofertę jest niejako rekompensowane korzyściami dla kontrahentów konsorcjum".

[8] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 27 maja 2015 r. KIO 1016/15 cyt. „Wykonawcy ubiegający się wspólnie o udzielenie zamówienia – zgodnie z art. 141 Prawa zamówień publicznych – ponoszą solidarną odpowiedzialność za wykonanie umowy i wniesienie zabezpieczenia należytego wykonania umowy. Skutkiem wykonania zamówienia przez wykonawców ubiegających się wspólnie o udzielenie zamówienia (konsorcjum) jest to, że każdy z nich z osobna może powoływać się na realizację zamówienia, w realizacji którego uczestniczył – zarówno w sytuacji, gdy wykonawcy ci ubiegają się wspólnie o udzielenie zamówienia, ale i wtedy, gdy dotyczy to każdego z osobna".

[9] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 22 marca 2010 r. KIO/UZP 176/10 cyt. „Przepisy Prawa zamówień publicznych nakazują traktować konsorcjum tj. wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia jako jednolity podmiot, jednego wykonawcę, który jest upoważniony do złożenia oferty, podpisania umowy, realizacji zamówienia publicznego. Realizując wspólnie zamówienie wykonawcy wchodzący w skład konsorcjum ponoszą solidarną odpowiedzialność za jego wykonanie i każdy z nich uzyskuje niezbędne doświadczenie w realizacji prac będących przedmiotem zamówienia, co w konsekwencji powoduje, że każdy z wykonawców biorących udział w konsorcjum może posługiwać się otrzymanymi dokumentami referencyjnymi. Za nieuzasadniony należy uznać pogląd, że członek konsorcjum, który jest solidarnie odpowiedzialny za realizację całego zamówienia, nabywa wyłącznie doświadczenie związane z zakresem prac jakie faktycznie wykonał samodzielnie, a nie nabywa doświadczenia odnośnie prac wykonanych przez innych konsorcjantów. Przepis art. 22 ust. 1 pkt 2 Prawa zamówień publicznych odnosi się do „doświadczenia wykonawcy", a więc wskazuje na konsorcjum jako jeden podmiot. Brak w Prawie zamówień publicznych odrębnej regulacji dotyczącej sposobu nabywania doświadczenia przez członków konsorcjum. Skoro ustawodawca przyjmuje, że „niezbędnym" doświadczeniem ma wykazać się wykonawca, a nie każdy z członków konsorcjum, to brak podstaw do ograniczania zdobytego w ramach konsorcjum doświadczenia wyłącznie do robót faktycznie wykonanych przez członka konsorcjum".

© Itan1409 - Fotolia.com

© nahariyani100 - Fotolia.com

możliwość zaspokojenia się zamawiającego w razie wystąpienia okoliczności wskazanych w przepisach ustawy z 2004 r. Prawo zamówień publicznych muszą pozostawać poza sferą domniemań. Wadium powinno zabezpieczać ofertę od upływu terminu składania ofert. Od tego też momentu zamawiający powinien być uprawniony do zatrzymania wadium. Nie ulega żadnej wątpliwości, że wykonawcy wspólnie ubiegający się o udzielenie zamówienia wnoszą jedno wadium zabezpieczające ich wspólnie złożoną ofertę. Nie ma też żadnych przeszkód, aby np. umowa gwarancji ubezpieczeniowej została zawarta przez jednego z tych wykonawców. Gwarancja wadialna wystawiona na jednego z członków konsorcjum, będącego prawidłowo umocowanym pełnomocnikiem, uprawnionym do działania w imieniu i na rzecz współkonsorcjantów, nawet bez wskazania w treści gwarancji faktu zawarcia konsorcjum oraz bez wskazania pozostałych wykonawców, którzy składają wspólną ofertę, spełnia wymogi ustawowe i stanowi skutecznie wniesienie wadium w postępowaniu o udzielenie zamówienia, zabezpieczając interesy zamawiającego[10]. Wniesienie wadium należy uznać za prawidłowe, jeżeli daje ono zamawiającemu możliwość skutecznego zrealizowania swoich roszczeń w przypadku zaistnienia okoliczności uzasadniających zatrzymanie wadium, wtedy bowiem spełnia ono swoją ochronną rolę. Stwierdzić należy, że w przypadku objęcia gwarancją bankową tylko jednego z wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia, gwarant będzie miał możliwość uchylenia się od zapłaty sumy gwarancyjnej, w sytuacji, gdy przyczyny uzasadniające zatrzymanie wadium zaistnieją po stronie drugiego z wykonawców. Zgodnie z art. 45 ust. 6 pkt 4 Prawa zamówień publicznych wadium może być wnoszone przez wykonawcę w postaci gwarancji ubezpieczeniowych, co w przypadku ubiegania się o zamówienie przez wykonawców w ramach konsorcjum oznacza, że wadium powinno być wniesione przez konsorcjum złożone z wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia. Konsorcjum nie posiada jednak podmiotowości prawnej, a przez to jest niezdolne do zaciągania zobowiązań na własny rachunek, w tym do uzyskania gwarancji wadialnej, jako konsorcjum[11]. Jednocześnie należy zauważyć, że z żadnego przepisu prawa powszechnie obowiązującego, w tym przepisów

[10] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 19 kwietnia 2016 r. KIO 510/16 cyt. „Przepisy Prawa zamówień publicznych nie zawierają odmiennej regulacji co do obowiązku wniesienia wadium przez wykonawców wspólnie ubiegających się o zamówienie, w szczególności nie wymagają, aby każdy z nich zabezpieczył ofertę wadium. Samo ustalenie, który z konsorcjantów dokonał wniesienia wadium nie ma istotnego znaczenia dla stwierdzenia, że oferta jest zabezpieczona wadium. Konieczne jest natomiast prawidłowe przypisanie wadium do oferty złożonej w terminie. Istotnym jest, aby wadium prawidłowo wskazywało zamawiającego oraz postępowanie, w jakim jest wnoszone w celu zabezpieczenia roszczeń o wypłatę sumy gwarancyjnej na wypadek wystąpienia zdarzeń szczegółowo opisanych w treści gwarancji. Skoro gwarant nie bada przed wystawieniem gwarancji oferty, należy przyjąć, iż nie ma to znaczenia dla skuteczności zobowiązania złożonego zamawiającemu wypłaty kwoty zabezpieczonej tytułem wadium w przypadku wystąpienia którejś z okoliczności wskazanych w treści dokumentu. Zgodnie z art. 34 ust. 5 Prawa zamówień publicznych, jeżeli zamówienie na usługi lub dostawy przewiduje prawo opcji, przy ustaleniu wartości zamówienia uwzględnia się największy możliwy zakres tego zamówienia z uwzględnieniem prawa opcji. W sytuacji, gdy wartość zamówienia uwzględnia opcję, w celu ustalenia czy nie zachodzi podejrzenie rażąco niskiej ceny należy porównywać cenę z kwotą szacowaną dla zamówienia podstawowego, wycenionego w ofercie".

[11] Wyrok Krajowej Izby Odwoławczej z dnia 8 października 2015 r. KIO 2067/15 cyt. „Prawidłowości gwarancji wystawionej na jednego członka konsorcjum nie sposób wywieść z art. 23 ust. 3 Prawa zamówień publicznych. Powołany przepis dotyczy relacji między zamawiającym a wykonawcami (o czym świadczy chociażby jego umiejscowienie w dziale II Prawa zamówień publicznych rozdział 1 „Zamawiający i wykonawcy") i nie może stanowić podstawy do wywodzenia jakichkolwiek skutków dla stosunku z gwarancji, który jest niezależny od stosunku podstawowego, tj. zamawiający-wykonawcy. Prawidłowość gwarancji nieobejmującej wszystkich członków konsorcjum nie może być wywodzona z faktu, że gwarancja wadialna jest bezwarunkowa i płatna na pierwsze żądanie. Bezwarunkowość nie oznacza bowiem, że gwarant ponosi odpowiedzialność za zdarzenia, których nie objął ochroną, w tym za działania lub zaniechania podmiotu niewskazanego w treści gwarancji. Każdy z wykonawców może pozyskać dokument gwarancyjny na część kwoty, która jest wymagana przez zamawiającego, jednak również w tym przypadku gwarancja powinna wskazywać, że gwarant wie o wspólnym ubieganiu się takiego wykonawcy o zamówienie i gwarantuje wypłatę wadium w przypadku zatrzymania wadium na skutek zaniechań podmiotów wspólnie ubiegających się o zamówienie. W przypadku objęcia gwarancją bankową tylko jednego z wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia, gwarant będzie miał możliwość uchylenia się od zapłaty sumy gwarancyjnej. Bezpodstawne jest założenie, że gwarant obejmie swoją odpowiedzialnością okoliczności dotyczące wykonawcy, o którym nie miał wiedzy zawierając umowę".

© goir - Fotolia.com

ustawy z 2004 r. Prawo zamówień publicznych nie wynika wymóg wskazania w treści gwarancji wszystkich członków konsorcjum.

Wypada też wspomnieć, iż jeżeli jeden z uczestników konsorcjum umowy zawartej w wyniku udzielenia zamówienia publicznego zawarł umowę z podwykonawcą, któremu nie zapłacił wynagrodzenia, to odpowiedzialność wykonawców w stosunku do inwestora spełniającego to świadczenie na rzecz podwykonawcy jest solidarna. Niewykonanie przez jednego z konsorcjantów umowy zawartej przez niego z podwykonawcą stanowi jednocześnie nienależyte wykonanie umowy zawartej z inwestorem i jako takie rodzi odpowiedzialność kontraktową. Szkoda inwestora polega w takiej sytuacji na wystąpieniu uszczerbku spowodowanego koniecznością spełnienia na rzecz podwykonawcy świadczenia, do którego spełnienia zobowiązany był wykonawca (art. 647(1) § 1 Kodeksu cywilnego). Jeżeli zaś po tej stronie umowy występuje więcej niż jeden podmiot, a ustawa przewiduje solidarną odpowiedzialność wykonawców (art. 141 Prawa zamówień publicznych), roszczenie odszkodowawcze kierowane jest przeciwko wszystkim. Wykonawcy wspólnie ubiegający się o zawarcie umowy ponoszą zgodnie z art. 141 Prawa zamówień publicznych solidarną odpowiedzialność za wykonanie umowy, zatem zgodnie z art. 366 § 1 Kodeksu cywilnego, wierzyciel może żądać całości świadczenia od każdego z wykonawców z osobna[12]. Uprawnienie wierzyciela do wyboru dłużnika, od którego może on żądać spełnienia świadczenia w całości lub w części, nie podlega ograniczeniom, a w takim przypadku stroną w postępowaniu sądowym o zapłatę należności za roboty wykonane w ramach umowy konsorcjum, co do zasady nie może być ani konsorcjum ani lider konsorcjum, lecz wszystkie podmioty wchodzące w jego, gdyż wykonawcy wspólnie ubiegający się o udzielenie zamówienia publicznego są łącznie legitymowani w postępowaniu sądowym o zapłatę. Solidarna odpowiedzialność podmiotów wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia publicznego dotyczy bowiem wykonania umowy oraz wniesienia zabezpieczenia należytego wykonania umowy, nie ma natomiast takiego uprawnienia jedynie jeden z wykonawców, w tym lider konsorcjum.

[12] Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 8 czerwca 2018 r. VI ACa 1197/16 cyt. „Nieważność umowy konsorcjum nie rzutuje na ważność umowy o roboty budowlane (vide: art. 23 Prawa zamówień publicznych). Umowa zawarta w trybie zamówienia publicznego pozostaje ważna, bo konsorcjum jest niczym innym jak wewnętrzną relacją pomiędzy podmiotami znajdującymi się po jednej ze stron umowy, na którą ich kontrahent nie ma żadnego wpływu i która nie kształtuje umowy zawartej z zamawiającym. W takim przypadku do relacji pomiędzy stronami takiego stosunku zastosowanie znajdą reguły ogólne, z tym zastrzeżeniem, że wykonawcy wyłonieni w procedurze podlegającej zamówieniom publicznym są solidarnie odpowiedzialni za wykonanie umowy, bez względu na to, jaka łączy ich relacja (vide: art. 141 Prawa zamówień publicznych)".

specjalistyczne
treści
dla inżyniera

www.inżynierbudownictwa.pl

922 840
użytkowników

2 428 963
odsłon

1 630 347
sesji

Google Analytics, ostatnie 12 miesięcy

wiadomości
z branży

interpretacje
prawne z obszaru
budownictwa

informacje
o wydarzeniach

Pokaż się
specjalistom
branży budowlanej

ogłoszenia o pracę

reklama@wpiib.pl

System rurowy
JACOB
nr 1 w Europie

PROORGANIKA

PRO-ORGANIKA Sp. z o.o.
02-457 Warszawa
ul. Łopuszańska 95
proorganika@proorganika.com.pl
www.proorganika.com.pl
www.eurac.pl

Zakres średnic od DN 60 do DN 1600

Wykonanie materiałowe:
- stal węglowa malowana proszkowo RAL 7032
- stal węglowa ocynkowana (grubość powłoki 60 µm)
- stal nierdzewna AISI 304, AISI 316

Zastosowanie:
- instalacje odpylania, odciągu pyłów i oparów
- instalacje odzysku rozpuszczalników
- instalacje podciśnieniowe i nadciśnieniowe do 0,5 bar

Zalety:
- pełny, kompletny system z tysiącami gotowych sprawdzonych elementów
- szybkość montażu i demontażu
- gwarancja szczelności instalacji
- łatwość czyszczenia
- krótki czas dostawy (największy w Europie magazyn wyrobów gotowych)
- certyfikowana odporność na ciśnienie wybuchu (3, 6 lub 10 bar w zależności od grubości ścianki, średnicy i sposobu łączenia)

Kompletna biblioteka rysunków w 2D (.dwg, .dxf) a także w 3D (.igs, .stp)