

Przewodnik Projektanta

NR 2/2019
kwiecień-czerwiec

ISSN 2543-9146



Modelowanie węzłów w konstrukcjach drewnianych

Projektowanie kondygnacji
podziemnych

Wymagania przeciwpożarowe
dla budynków PM

Energooszczędne centrale
wentylacyjno-klimatyzacyjne

bezpłatne e-wydania dostępne na stronie:

Zamów kolejne
drukowane wydanie publikacji

wypełniając formularz na stronie:

www.izbudujemy.pl/formularze/przewodnikprojektanta

e-wydania

Przewodnik Projektanta

www.izbudujemy.pl/oferta

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



wydanie nr 1/2019



wydanie nr 2/2019

Następne wydanie

ukáže się we wrześniu 2019 r.



WYDAWNICTWO
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA



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

WYDAWCA

**WYDAWNICTWO POLSKIEJ IZBY
INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA Sp. z o.o.**

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

www.wpiib.pl
www.inzynierbudownictwa.pl
www.izbudujemy.pl
www.kreatorbudownictwaroku.pl
biuro@wpiib.pl

Prezes zarządu:

Jaromir Kuśmider

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
Natalia Golek – tel. 662 026 523
n.golek@wpiib.pl
Magdalena Nowakowska – tel. 606 548 976
m.nowakowska@wpiib.pl
Grzegorz Tarnowski – tel. 662 026 522
g.tarnowski@wpiib.pl

ZDJĘCIE NA OKŁADCE

Fotolia.com: Jelena Dautova

DRUK

ArtDruk Zakład Poligraficzny
Print Management: printCARE



NAKŁAD
5000 egz.



Szanowni Państwo,

Mam przyjemność przekazać w Państwa ręce kolejną publikację, mającą na celu szerzenie informacji pomocnych przy projektowaniu obiektów budowlanych i instalacji. Odświeżyliśmy szatę graficzną Przewodnika Projektanta, ale główne jego założenia są niezmiennie – przybliżanie istotnych danych do wzbogacania Państwa wiedzy. Projektowanie konstrukcji kondygnacji podziemnych budynków, wymagania przeciwpożarowe przy projektowaniu obiektów wielokubaturowych, czy modelowanie węzłów w konstrukcjach drewnianych to zagadnienia poruszane w bieżącym wydaniu publikacji. Chciałabym zwrócić Państwa uwagę na inne artykuły, związane np. z energooszczędnymi rozwiązaniami w centralach wentylacyjno-klimatyzacyjnych, czy też poświęcone izolacyjności akustycznej stropów. Oprócz informacji technicznych zamieszczonych w naszym Przewodniku Projektanta warto również zapoznać się z tematami, w których skupiamy się na problematyce cyfryzacji w budownictwie, odstępiania od umowy na prace projektowe lub dotyczącej projektowania zagospodarowania terenu budowy w technologii BIM.

Dodatkowo pragnę Państwa poinformować, że wszystkie nasze publikacje są dostępne bezpłatnie jako e-wydania – zapraszam na stronę www.izbudujemy.pl/oferta.

Życząc Państwu udanej lektury bieżącego numeru Przewodnika Projektanta, przypominam o możliwości zgłaszania swoich uwag i interesujących Państwa zagadnień, z którymi chętnie by się Państwo zapoznali w kolejnych wydaniach. Zapraszam na stronę www.izbudujemy.pl/ankieta i wypełnienie zamieszczonej tu ankiety.

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.



Izolacja akustyczna na wysokim poziomie.

Z bezpieczeństwem niebieskiej linii.

Ciągła niebieska linia Schöck Tronsole® z aprobatą ITB zapewnia skuteczną ochronę przeciw dźwiękom uderzeniowym na klatkach schodowych. Optymalna izolacja aku-

styczna działa wyłącznie jako system w przypadku schodów prostych i zabiegowych.

www.schock.pl/tronsole

6 Aktualności

8 Wyposażenie biur projektowych

11 Modelowanie a realizacja węzłów

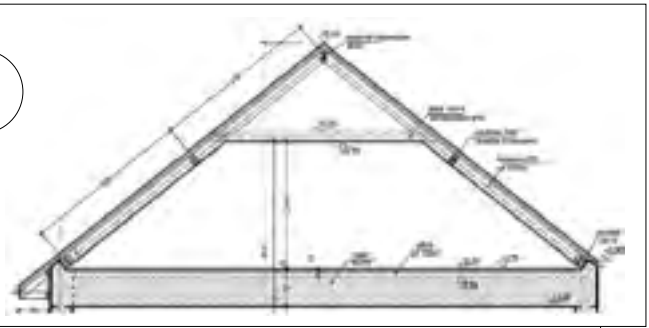
Tomasz Kocharński

Dorota Kram

Klaudia Śliwa-Wieczorek

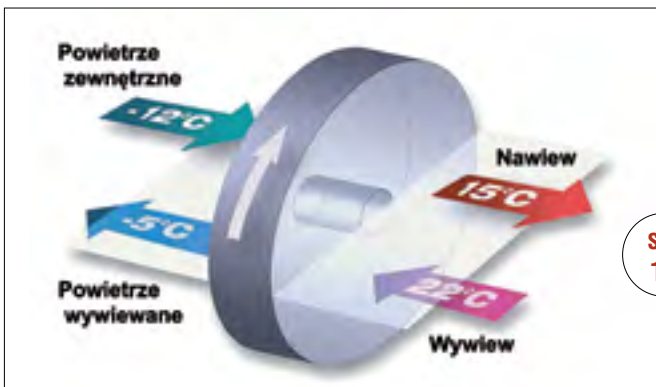
17 Sita Bauelemente gwarantuje zgodne z normami projektowanie systemów odwadniania dachów

Artykuł sponsorowany



Modelowanie a realizacja węzłów

Węzły w konstrukcjach drewnianych są dziś bardzo zróżnicowane. Spotykamy je w tradycyjnych rozwiązaniach ciesielskich, jak i we współczesnych konstrukcjach inżynierskich. Konstrukcje drewniane łączymy zarówno za pomocą wrębów i zaciosów, jak i wysoko uprzemysłowionych łączników.



Energooszczędne rozwiązania w centralach wentylacyjno-klimatyzacyjnych

W artykule przedstawiono zadania instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych oraz związane z nimi funkcje pełnione przez centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Wskazano na przyczyny dużej energochłonności tych instalacji i możliwości oszczędzania energii przez zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło w wyniku stosowania recyrkulacji lub urządzeń do odpływu ciepła, a także przez obniżenie zużycia energii elektrycznej do napędu wentylatorów.

 18 Energooszczędne rozwiązania w centralach wentylacyjno-klimatyzacyjnych
Barbara Lipska

24 BIM a projektowanie zagospodarowania terenu budowy
Krzysztof Kaczorek

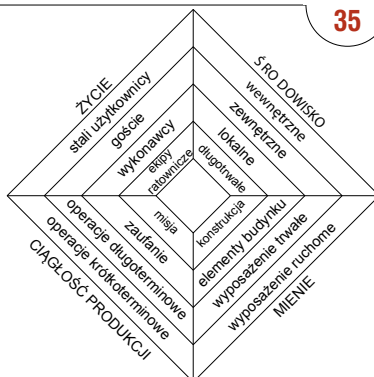
27 5 rzeczy, których jeszcze nie wiesz o drukarkach z serii SureColor-T
Artykuł sponsorowany

28 Przegląd produktów

Membrany dachowe

30 Wytrzymałość elementów murowych
na ściskanie a wytrzymałość murów
na ściskanie
Artykuł sponsorowany

str.
35



Obiekty wielokubaturowe – wymagania przeciwpożarowe przy projektowaniu

Ryzyko wystąpienia pożaru w budynkach produkcyjnych i magazynowych, określanych skrótem PM, jest bardzo duże, nie tylko z racji ich przeznaczenia, ale również z powodu bardzo łagodnych wymagań przepisów przeciwpożarowych dla tych obiektów.

- 35 Obiekty wielokubaturowe – wymagania przeciwpożarowe przy projektowaniu
Dorota Brzezińska

- 40 Niezawodność w bezprzewodowej automatyce budynków – Podual PROXIMA
Artykuł sponsorowany

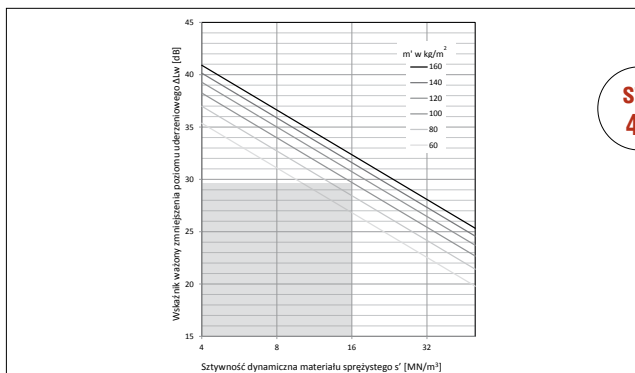
- 41 Odstąpienie od umowy na prace projektowe i roboty budowlane
Mariusz Filipek



str.
41

Odstąpienie od umowy na prace projektowe i roboty budowlane

W umowie można zastrzec, że jednej lub obu stronom przysługiwać będzie w ciągu oznaczonego terminu prawo odstąpienia od umowy. Odstąpienie od umowy nie oznacza, aby wykonawca nie był uprawniony do otrzymania właściwej części wynagrodzenia za prace wykonane przed odstąpieniem.

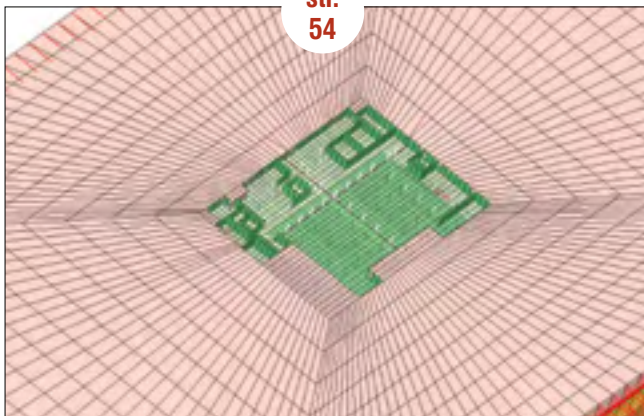


str.
47

Wybrane zagadnienia dotyczące izolacyjności akustycznej stropów

Strop jako element konstrukcyjny rozdzielający kondygnacje musi spełnić szereg wymagań narzuconych przez Prawo budowlane Dz.U. nr 89, poz. 414 niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania obiektu budowlanego i koniecznych z punktu widzenia bezpieczeństwa i komfortu jego użytkowników. Jednym z 7 wymagań podstawowych zawartych w wyżej wspomnianej ustawie jest ochrona przed hałasem.

str.
54



Projektowanie kondygnacji podziemnych w zabudowie miejskiej

W artykule omówiono zagadnienia związane z projektowaniem konstrukcji kondygnacji podziemnych budynków realizowanych w gęstej zabudowie miejskiej. Szczególną uwagę zwrócono na prawidłowość rozpoznania warunków gruntowo-wodnych oraz właściwy dobór modelu geotechnicznego podłoża gruntowego do analiz statyczno-wytrzymałościowych oraz wartości parametrów przyjętego modelu.

44 Wypowiedzi ekspertów i przegląd produktów

CoolStream – chłodzenie hal
Skrzynie rewizyjne do dachów zielonych SitaGreen
Standard SOLBET – systemowe budowanie
Beton komórkowy jako materiał konstrukcyjny
Materiał sponsorowany

47 Wybrane zagadnienia dotyczące izolacyjności akustycznej stropów

Leszek Dulak

54 Projektowanie kondygnacji podziemnych w zabudowie miejskiej

Marian Łupieżowicz

62 Cyfryzacja budownictwa – pytanie o granice regulacji prawnej

Kamil Stolarski



Dofinansowanie terminala LNG w Świnoujściu z Programu Infrastruktura i Środowisko

Podpisano umowę na dofinansowanie z Programu Infrastruktura i Środowisko (POLiŚ) rozbudowy terminala LNG w Świnoujściu. Przedsięwzięcie ma się przyczynić do poprawy bezpieczeństwa energetycznego i rozwoju rynku gazu ziemnego w Polsce. Dofinansowanie z funduszy UE pokryje około 2/3 planowanych kosztów kwalifikowalnych całej inwestycji.

Projekt zakłada rozbudowę morskiego systemu przeładunkowego, budowę lądowego systemu załadunkowego na kolej oraz budowę trzeciego zbiornika LNG wraz z wymaganymi instalacjami i urządzeniami. Umowa na realizację tej inwestycji ma również docelowo zwiększyć możliwości terminala LNG w Świnoujściu w przywracaniu gazu z postaci skroplonej do gazowej (regazyfikacja) z obecnych 5 mld m³ do 7,5 mld m³ rocznie. Aktualne techniczne możliwości regazyfikacyjne terminala LNG zaspokajają 1/3 potrzeb polskiej gospodarki. Po ukończeniu inwestycji ta wartość ma wzrosnąć do ponad połowy potrzeb.

Źródło: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju

Ponad 9,8 mln zł z UE na odnawialne źródła energii

W gminach Pokrzywnica, Obyrte, Ojrzeń oraz w powiecie pułtuskim wykonanych zostanie łącznie 710 instalacji OZE, z czego 697 to instalacje na budynkach prywatnych, a 13 instalacje dotyczy budynków użyteczności publicznej. Decyzją zarządu województwa mazowieckiego projekt otrzymał ponad 9,8 mln zł dofinansowania w ramach RPO WM 2014–2020. Umowę podpisali marszałek Adam Struzik i wójt gminy Pokrzywnica Adam Dariusz Rachuba.

Przedmiotem inwestycji będzie budowa instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii. Dzięki środkom z Unii Europejskiej gmina Pokrzywnica w partnerstwie z gminami Obyrte



i Ojrzeń oraz powiatem pułtuskim wybuduje łącznie 710 instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii do produkcji energii elektrycznej oraz ciepłej. Powstaną cztery rodzaje instalacji – fotowoltaiczne, solarne, powietrzne pompy ciepła i kotły na biomasę.

Źródło: Samorząd Województwa Mazowieckiego

e-faktury m.in. w zamówieniach publicznych

Od 18 kwietnia 2019 r. e-faktury obowiązują w zamówieniach publicznych, koncesjach na roboty budowlane lub usługi oraz partnerstwie publiczno-prywatnym. Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii do obsługi e-faktur, wspólnie z brokerami, uruchomiło dla przedsiębiorców i jednostek publicznych bezpłatną Platformę Elektronicznego Fakturowania.

Ustawa o elektronicznym fakturowaniu w zamówieniach publicznych, koncesjach na roboty budowlane lub usługi oraz partnerstwie publiczno-prywatnym implementuje do polskiego prawa przepisy unijne. Zgodnie z nią będą stosowane e-faktury o odpowiednim formacie. Postać elektroniczna umożliwia automatyczne przetwarzanie faktur przez systemy informatyczne, bez potrzeby uczestnictwa w tym procesie pracownika. Inaczej jest w przypadku faktur w formacie PDF czy papierowych, które wymagają ręcznego wprowadzania danych do systemu księgowego.

18 kwietnia 2019 r. wszedł w życie obowiązek odbierania przez zamawiających ustrukturyzowanych faktur dla zamówień o wartości powyżej 30 tys. euro. Od 1 sierpnia tego roku obejmie on wszystkie zamówienia publiczne. Podmioty publiczne nie mają jednak obowiązku przyjmowania e-faktur w przypadku postępowań ogłoszonych przed 18 kwietnia 2019 r. Obowiązek ten dotyczy zamawiających, którzy są zobowiązani do stosowania przepisów Prawa zamówień publicznych, ustawy o umowie koncesji lub ustawy o partnerstwie publiczno-prywatnym. Wyłączenia dotyczą zamówień związanych z bezpieczeństwem państwa oraz wymagających zastosowania szczególnych procedur.

Platforma Elektronicznego Fakturowania dostępna jest na stronie efaktura.gov.pl.

Źródło: Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii

Umowa na opracowanie dokumentacji dla rozbudowy A2 Warszawa-Łódź

Mazowiecki oddział Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad podpisał umowę na opracowanie elementów koncepcji programowej wraz z materiałami do uzyskania decyzji środowiskowej dla poszerzenia o dodatkowe pasy ruchu autostrady A2 Warszawa do granicy województwa mazowieckiego. Dokumentację w ciągu 19 miesięcy opracuje firma Transprojekt Gdański za 3,4 mln zł.



Umowa na przygotowanie analizy technicznej z elementami koncepcji na budowę trzeciego pasa ruchu na autostradzie A2 od węzła Łódź Północ do granicy z województwem mazowieckim została zawarta 11 marca 2019 r. Oznacza to, że prace przygotowawcze są prowadzone dla całego odcinka Warszawa-Łódź o długości 88 km.

Rozbudowa autostrady A2 od Łodzi do Warszawy polegać będzie na dobudowie trzeciego pasa ruchu od węzła Łódź Północ do węzła Pruszków, a na odcinku węzeł Pruszków-węzeł Konotopa czwartego pasa ruchu. Dobudowa będzie realizowana po wewnętrznych stronach obu jezdni autostrady A2, z wykorzystaniem szerokiego pasa rozdzielu przewidzianego podczas budowy autostrady pod przyszłe poszerzenie. Inwestycja pozwoli na dostosowanie parametrów technicznych autostrady A2 do istniejącego i prognozowanego natężenia ruchu, zwiększenie przepustowości i usprawnienie połączenia drogowego pomiędzy Warszawą a Łodzią.

Prace przygotowawcze będą prowadzone do 2021 roku. Budowa dodatkowych pasów została przewidziana na okres nawet do 3 lat, z uwagi na to, że prace są planowane bez wyłączenia odcinka z ruchu. Łączny koszt rozbudowy może wynieść ok. 600 mln zł.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

NFOŚiGW po raz piąty dofinansuje innowacyjne technologie środowiskowe

W piątym naborze programu priorytetowego Sokół – wdrożenie innowacyjnych technologii środowiskowych Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej poszerzył krąg beneficjentów. Włączono nowe obszary



tematyczne Krajowych Inteligentnych Specjalizacji (KIS), które do tej pory nie były objęte dofinansowaniem. Na przedsiębiorców czeka jeszcze 2 mld zł do podziału.

Przyjmowanie wniosków w piątym z kolei naborze w ramach programu NFOŚiGW Sokół rozpoczęło się 13 maja i potrwa do 31 sierpnia 2019 r. Dofinansowanie przeznaczone jest na realizację przedsięwzięć innowacyjnych na skalę krajową, które charakteryzują się korzyściami dla środowiska naturalnego. Projekty muszą być zgodne z KIS-ami, czyli zidentyfikowanymi priorytetami gospodarczymi wspierającymi badania, rozwój technologiczny i innowacje, przyjętymi przez Radę Ministrów.

W celu rozszerzenia zakresu zainteresowanych podmiotów wybrano tematy służące ograniczeniu materiałochłonności, energochłonności i ilości powstających odpadów w przemyśle przetwórstwa drewna, wykorzystaniu inteligentnych sieci w infrastrukturze. Wsparciem objęto również technologie, materiały i urządzenia fotowoltaiczne, rozwiązania służące ograniczaniu negatywnego oddziaływania na środowisko jednostek pływających, a także konstrukcji morskich służących konwersji energii ze źródeł odnawialnych. Ponadto, w nowym naborze wzięto pod uwagę aktualizację Krajowych Inteligentnych Specjalizacji, która weszła w życie 1.01.2019 r. Wprowadzono nowy obszar: nr 7 – zwany gospodarką w obiegu zamkniętym – woda, surowce kopalne, odpady, łączący wcześniejsze tematy nr 7, 8 i 9. Pozostałe obszary pozostały bez zmian, czyli nadal wnioskować mogą podmioty zainteresowane realizacją projektów z zakresu nowoczesnych biotechnologii w ochronie środowiska, układów wytwarzania, magazynowania, przesyłu i dystrybucji energii, inteligentnego i energooszczędnego budownictwa oraz rozwiązań transportowych.

Źródło: NFOŚiGW

Trzy nowe mosty kolejowe w Krakowie

Dobiegają końca zasadnicze prace przy pierwszym z trzech nowych mostów nad Wisłą w Krakowie. To jeden z kluczowych odcinków inwestycji spółki PKP Polskie Linie Kolejowe SA o wartości niemal 1 mld zł. Przy współfinansowaniu z programu CEF Łącząc Europę powstają nowe przystanki, mosty, estakady i tory. Pociągi między Krakowem Głównym a Krakowem Płaszowem pojadą po nowych



torach, estakadach i mostach nad Wisłą.

W ramach projektu „Prace na linii kolejowej E 30 na odcinku Kraków Główny Towarowy – Rudzice wraz z budową torów linii aglomeracyjnej” powstaną nie tylko dwa nowe przystanki: Kraków Grzegórzki i Kraków Złocień, ale również zostanie przebudowanych osiem stacji i przystanków. Wszystkie obiekty będą dostosowane do potrzeb osób z ograniczoną możliwością poruszania się.

Wprowadzone zostanie czytelne oznakowanie oraz wizualny i głosowy system dynamicznej informacji pasażerskiej. Będzie 200 nowych rozjazdów, 50 km zmodernizowanych torów i sieci trakcyjnej. Dwa nowe lokalne centra sterowania zapewnią bezpieczny i sprawny ruch pociągów. Usprawnienie ruchu drogowego oraz otwarcie przestrzeni w centrum miasta od ul. Kopernika do ul. Miodowej zapewnią nowe, 850-metrowe estakady.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

Kolej na prędkość powyżej 200 km/h na polskich torach

Minister Infrastruktury podpisał nowelizację rozporządzenia w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji. Wyższe prędkości i bezpieczeństwo przejazdu zapewni także montaż nowoczesnych systemów sterowania ruchem kolejowym i modernizacja linii.



© Mykola Mazuryk - Fotolia.com

Najważniejszym aspektem nowelizacji rozporządzenia w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji jest dostosowanie przepisów do planowanego wprowadzenia maksymalnej prędkości pociągów na poziomie 250 km/h.

Nowelizacja rozporządzenia przewiduje także inne rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo ruchu kolejowego. Wśród nich m.in. wprowadzenie bardziej przejrzystego, precyzyjnego i przyjaznego dla maszynisty systemu sygnalizowania na szlaku ograniczeń prędkości. Oprócz tego wszystkie wskaźniki (znaki dla maszynisty przy torach) na nowych, modernizowanych i remontowanych liniach kolejowych będą obowiązkowo wykonane z materiałów odbłaskowych, w celu zapewnienia lepszej widoczności.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

PWSZ Koszalin rozbuduje infrastrukturę kształcenia zawodowego

Nowa hala sportowa, nowa sala audytorijna, zagospodarowany na nowo teren i nowy sprzęt – tak do września 2020 roku zmienić się ma Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Koszalinie. Inwestycja, która wspierana będzie środkami RPO WZ 2014–2020, wpisuje się w jedną z regionalnych specjalizacji związanych z turystyką i zdrowiem. Budowa nowej hali sportowej wraz z łącznikiem, przebudowa istniejącej sali gimnastycznej na aulę audytorijną, zagospodarowanie terenu czy zakup sprzętu ma przede wszystkim poprawić jakość praktycznej nauki na obecnie funkcjonujących wydziałach oraz zachęcić do jej rozpoczęcia na planowanych do uruchomienia kierunkach. Inwestycja będzie realizowana w trybie zaprojektuj i wybuduj. Skorzysta z niej blisko 100 studentów z kierunków: fizjoterapia, ratownictwo medyczne i pielęgniarstwo.

26 kwietnia 2019 roku została podpisana umowa o dofinansowanie przedsięwzięcia. Na poprawę warunków kształcenia koszalińska PWSZ wyda 13 mln zł. 85% kosztów przedsięwzięcia pokryje unijna dotacja Urzędu Marszałkowskiego. To w sumie aż 11 mln zł.

Projekt będzie realizowany w ramach 9 Osi Priorytetowej RPO WZ 2014–2020 „Infrastruktura publiczna”, działanie 9.8 „Infrastruktura szkolnictwa zawodowego – inwestycje w infrastrukturę Państwowych Wyższych Szkół Zawodowych”.

Źródło: Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego



Lenovo ThinkPad X1 Extreme – ekstremalna wydajność i niezawodność

Lenovo ThinkPad X1 Extreme to biznesowy laptop o matrycy 15,6" stworzony z myślą o zaspokojeniu potrzeb nawet najbardziej wymagającego użytkownika. 6-rdzeniowy procesor Intel® H-Series i grafika NVIDIA® GeForce® przyspiesza wykonywanie każdej pracy, także projektowej, a niewielka waga idzie w parze z dużą mocą obliczeniową, najwyższą jakością wykonania oraz wytrzymałą konstrukcją. Laptop został poddany ponad 200 testom jakościowym, które gwarantują działanie komputera w każdych warunkach, nawet ekstremalnych. Jest także odporny na zalania, czy upuszczenia. Komfort pracy gwarantowany jest także przez wygodną klawiaturę i technologie zapewniające najwyższy poziom bezpieczeństwa danych oraz ochronę prywatności. Wydajna bateria, która wytrzyma nawet 15 godz. na jednym ładowaniu, jak i technologia szybkiego ładowania Rapid Charge sprawiają, że na laptopie można polegać nie tylko w biurze, ale także podczas pracy w terenie, czy w podróży służbowej.

Producent: Lenovo



Ładowarka indukcyjna TFC 15 + QC 3.0 C Hama – ekstremalnie szybkie i bezdotykowe ładowanie

Najnowsza ładowarka marki Hama TDC 15 + QC 3.0 C wyposażona jest w technologie Wireless Turbo Fast Charge oraz Qualcomm® + Quick Charge™ 3.0, które gwarantują ekstremalnie szybkie ładowanie, szybsze od tradycyjnych technologii ładowania. Jednocześnie została zagwarantowana maksymalna szybkość ładowania dostosowana do urządzenia. Zastosowany zoptymalizowany proces ładowania oszczędza akumulator oraz wydłuża jego trwałość. Aby skorzystać z ładowarki należy umieścić kompatybilne urządzenie na ładowarce – wówczas zostanie ono szybko i bezprzewodowo naładowane, a tym samym unikamy plątany kabli. Urządzenie gwarantuje także korzystanie z możliwości ładowania przewodowego za pomocą kabla micro USB. Ładowarka posiada zabezpieczenia przed przeładowaniem, przepięciem i zwarcim.

Cena: 159 zł.

Producent: Hama



iiyama ProLite XUB2595WSU-B1 – monitor z obustronną funkcją Pivot

Panel, z którego ma korzystać projektant musi charakteryzować się szeregiem praktycznych rozwiązań. Doskonałym przykładem jest tu model, który zaprezentowała firma iiyama. ProLite XUB2595WSU-B1 wyróżnia się Pivotem, umożliwiającym obrót ekranu w dwie strony. Oprócz możliwości pracy na dokumentach w orientacji pionowej i poziomej rozwiązanie to pozwala na połączenie dwóch ekranów. Zestawiając je z cienką górną krawędzią, otrzymujemy praktycznie nieprzerwany obraz. Monitor ma 25" matrycę IPS o rozdzielczości WUXGA (1920x1200), która w porównaniu z ekranami Full HD oferuje o 11% więcej przestrzeni roboczej. Ekran został zaprojektowany w proporcjach 16:10 i ma szerokie kąty widzenia. Bardzo realistycznie odwzorowuje kolory. Dodatkowo technologia Flicker-free ogranicza migotanie ekranu, a dzięki redukcji niebieskiego światła wzrok nie męczy się. Cena: 1099 zł.

Producent: iiyama





OKI C800 – najmniejsze na rynku drukarki A3

OKI wprowadziło na rynek serię kolorowych drukarek C800 – to najmniejsze na rynku drukarki A3. Urządzenia zostały specjalnie zaprojektowane na potrzeby firm wymagających wysokiej jakości kolorowego druku w formacie A3 przy niskim koszcie nabycia oraz możliwości drukowania wysokojakościowych firmowych dokumentów we własnym zakresie na miejscu w biurze. Te wszechstronne urządzenia zapewniają wysoką jakość wydruków i doskonałe odwzorowanie kolorów, dzięki czemu idealnie sprawdzają się w przypadku wydruków projektów z delikatną kreską, składających się z wielu warstw, czy wymagających precyzyjnego odwzorowania skali. Łączą w sobie możliwość drukowania na szerokiej gamie różnorodnych nośników od A6 aż po banery o długości do 1321 mm, niskie koszty eksploatacji, ekologiczne funkcje, druk mobilny, zaawansowane funkcje zabezpieczeń, kompaktowe rozmiary oraz technologię szybkiego utrwalania, dzięki czemu są bardzo wydajne i energooszczędne. Czas wydruku pierwszej strony to zaledwie 6,3 sekundy, szybkość druku w kolorze do 36 str./minutę.

Producent: OKI



Wacom MobileStudio Pro

Potężne mobilne studio wyposażone w zestaw kreatywnych narzędzi do tworzenia zachwycającej grafiki 2D i 3D. Wacom MobileStudio Pro to w pełni funkcjonalny komputer z procesorem Intel®, dysponujący odpowiednią mocą obliczeniową do obsługi zaawansowanych programów graficznych. Dostępny jest w dwóch rozmiarach (z ekranem o przekątnej 13" lub 16") oraz w różnych konfiguracjach sprzętowych, m.in. z pamięcią RAM do 16 GB, procesorem Intel® Core™ i7, szybkim dyskiem o maksymalnej pojemności 512 GB oraz kartą graficzną NVIDIA® Quadro®. Oprócz tabletu w zestawie znajduje się bezbaterijne, niewymagające ładowania piórko Wacom Pro Pen 2, rejestrujące aż 8192 poziomy nacisku. Specjalna technologia dotykowa rozpoznaje nachylenie piórka, a także eliminuje opóźnienia i efekt paralaksy, gwarantując precyzyjnie odwzorowanie każdego pociągnięcia. Do Wacom MobileStudio Pro można również dokupić przydatne akcesoria, takie jak bezprzewodowa klawiatura Bluetooth®, podstawka Wacom czy adapter Wacom Link umożliwiający podłączenie komputera Mac lub PC.

Producent: Wacom

Fujitsu Celsius J580

Nareszcie klienci nie muszą wybierać pomiędzy wielkością i wydajnością decydując się na małogabarytową stację roboczą w formacie SFF (Small Form Factor). Jako pierwsza na rynku profesjonalna stacja robocza Fujitsu Celsius J580 oferuje pełną wydajność zamkniętą w obudowie o pojemności poniżej 10 litrów. Idealnie nadaje się do obróbki grafiki zarówno 2D, jak i 3D, stanowisk wymagających obsługi wielu monitorów, jak pomieszczenia kontrolne, video monitoring czy domy maklerskie. Co ciekawe, dużej gęstości upakowania podzespołów towarzyszy cicha praca urządzenia przy jednoczesnej niezawodności i wysokiej jakości wykonania. Przykładowo w jego niepozornej obudowie zamontować można w sumie do 7 różnych dysków albo podłączyć do niego 11 monitorów jednocześnie. Oprócz tego możliwe konfiguracje dopuszczają do 64 GB pamięci RAM z ECC, sześciordzeniowe procesory z linii Intel® Core® lub Intel® Xeon® E oraz karty graficzne NVIDIA® Quadro® z wydajnym modelem P2000 włącznie.

Producent: Fujitsu





PROGRAMY INŻYNIERSKIE

W GRUNCIE RZECZY

BeSt CAD

Konstrukcje Betonowe i Stalowe

Działa w środowiskach:

- AutoCAD
- ZWCAD

Dostępne moduły:

żelbet, stal, mosty, drogi,
sprężenie, inżynier,
geotechnika, robot

Best PAL

Obliczanie Pali w Gruncie

Program do obliczania
nośności pali:

- wciskanych,
- wyciąganych,
- obciążonych osiowo,
- pracujących pojedynczo,
- pracujących w grupie.

Best ABUT

Obliczanie Przyczółków Mostowych

Program do:

- modelowania,
- obciążenia,
- obliczania statycznego,
- wymiarowania przyczółków
mostowych.

CADmost

CADmost Projekt s.c. 44-100 Gliwice ul. Plebiscytowa 1
bestcad@cadmost.com.pl (32) 231 11 56 www.bestcad.com.pl





mgr inż. Tomasz Kochański

dr inż. Dorota Kram

mgr inż. Klaudia Śliwa-Wieczorek

Politechnika Krakowska

Wydział Inżynierii Lądowej

Modelowanie a realizacja węzłów

Węzły w konstrukcjach drewnianych są dziś bardzo zróżnicowane. Spotykamy je w tradycyjnych rozwiązaniach ciesielskich, jak i we współczesnych konstrukcjach inżynierskich. Konstrukcje drewniane łączymy zarówno za pomocą wrębów i zaciosów, jak i wysoko uprzemysłowionych łączników. Prosta tradycyjna więźba może być modelowana poprzez schematy belkowe z przegubowymi węzłami, a węzeł ramy drewnianej może coraz bardziej zbliżać się swym modelem do sztywnego zamocowania. Model węzła determinowany jest przez kilka czynników. W konstrukcji drewnianych, bardziej niż w innych rozwiązaniach materiałowych, ważne jest za pomocą jakiego połączenia zrealizujemy węzeł, jednak nie mniej ważna jest jakość realizacji konstrukcji w obrębie węzła.

TRADYCYJNE KONSTRUKCJE CIESIELSKIE

Wpływ węzła na model konstrukcji

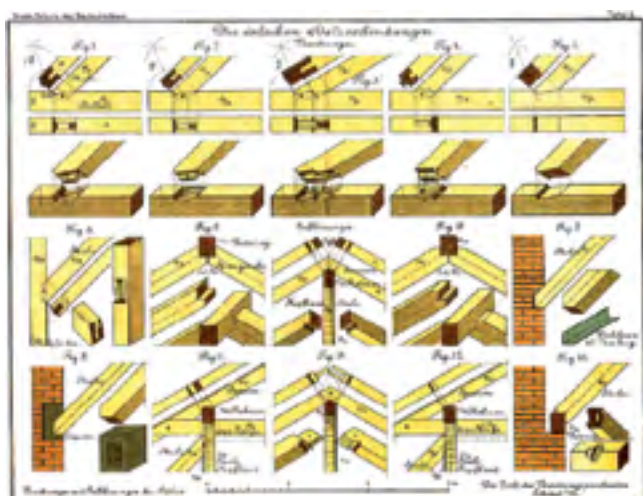
Tradycyjne więzby wymagały od cieśli znajomości różnorodnych form połączeń oraz dużej precyzji ich wykonania. Dzięki tej wiedzy i staranności takie połączenia (rys. 1) można było traktować jako przegubowe i stosować prostą, w świetle dzisiejszej wiedzy nieco uproszczoną, ale wystarczającą analizę ustroju prętowego z przegubami.

Zdarza się jednak na polskim rynku budowlanym, że wraz z rozwojem łączników sworzniowych i okuć, spada „precyzja” niektórych cieśli.

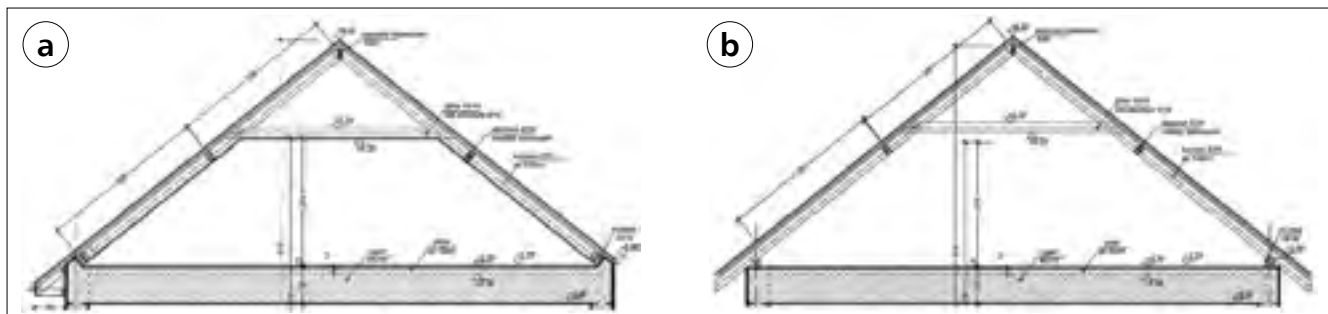
Część „fachowców” zaczęła zbyt mocno ufać gwoździom i blachom węzłowym, doprowadzając swą niedbałością do zmiany schematów statycznych przeanalizowanych przez konstruktora rozwiązań. Mechanizm

ten można zilustrować na przykładzie więzby o schemacie jętkowym. Obecnie rzadko realizuje się te konstrukcje na stropach drewnianych, gdzie węzły podporowe, połączenia krokwi z tramem, można było wykonać wg kilku podstawowych rozwiązań połączeń wrębowych przekazywanych z pokolenia na pokolenia (rys. 1). Dziś bardzo często stropy są żelbetowe i trudno wykorzystać tu połączenie wrębowe. Można więc wykonać podniesiony wieniec żelbetowy (co spotykamy często u naszych zachodnich sąsiadów) lub wykonać połączenia z murlatą/płatwią stopową za pomocą prostego wrębu lub blach węzłowych i gwoździ (rys. 2).

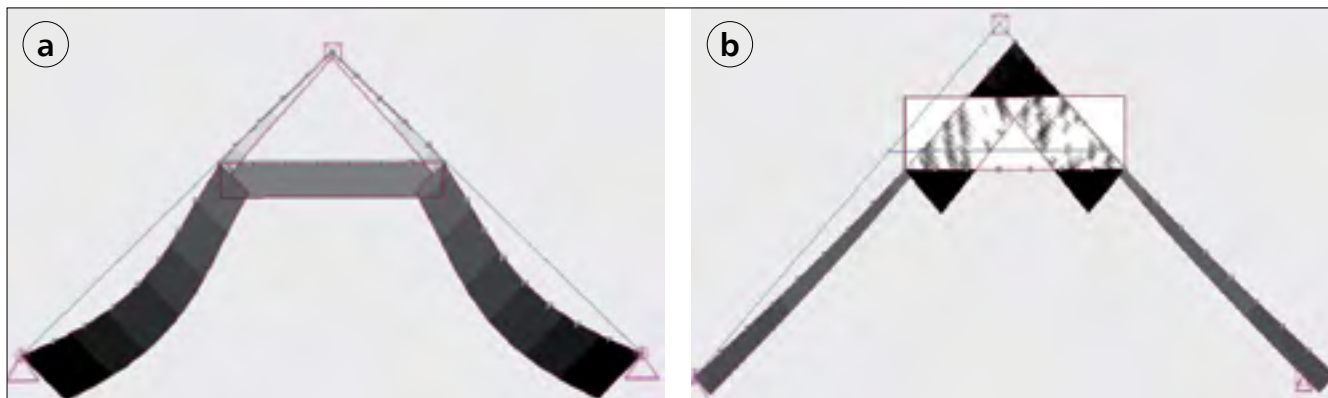
W praktyce to „lub” może mieć kolosalne znaczenie dla rzeczywistej pracy konstrukcji. Projektant bardzo często modelując konstrukcję jętkową założył dolne podpory jako przegubowe nieprzesuwne i uzyskał siły wewnętrzne (przy jednym z możliwych schematów obciążeń) jak na rysunku 3a. Natomiast zdarza się, że można spotkać realizację węzła podporowego w postaci przesuwnej (fot. 1). Efekty takiego działania można zilustrować siłami wewnętrznymi – rys. 3b. Zwolniona w kierunku poziomym jedna z podpór powoduje w jętce znaczącą zmianę – zmienia kierunek siły podłużnej ze ściskającej na rozciągającą, towarzyszy temu znaczący wzrost wartości bezwzględnej, a w konsekwencji dochodzi również do niekorzystnych zmian pracy węzłów krokiew-jętka.



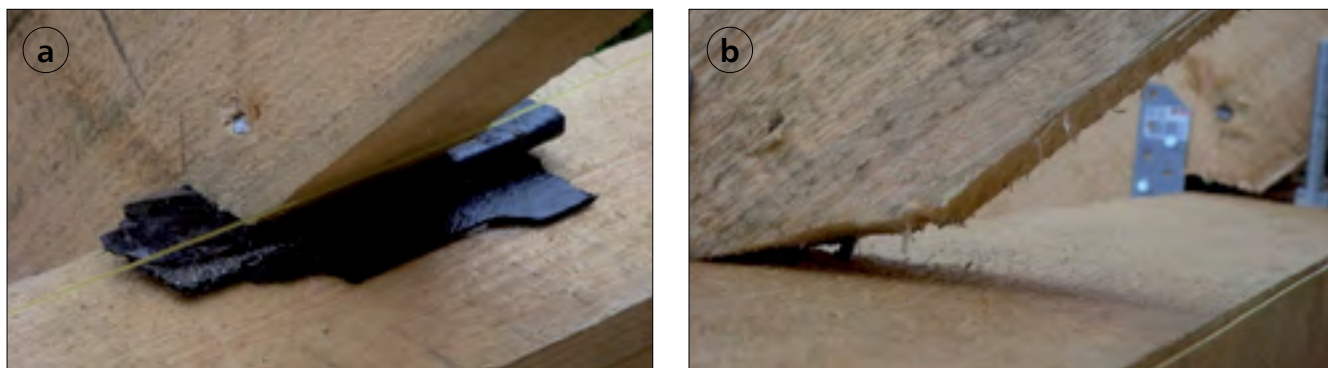
Rys. 1. Różnorodność prostych rozwiązań połączeń ciesielskich dla tradycyjnej konstrukcji dachu [1]



Rys. 2. Możliwości rozwiązania więzby jętkowej na stropie żelbetowym: a) z podniesionym wieńcem, b) z murlatą



Rys. 3. Modelowanie konstrukcji jętkowej: a) obie podpory dolne przegubowe, nieprzesuwne, b) jedna z podpór dolnych przegubowa z przesuwem



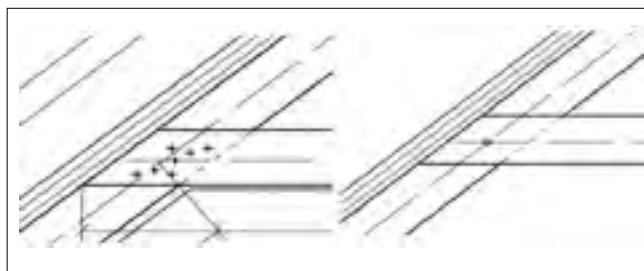
Fot. 1. Węzeł podporowy w złej „praktyce” i próby „ratowania błędów” (fot.: J. Dębowski)

W tradycyjnej więźbie połączenie jętki z krokwią bardzo często rozwiązywano na tzw. jaskółczy ogon z jednym zczepnym łącznikiem sworzniowym (początkowo był to drewniany sworzień, później śruba). Przy zmienionym schemacie statycznym jaskółczy ogon traci swe walory (możliwości przeniesienia docisku) i jeden łącznik trzpieniowy już tu nie wystarczy (rys. 4). Z uwagi na niewielką powierzchnię kontaktu jętka-krokiew wprowadzenie dużej ilości gwoździ też przestaje być realne. W węźle

takim można dziś zastosować pierścień zębaty i dzięki temu wzmocnić ten węzeł. Jednak przy dużych siłach i to może być to niewystarczające. Tak więc na budowie warto zwrócić uwagę na jakość realizacji węzłów.

Wpływ rozwiązań budowlanych na sztywność przestrzenną

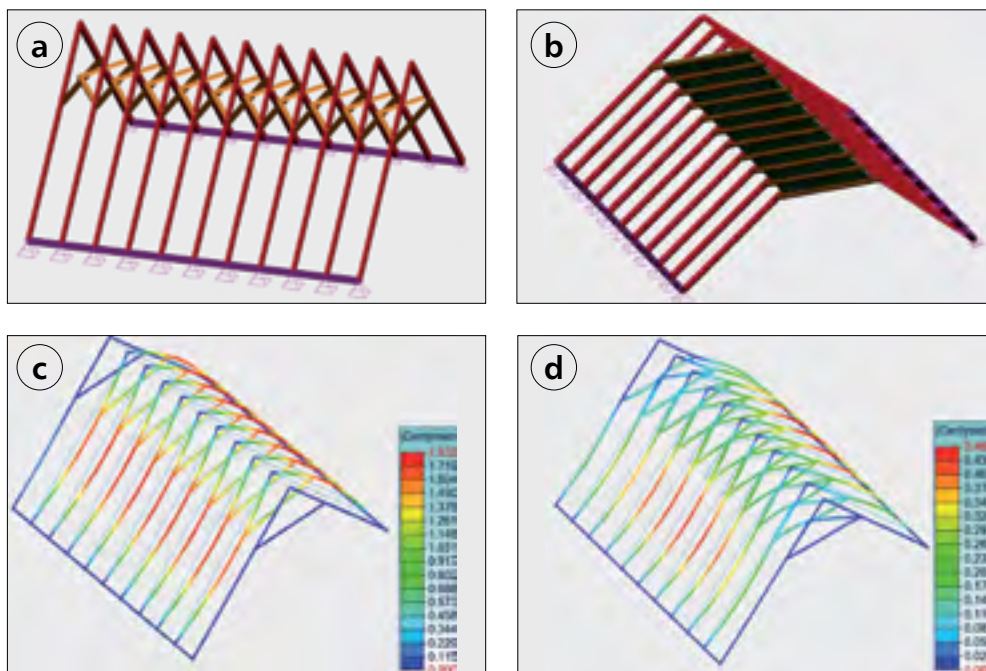
Przy modelowaniu dachu jętkowego ważne jest również uwzględnienie sztywności elementów tej konstrukcji.



Rys. 4. Węzeł krokiew-jętka (zmiany w połączeniu w wyniku zmian schematu)

cji. Różnorodne zagospodarowanie przestrzeni poddasza może pociągać za sobą obudowanie jętki lub pozostawienie jej swobodnej (przestrzeń nad jętką pozostaje otwarta aż do kalenicy). Ten różnorodny sposób

stawienie jej swobodnej (przestrzeń nad jętką pozostaje otwarta aż do kalenicy). Ten różnorodny sposób



Rys. 5. Schematy dachu jętkowego z „jętkami” o różnej sztywności: a) usztywnienie kratownicowe jętki, b) usztywnienie tarczowe jętki, c) odkształcenie chwilowe konstrukcji nieusztywnionej między wiązarami pod działaniem ciśnienia wiatru, d) odkształcenie chwilowe konstrukcji usztywnionej między wiązarami pod działaniem ciśnienia wiatru

rozwiązania „obudowy” jętki i krokwi prowadzi do zmiany pracy elementów konstrukcji. Proste rozwiązanie tego problemu znajdziemy w starych podręcznikach do konstrukcji drewnianych pod pojęciem jętki przesuwnej i nieprzesuwnej [2]. Rozważając jednak problem pod kątem modelu (zwłaszcza dziś w dobie programów komputerowych) dobrze jest go analizować przestrzennie i ze świadomością, które elementy są zdolne do przeniesienia sił wewnętrznych. Aby wygenerować tzw. jętkę nieprzesuwającą zaleca się rozwiązanie płytowe np. deskowanie na wpust i pióro (dziś mogą to być płyty sklejki lub OSB) oraz poprzeczne elementy współpracujące (np. ściany) w odległości nie większej niż dwie

rozpiętości jętki ($L \leq 2b$) lub skratowanie, które wraz z jętkami tworzą dźwigar kratowy (z ograniczeniami $L \leq 8b$) [2]. Jak wynika z modelu odkształcenia konstrukcji (rys. 5c i 5d), stężenie w formie skratowania lub w formie sztywnej tarczy wiążącej

usztywnienia spełnia swoją rolę jedynie, gdy skrajny więzar został sztywno zamocowany do konstrukcji murowanej, najlepiej poprzez wykorzystanie wieńca w poziomie jętki (w formie ramy skośnej), związanego monolitycznie z wieńcem

należy zadbać o scalenie płyty i jętek, aby wyeliminować wyboczenie. Jednak w tym elemencie dodatkowo dojdzie zginanie, uzależnione od obciążenia, które jesteśmy w stanie wygenerować w tej przestrzeni. W rozwiązaniu ze skratowaniem mamy zmianę w pracy krokwi, jednak dla jętki uzależniona będzie od rodzaju skratowania.

Przy modelowaniu dachu jętkowego ważne jest uwzględnienie sztywności elementów tej konstrukcji

wiązary między sobą, prowadzi do znacznego usztywnienia konstrukcji dachowej w kierunku poziomym. Należy zaznaczyć, że taka forma

w poziomie murlaty. W układzie bez usztywnienia jętki pracują na ściskanie i w przecie tym należy uwzględnić wyboczenie. W wariancie ze stropem

Modelowanie węzłów

Warto sobie uświadomić, że najbardziej rozpowszechnione schematy przedstawiania węzłów (tabela 1) są nadal dużym uproszczeniem analizy konstrukcji.

W wielu ośrodkach akademickich wykonuje się prace naukowo-badawcze (rys. 6) pozwalające lepiej

Tabela 1. Graficzne odwzorowanie węzłów podporowych i pośrednich konstrukcji w uproszczonych modelach węzłów

Węzły				
Podporowe			Pośrednie	
Przegubowo-nieprzesuwne	Przegubowo-przesuwne	Sztywne	Sztywne	Przegubowe
				
			Przemieszczenia jak i obrót pomiędzy połączonymi prętami jest niemożliwy	Pozwala na wzajemny obrót prętów

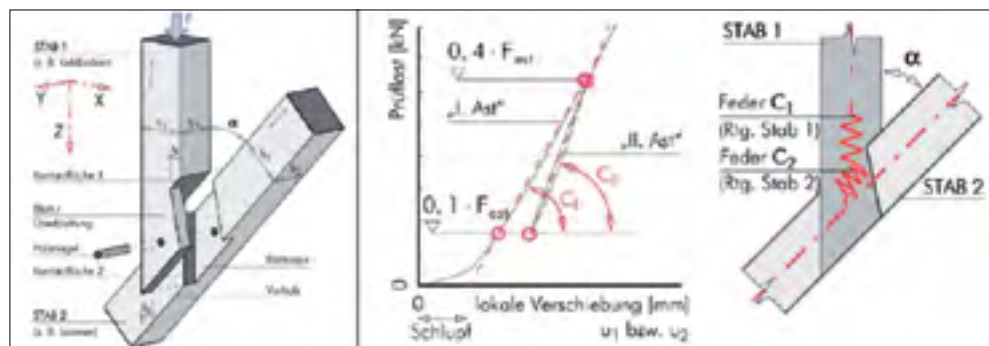
zrozumieć mechanizmy rządzące węzłem, aby w przyszłości lepiej modelować węzeł w programach komputerowych uwzględniając wzajemne relacje drewno-drewno czy drewno-łącznik, a także uwzględniając szerzej rozumianą podatność materiałów.

KONSTRUKCJE INŻYNIERSKIE

Wraz z rozwojem łączników mechanicznych wykorzystywanych do łączenia drewna w węzłach i kształtowaniem konstrukcji pozbawionych w tym obszarze tylko relacji docisku drewno-drewno (jak to ma miejsce w połączeniach na wręby czy czopy) ukształtowało się pojęcie konstrukcji inżynierskich, w których zaczęto osiągać znacznie większe rozpiętości przy lepszych rozwiązaniach. Początkowo stosowano łączniki sworzniowe (sworznie, gwoździe, wkręty, śruby) wzbogacane stopniowo o wkładki i blachy węzłowe. Dziś blachy węzłowe dzięki technologii CNC pozwalają na bardzo precyzyjną współpracę elementów w węźle. Jednak wraz z każdym skokiem technologicznym pojawiał się coraz mocniej problem prawie niedostrzegany w konstrukcjach ciesielskich – podatność.

Podatność

Połączenia w konstrukcjach drewnianych są z natury materii połączeniami podatnymi, a łączniki mechanicz-



Rys. 6. Modelowanie węzłów konstrukcji ciesielskiej [3]

ne bardzo mocno to ilustrują (rys. 7). Czym zatem jest podatność dla konstrukcji drewnianych i jakie modele analizy możemy tu uwzględnić. Najogólniej rzecz ujmując podatność to relacja między wzajemnym przesunięciem (przemieszczeniem)

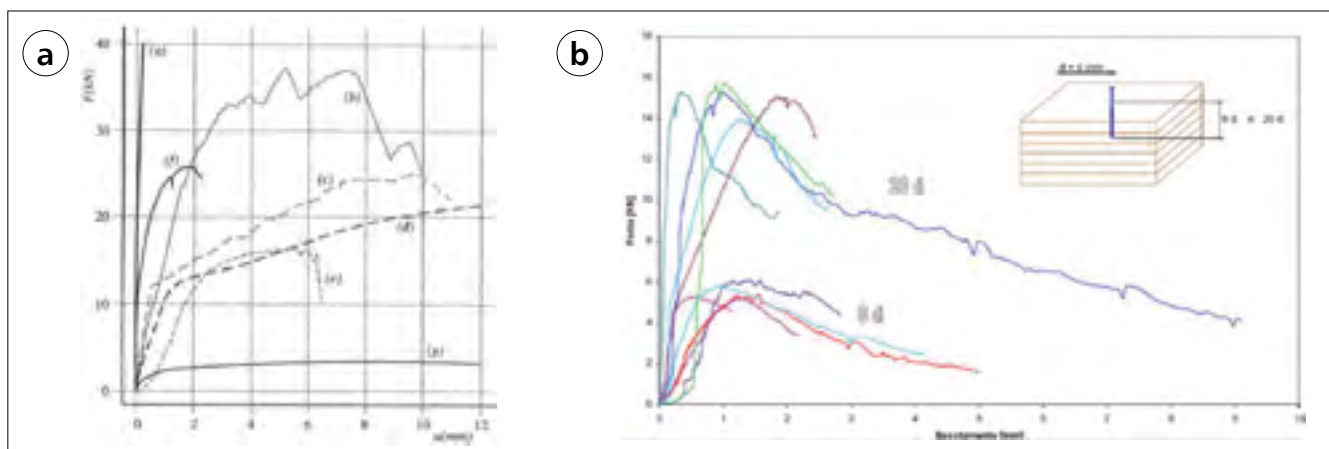
tylko z samej sztywności przekroju. Do końcowych przemieszczeń należy doliczyć również przemieszczenia wynikające z zastosowanych łączników (tak w węzłach, jak i na uciąganiach elementów). Rysunek 7 pokazuje jaki wpływ na przemiesz-

w obrębie sworznia, kołców płytki lub pierścienia. Wpływ na to ma gęstość danego materiału, ale to jeszcze nie koniec. Jak można zauważyć w procedurach Eurokodu 5 [N1] wpływ na podatność ma nie tylko gęstość drewna czy wielkość łącznika. Znaczenie ma również aspekt technologiczny tzn. jak został przygotowany otwór pod łączniki, czy został uprzednio/wcześniej nawiercony, czy łącznik został osadzony mechanicznie bez wstępnego naruszenia struktury materiału. Na marginesie warto też podkreślić, że na prawidłowe zachowanie węzła ma też wpływ rozmieszczenie łączników – wzajemne odległości jak i odległości od krawędzi czy czoła elementu. Niewłaściwy dobór odległości łączników będzie przyczyniał się do powstawania pęknięć, a te z kolei generować mogą nieuwzględnione w analizie dodatkowe przemieszczenia.

Warto zauważyć, iż w konstrukcjach ciesielskich z każdym skokiem technologicznym pojawia się coraz mocniej problem w postaci podatności

elementów a obciążeniem działającym na złącze (element). Podatność konstrukcji drewnianych bardzo mocno reprezentowana jest przez węzeł, tam z czasem generowane są dodatkowe znaczące przemieszczenia całej konstrukcji. Przemieszczenia konstrukcji drewnianej np. takiej jak kratownica, wynikają nie

tylko z samej sztywności przekroju. Do końcowych przemieszczeń należy doliczyć również przemieszczenia wynikające z zastosowanych łączników (tak w węzłach, jak i na uciąganiach elementów). Rysunek 7 pokazuje jaki wpływ na przemiesz-



Rys. 7. Zależność przemieszczenia od siły (podatność): a) różne typy łączników (a – połączenia klejone, b – pierścienie (100 mm), c – dwustronne pierścienie zębate (62 mm), d – dyble (kołki) (14 mm), e – śruba/sworzeń (14 mm), f – płytki perforowane (104 mm²), g – gwoździe (4,4 mm) [4]), b) różne średnice łącznika (gwoźdź) [5]

Podsumowując, zgodnie z EC5 moduł podatności (poślizg) odniesiony do jednej płaszczyzny ścinania oraz do jednego łącznika pod obciążeniem charakterystycznym sworzni, śrub, wkrętów i gwóździ osadzanych w nawiercanych otworach wynosi: $K_{ser} = \rho_m^{1,5} d/25$ (uwaga również na aktualizację EC5).

Należy mieć na uwadze, że proponowane przez normę współczynniki K_{ser} jest formułą ogólną, jedynie proponowaną przez normę, natomiast producenci konkretnych wyrobów w Europejskiej Ocenie Technicznej dla swych łączników podają dokładniejszą formułę np. dla wkrętów konstrukcyjnych Fischer moduł podatności wg ETA-11/0027 [N2] wyrażony jest wzorem:

$$K_{ser} = 780 \cdot d^{0,2} \cdot l_{eff}^{0,4} \text{ [N/mm]}$$

gdzie:

d – zewnętrzna średnica gwintu [mm]

l_{eff} – głębokość wkręcenia w element konstrukcyjny [mm].

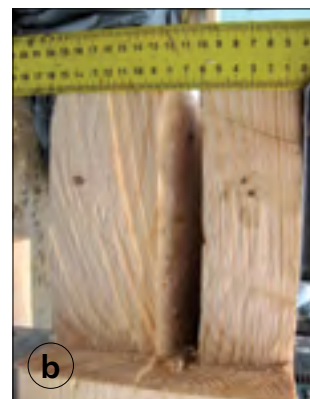
Skoro jesteśmy już świadomi podatności pojedynczego łącznika, należy to teraz przełożyć na podatność węzła.

Modelowanie podatności w węzłach

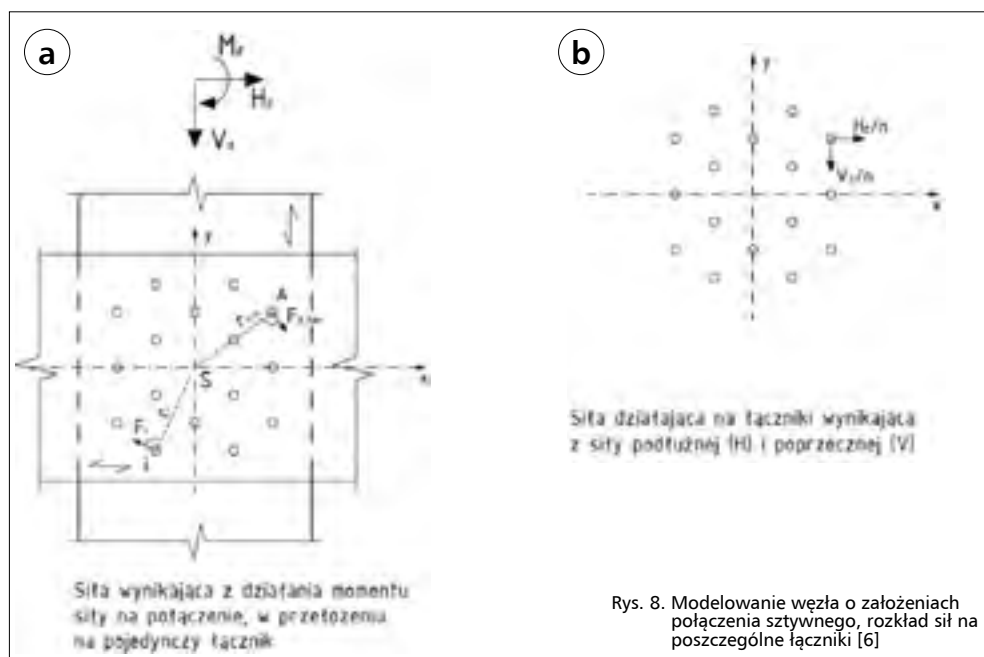
W przypadku projektowania układów ramowych, gdy podczas analizy konstrukcji statycznie niewyznaczalnych zakładamy sztywność całej konstrukcji należy wziąć pod uwagę wpływ podatności węzła. Modele obliczeniowe najczęściej stosowanych programów nie uwzględniają podatności węzłów ram konstrukcji drewnianych, a co za tym idzie

niewuwzględniony jest zwiększony całkowity moment przęsłowy oraz strzałka ugięcia konstrukcji. Aby otrzymać konstrukcję „bezpieczną” należy przeanalizować jednocześnie moment połączenia ramy sztywnej dla SGN oraz ugięcia konstrukcji z uwzględnieniem podatności połączenia dla SGU (czyli zdefiniowanie ręczne sztywności K_{ser} dla zadanego węzła w modelu obliczeniowym).

Oprócz zmiany schematu, na pracę elementów ramy ma wpływ samo rozmieszczenie łączników w węźle. Tu zakładamy zazwyczaj, że wraz ze wzrostem odległości rozmieszczenia łączników od środka ciężkości (często pokrywającego się ze środkiem geometrycznym) rośnie sztywność połączenia, zbliżając się do połączenia określanego jako sztywne.



Fot. 2. Przykładowe niedokładności wykonawcze w obszarze węzła generujące dodatkowe „luzy” – zwiększające końcowe przemieszczenia (fot. autora)



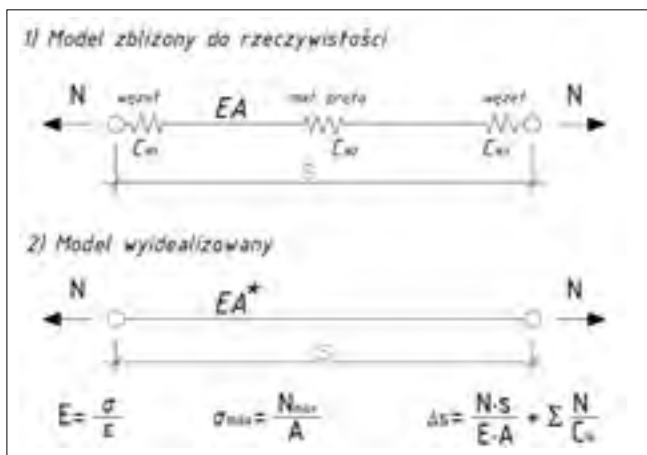
Układ łączników rozmieszczanych w połączeniu modelowanym jako połączenie sztywne powinno odbywać się w sposób zapewniający przeniesienie wszystkich sił przekrojowych jednocześnie, w tym także momentu siły reprezentowanej jako iloczyn siły na ramieniu równym promieniowi od środka ciężkości połączenia, przypadającemu na pojedynczy łącznik.

Jak sobie radzić z uwzględnieniem podatności konstrukcji drewnianych

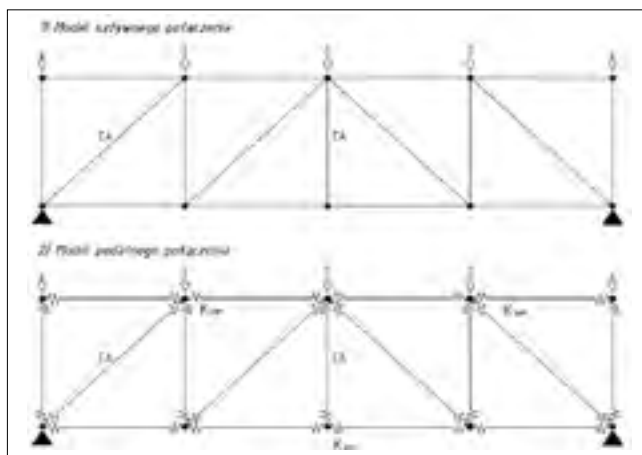
Jednym ze sposobów jest „umiejętne” kształtowanie geometrii np. poprzez zastosowanie wyniesienia montażowego (wstępnej strzałki przeciwnie), którego zadaniem jest



Rys. 9. Podatność węzła, sztywność obrotowa: a) węzeł półsztywny, b) zależność przemieszczenia od działającego na węzeł momentu (porównanie modeli obliczeniowych sztywności z rzeczywistymi), c) sztywność obrotowa węzła (widoczna prosta zależność między parametrem stosowanego łącznika a odległością od środka ciężkości połączenia) [6]



Rys. 10. Założenia analityczne [7]



Rys. 11. Przykładowy modele kratownicy [7]

kompensacja możliwego/późniejszego przemieszczenia.

Można też skorzystać z dostępnych w literaturze przedmiotu [7] modeli. Np. (1) zakładając model prętowy pomiędzy dwoma węzłami o podatności wynikającej z cech materiałowych pręta i osobno dla węzłów lub zakładając zastępczą sztywność EA* całego układu (2) (rys. 10–12).

PODSUMOWANIE

Podczas konstruowania węzłów należy mieć świadomość rozbieżności założeń teoretycznych tych wyidealizowanych w odniesieniu do rzeczywistego konstruowania połączeń. Modelując węzły należy zawsze zastanowić się nad wpływem przyjętego schematu na pracę całego układu. Pamiętać należy, że ze względu na charakter materiału, jakim jest drewno bardzo ciężko w nim wykonać połączenia

węzłów sztywnych nie wymiarować elementów na 100%, lecz z zapasem nośności, aby w przypadku zmiany schematu zapewnić niezmienność całego układu. Należy też mieć na uwadze błędy powstające w wykonawstwie, co również pogłębia niedoskonałości modelu.

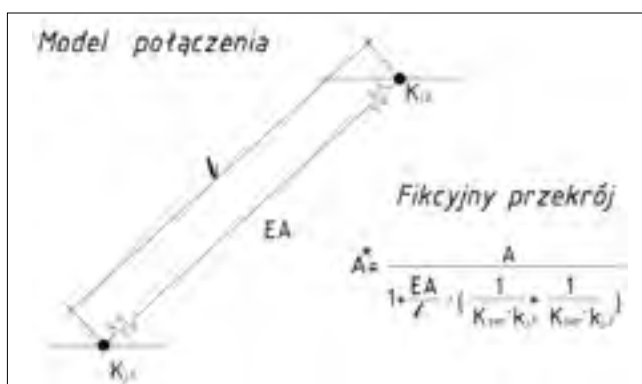
Wśród błędów wykonawczych warto poruszyć:

- brak zgodności otworów w blachach węzłowych i scalanych elementach (brak osiowości otworów) – fot. 2
- korekty nacięć wpływające na redukcję przekroju elementu
- brak osiowości, przesunięcie i niewłaściwe nacięcia
- stosowanie innych łączników niż te wskazane w dokumentacji projektowej, ingerencja w rodzaj stali do wykonania okuć, niewłaściwe zabezpieczenie antykorozyjne

Podczas projektowania węzłów sztywnych nie należy wymiarować elementów na 100%, lecz z zapasem nośności, aby w przypadku zmiany schematu zapewnić niezmienność całego układu

idealnie sztywne. Niejednokrotnie założenie sztywnych węzłów w modelu niekoniecznie pokryje się z rzeczywistą pracą konstrukcji, dlatego tak ważne jest, aby podczas projektowania

- zbyt duży rozstaw łączników
 - obecnie w EC5 [N1] brak jest zapisu, który określałby maksymalne odległości pomiędzy łącznikami;
 - zbyt duże rozstawy łączników



Rys. 12. Model połączenia kratownicy, uwzględnienie podatności poprzez wprowadzenie przekroju zastępczego/fikcyjnego [7]

mogą być przyczyną m.in.
powstawania pęknięć (szczególnie dla wysokich pełnościennych dźwigarów)
samowolne wprowadzanie podziałów montażowych elementów w celu zmniejszenia długości transportowej. ⚠

2. Michniewicz W., *Konstrukcje drewniane*, Arkady, 1958.
3. Müller Andreas, Vogel Mareike, Lang Stefan, Sausser Flavien, *Historische Holzverbindungen*, Berner Fachhochschule, 2016 (www.ahb.bfh.ch).
4. Materiały edukacyjne do projektowania i badania konstrukcji drewnianych – TEMTIS, Podręcznik 1 – Konstrukcje drewniane, 2008 (Leonardo da Vinci Pilot Project Educational Materials for Designing and Testing of Timber Structures CZ/06/B/F/PP/168007).
5. Simone Antonio, *Raport z badań płyt klejonych* (<http://www.old-dist.unina.it/doc/tesilaur/2007.Simone.pdf>).
6. Porteous J., Kermani A., *Structural Timber Design to Eurocode 5*, Blackwell Publishing, UK, 2007.
7. Zeszyt tematyczny, *Holzbau Handbuch - Verbindungsmittel*, Informationsdienst Holz, R2T2F2, Düsseldorf, 1991.

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. PN-EN 1995-1-1:2010-04 Eurokod 5
– Projektowanie konstrukcji drewnianych – Część 1-1: Postanowienia ogólne – Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
- N2. Europejska Ocena Techniczna nr ETA – 11/0027 (26.10.2016 r.), Wkręty do użytku w konstrukcjach drewnianych, Fischerwerke, Niemcy.

LITERATURA

1. Stade Franz, Die Holzkonstruktionen
(oryginal 1904), Reprint Verlag Leipzig,
1999.



Sita Bauelemente

gwarantuje zgodne z normami projektowanie systemów odwadniania dachów

Właściwie dobrany system odwadniania stanowi kluczowy element bezpieczeństwa konstrukcji.

Pamiętajmy, iż zalegająca woda opadowa na dachu jest poważnym zagrożeniem dla konstrukcji. Każde 10 cm słupa wody to 100 kg obciążenia na każdy m² powierzchni.

Najczęstszymi przyczynami pętrzenia się wody opadowej na dachu jest niedrożna instalacja odwodnienia głównego oraz brak prawidłowego systemu odwadniania awaryjnego czy też instalacja o zbyt małej wydajności lub błędna lokalizacja wpustów. Jakimi więc normami i przepisami kierować się przy projektowaniu odwadniania?

Instalacja powinna być wykonana z wyrobów spełniających wymagania normy PN-EN 1253-2:2015-03, w której wskazano między innymi minimalne wydajności wpustów dachowych przy określonym spiętrzeniu słupa wody. Wymiarowanie i dobór elementów (zgodnie z Rozp. Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75, poz. 690 z 2002 r. wraz z późniejszymi zmianami) powinno odbywać się na podstawie założeń opisanych w obowiązującej normie PN-EN 12056-3, w której przedstawio-

no wartości natężeń deszczem miarodajnym. Wielkości natężenia opadów atmosferycznych zawarte w ww. normie stanowią dane wyjściowe i w znaczący sposób wpływają na ilości wyliczonej wody opadowej, jaką powinien odprowadzić projektowany system odwodnienia. Obecna norma PN-EN 12056-3 zastąpiła PN-92/B-01707, w której miarodajne natężenie deszczem określono na min. 300 l/s·ha. Obecnie obowiązująca norma nie jest w tym zakresie tak jednoznaczna i wprowadza dwie metody wyznaczenia przez projektantów wspomnianej wartości:

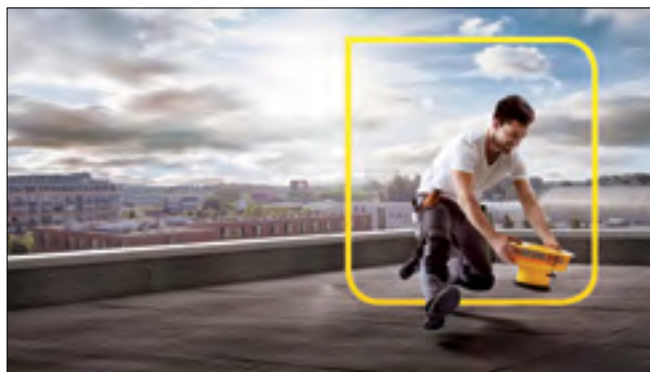
- w przypadku, gdy istnieją wystarczające dane statystyczne o opadach atmosferycznych, dotyczące występowania deszczu nawałnych o określonym natężeniu i czasie trwania
- w przypadku, gdy nie istnieją dane statystyczne o opadach atmosferycznych, minimalne natężenie opadów powinno być okre-

ślone przez projektanta w zakresie od 0,010 do 0,060 l(s·m²).

Niejednoznacznie określona wartość natężenia deszczu powoduje, iż projektanci pozostają bez jednoznacznej odpowiedzi co do określenia lub wyboru wartości natężenia opadem miarodajnym. Punkt pierwszy nie wskazuje jaka instytucja miałaby takie dane, rzetelne i miarodajne, udostępnić. Punkt drugi mówi, aby przyjąć wartość z tablicy 1 odpowiednio do miejsca sytuowania obiektu, co faktycznie sprowadza się do uwzględnienia danych o opadach z miejsca lokalizacji obiektu. Jakie dane wobec tego przyjąć i jak ocenić miarodajny opad do miejsca posadowienia obiektu?

Powyższa sytuacja sprawia, iż konieczna jest zatem przy obliczeniach współpraca projektantów z firmami zajmującymi się produkcją

systemów odwadniania dachów z naciskiem na firmy dysponujące profesjonalnym działem technicznym, posiadającym niezbędną wiedzę. Sita Bauelemente od 40 lat wspiera projektantów, instalatorów czy architektów, służąc niezbędną wiedzą i wieloletnim doświadczeniem. Należy pamiętać, iż profesjonalne doradztwo powinno być zakończone pisemnym potwierdzeniem z niezbędnymi obliczeniami wybranego systemu odwadniania głównego oraz systemu odwadniania awaryjnego. Te dwa elementy stanowią bowiem nieodłączną część kompleksowego rozwiązania odwadniania odnoszącego się do konkretnej sytuacji budowlanej. Musimy być bowiem świadomi, iż zgodnie z prawem budowlanym każda ze stron ponosi odpowiedzialność czy to za poprawne dobranie, czy też zaprojektowanie systemu odwadniania. <





Energooszczędne rozwiązania w centralach wentylacyjno-klimatyzacyjnych

W artykule przedstawiono zadania instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych oraz związane z nimi funkcje pełnione przez centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Wskazano na przyczyny dużej energochłonności tych instalacji i możliwości oszczędzania energii przez zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło w wyniku stosowania recyrkulacji lub urządzeń do odzysku ciepła, a także przez obniżenie zużycia energii elektrycznej do napędu wentylatorów. Podano informacje o przepisach krajowych i europejskich dotyczących energooszczędności w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych w obiektach mieszkalnych i niemieszkalnych, ze szczególnym zwróceniem uwagi na wymogi dotyczące sprawności urządzeń do odzysku ciepła oraz jednostkowej mocy wentylatorów. Przedstawiono różne rodzaje central wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, mając na uwadze kryteria podziału związane bezpośrednio lub pośrednio z odzyskiem ciepła.

Zadaniem instalacji wentylacyjnej jest utrzymanie właściwego stanu powietrza w pomieszczeniu w wyniku nawiewania do niego odpowiednio przygotowanego powietrza zewnętrznego i usuwania zanieczyszczonego przez zasymilowanie ciepła, wilgoci, pyłów lub gazów. W okresie zimowym dodatkową funkcją tej instalacji jest ogrzewanie powietrza nawiewanego w celu utrzymania wymaganej temperatury powietrza w pomieszczeniu. Instalacja klimatyzacyjna jest instalacją wentylacyjną, w której zachodzi bardziej wszechstronne uzdatnianie powietrza: ogrzewanie i nawilżanie zimą oraz chłodzenie i osuszanie latem, dzięki czemu możliwe jest utrzymanie w pomieszczeniu zalecanych wartości parametrów powietrza: temperatury i wilgotności względnej, niezależnie od warunków zewnętrznych. Funkcje te realizowane są w zespole urządzeń noszącym nazwę centrali wentyla-

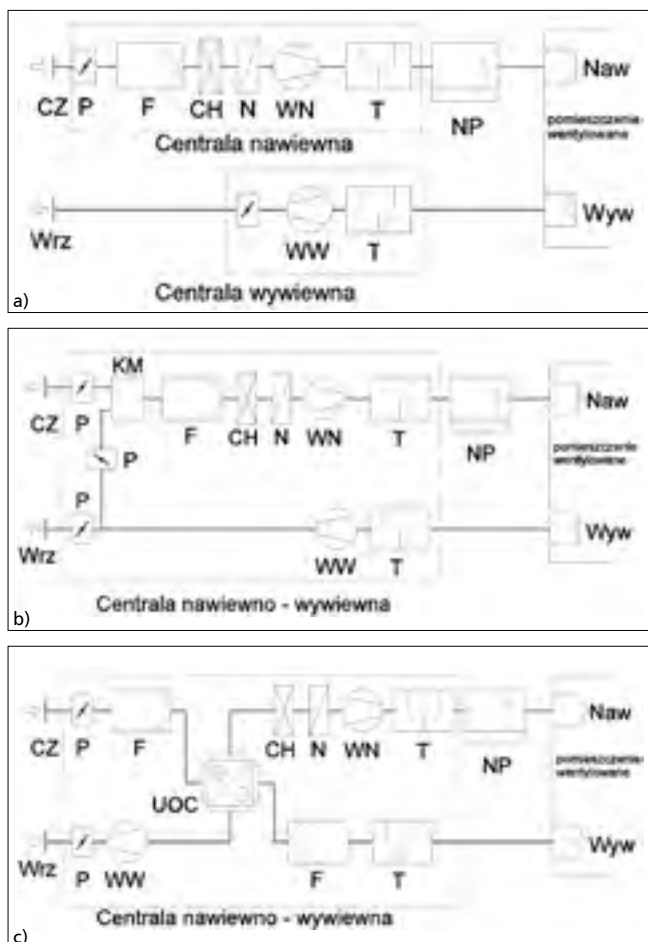
ne w przewodach poza centralą, co ułatwia wchłanianie pary wodnej przez powietrze. Ponadto w centralach realizowane jest oczyszczanie powietrza w filtrach oraz tłumienie hałasu, generowanego głównie przez wentylatory, w tłumikach akustycznych.

Instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne są bardzo energochłonne, gdyż zachodzi konieczność doprowadzenia do nich dużej ilości ciepła, potrzebnego do ogrzania powietrza zewnętrznego w zimie (w naszych warunkach klimatycznych co najmniej o 40 K) oraz do przygotowania pary wodnej do nawilżenia powietrza (o minimum około 4 g/kg powietrza), a także chłodu niezbędnego do ochłodzenia i osuszenia powietrza klimatyzującego w okresie letnim. Ponadto do napędu wentylatorów niezbędna jest energia elektryczna. Jej wartość zależy od potrzebnej mocy wentylatora, którą oblicza się jako iloczyn jego wydajności oraz sprężu, który

Instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne są bardzo energochłonne, gdyż doprowadza się do nich dużą ilość ciepła i energii elektrycznej

cyjnej lub klimatyzacyjnej (rys. 1a) przez nagrzewnice, nawilzacze, chłodnice oraz wentylatory – nawiewny i wywiewny. Należy jednak zauważyć, że stosowane zazwyczaj nawilzacze parowe są zainstalowa-

ne w przewodach poza centralą, co ułatwia wchłanianie pary wodnej przez powietrze. Ponadto w centralach realizowane jest oczyszczanie powietrza w filtrach oraz tłumienie hałasu, generowanego głównie przez wentylatory, w tłumikach akustycznych.



Rys. 1. Schematy instalacji klimatyzacyjnej: a) w układzie otwartym, b) z recykulacją powietrza wywiewanego, c) z urządzeniem do odzysku ciepła. Oznaczenia na schematach: CH – chłodnica, CZ – czynniki, F – filtr, KM – komora mieszania, N – nagrzewnica, Naw – nawiewnik, NP – nawilżacz parowy, P – przepustnica, T – tłumik akustyczny, UOC – urządzenie do odzysku ciepła, WN – wentylator nawiewny, WW – wentylator wywiewny, Wyw – wywiewnik

NAJWAŻNIEJSZE ASPEKTY PROJEKTOWANIA ENERGO-OSZCZĘDNEJ INSTALACJI WENTYLACYJNEJ LUB KLIMATYZACYJNEJ

Oszczędność energii w instalacjach wentylacyjnych lub klimatyzacyjnych sprowadza się zatem do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i chłód oraz obniżenia mocy elektrycznej wentylatora. Związana jest zatem z parametrami pracy urządzeń wchodzących w skład centrali wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej.

Zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło można uzyskać przez:

1. Zastosowanie recykulacji powietrza wywiewanego

Na rys. 1b przedstawiono schemat instalacji klimatyzacyjnej z recykulacją

powietrza. Mieszanie powietrza następuje w komorze mieszania, będącej częścią centrali wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej. Powietrze wentylacyjne lub klimatyzujące, będące mieszaniną powietrza recykulacyjnego z zewnętrznym, ma w okresie zimowym wyższą temperaturę i wartość wilgoci, a w okresie letnim niższe wartości tych parametrów niż powietrze zewnętrzne. Stąd wynika mniejsze zapotrzebowanie na ciepło lub chłód do przygotowania tego powietrza [2]. Wartości parametrów mieszaniny zależą od udziału w niej powietrza zewnętrznego, który wynika ze względów higienicznych. Zgodnie z obowiązującymi rozporządzeniami krajowymi [N1, N2], w pomieszczeniach pracy udział

ten nie może być mniejszy niż 10%, a w pomieszczeniach nie będących pomieszczeniami pracy powinien odpowiadać co najmniej strumieniowi objętości powietrza 20 m³/h na jedną przebywającą na stałe osobę. Należy jednak zauważyć, że w niektórych pomieszczeniach stosowanie recykulacji powietrza nie jest dozwolone. Dotyczy to obiektów, w których wydzielają się szkodliwe zanieczyszczenia chemiczne i biologiczne, nieprzyjemne zapachy oraz możliwe jest nagłe zwiększenie stężenia niebezpiecznych substancji chemicznych, a także w przestrzeniach zagrożonych wybuchem [N2]. W budynku opieki zdrowotnej recykulacja powietrza może być stosowana tylko za zgodą i na warunkach określonych przez właściwego inspektora sanitarnego [N1]. Ponadto w okresie letnim stosowanie recykulacji nie zawsze jest opłacalne, gdyż może powodować, zwłaszcza w przypadku wentylacji bez chłodzenia, podwyższenie temperatury powietrza.

2. Zastosowanie urządzeń do odzysku ciepła

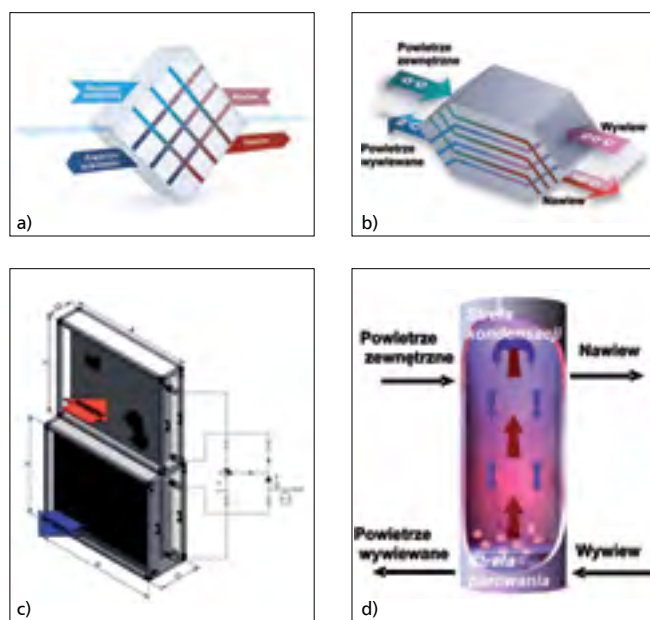
Na rys. 1c przedstawiono schemat instalacji klimatyzacyjnej z urządzeniem do odzysku ciepła (UOC).

Instalacje takie doprowadzają do pomieszczenia powietrze w 100% zewnętrzne. W okresie zimowym ciepło pobierane z powietrza usuwanego, jest przekazywane w UOC do powietrza nawiewanego. W okresie letnim natomiast zachodzi proces odwrotny [2]. Ze względu na sposób przekazywania ciepła urządzenia dzieli się na [3]:

- rekuperatory – w których ciepło, wyłącznie jawne (czyli powodujące zmianę temperatury powietrza), przekazywane jest przez przegrodę (np. płytę) oraz
- regeneratory – w których przekazywanie ciepła jawnego następuje przez masę akumulacyjną. Są też urządzenia z masą akumulacyjno-higroskopijną z materiałem sorpcyjnym, pochłaniającym wilgoć z powietrza. Oprócz wymiany ciepła jawnego zachodzi w nich przekazywanie wilgoci, a co za tym idzie przepływ ciepła utajonego.

Rekuperatory dzieli się na:

- z bezpośrednim przepływem ciepła, do których zalicza się przede wszystkim wymienniki krzyżowo-płytowe (rys. 2a) oraz przeciwprądowe, również o budowie płytowej (rys. 2b)



Rys. 2. Rekuperatory: a) krzyżowo-płytowy [5], b) przeciwprądowy [5], c) z medium pośredniczącym z wymuszonym obiegiem (glikolowy) [6], d) rurka cieplna grawitacyjna (zimna) [7]

- z medium pośredniczącym, których przykładem są urządzenia z wymuszonym pompą obiegiem glikolu pomiędzy dwoma wymiennikami ciepła (tzw. glikolowe) (rys. 2c) oraz rurki cieplne (heat pipe) grawitacyjne lub kapilarne (rys. 2d) z samoczynnym obiegiem czynnika chłodniczego.

Do grupy rekuperatorów z medium pośredniczącym, którym jest w tym przypadku czynnik chłodniczy, zaliczyć można również pompy ciepła, dla których w okresie zimowym dolnym źródłem jest powietrze usuwane, a górnym źródłem powietrze nawiewane, natomiast w okresie letnim odwrotnie [4].

no-higroskopijną następuje w wyniku zmiany ustawienia zespołu przepustnic powietrza.

Parametrem charakteryzującym urządzenia do odzysku ciepła jest sprawność temperaturowa (dla rekuperatorów) lub entalpijna (dla regeneratorów z odzyskiem wilgoci) [2]. Wyraża ona stosunek ciepła odzyskanego w wymienniku do traconego w przypadku, gdyby wymiennik ten nie był zainstalowany. Istotnym problemem związanym z odzyskiem ciepła i pośrednim wpływającym na zmniejszenie efektywności energetycznej instalacji jest możliwość zaszronienia wymiennika

gdyż ze względu na niewielkie różnice temperatury pomiędzy powietrzem usuwanym i zewnętrznym odzyskana energia może być mniejsza niż nakłady energetyczne poniesione na pokonanie oporów przepływu powietrza przez wymiennik. Aby tego uniknąć, powietrze zewnętrzne jest kierowane przez obejście UOC. Stosowanie odzysku ciepła w lecie powinno być zatem każdorazowo ocenione pod kątem opłacalności.

Drugim aspektem zmniejszenia zużycia energii jest obniżenie mocy elektrycznej wentylatora, które uzyskuje się przez zmniejszenie strat ciśnienia w instalacji, a zatem przede wszystkim przez zwiększenie wymiarów poprzecznych centrali klimatyzacyjnej. Istotne jest także zwiększenie sprawności wentylatora.

PRZEPISY KRAJOWE I DYREKTYWY EUROPEJSKIE DOTYCZĄCE ENERGOOSZCZĘDNOŚCI W INSTALACJACH WENTYLACYJNYCH I KLIMATYZACYJNYCH

Opisane w poprzednim rozdziale aspekty energooszczędności znajdują odzwierciedlenie w rozporządzeniu krajowym i rozporządzeniu Komisji Europejskiej w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią [N3].

Odnosnie do UOC Rozporządzenie Ministra Infrastruktury [N1] wymaga, aby „w instalacjach wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewno-wywiewnej lub klimatyzacji komfortowej o wydajności 500 m³/h i więcej (...) stosować urządzenia do odzyskiwania ciepła o sprawności temperaturowej co najmniej 50% lub recyrkulację, gdy jest to dopuszczalne”. „Wymagań tych można nie stosować w przypadku instalacji używanych krócej niż przez 1000 godzin w roku”. Tak niska wymagana wartość sprawności temperaturowej wynika z intencji prawodawcy, aby umożliwić stosowanie w instalacjach

glikolowych wymienników z medium pośredniczącym, które mają niską wartość tego parametru. Są one jednak przydatne w sytuacjach, gdy centrala wywiewna jest zlokalizowana w dużej odległości od nawiewnej lub zachodzi potrzeba eliminacji przecieku powietrza wywiewanego do nawiewanego, np. dla pomieszczeń, w których nie jest dozwolona recyrkulacja powietrza.

Równolegle obowiązujące Rozporządzenie Komisji UE [N4] dotyczy prawie wszystkich instalacji, z wyjątkiem rzadko spotykanych urządzeń o mocy poniżej 30 W, pracujących w temperaturze poniżej -40°C i powyżej +100°C, a także w warunkach sprzyjających wybuchowi lub służących jedynie zapewnieniu bezpieczeństwa pożarowego. Przewiduje ono podział systemów wentylacji mechanicznej na przeznaczone dla obiektów mieszkalnych i niemieszkalnych, co warunkuje również taki sam podział central pracujących w tych systemach. Przez systemy dla obiektów mieszkalnych (SWM) rozumie się instalacje o wydajności centrali do 250 m³/h lub do 1000 m³/h, jeśli producent deklaruje, że urządzenie jest przeznaczone wyłącznie dla budynków mieszkalnych. Natomiast systemy dla obiektów niemieszkalnych (SWNM) mają wydajność central powyżej 1000 m³/h lub powyżej 250 m³/h, jeśli producent nie deklaruje ich przeznaczenia dla budynków mieszkalnych. Wszystkie systemy dwukierunkowe DSW (czyli nawiewno-wywiewne) muszą być wyposażone w UOC. Nie przewiduje się stosowania recyrkulacji, chociaż nie ma informacji o jej zakazie.

W odniesieniu do SWNM zapisany jest warunek minimalnej sprawności cieplnej wszystkich urządzeń do odzysku ciepła w systemach wentylacyjnych dwustronnych (nawiewno-wywiewnych), z wyjątkiem UOC z medium pośredniczącym 73%, a urządzeń z medium pośredniczącym 68%. Pojawiają się sygnały, że stosowane dotąd

Parametrem charakteryzującym urządzenia do odzysku ciepła jest sprawność temperaturowa lub entalpijna

Regeneratory produkowane są jako:

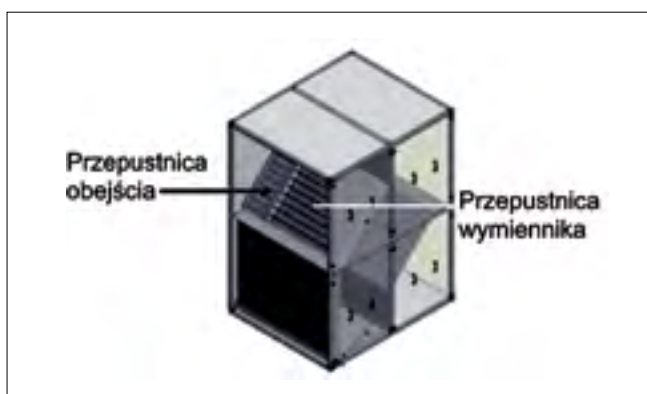
- obrotowe (rys. 3a) – z rotorem wypełnionym masą akumulacyjną lub akumulacyjno-higroskopijną, z którą na przemian kontaktuje się powietrze zewnętrzne i usuwane
- nieruchome (rys. 3b) – w których cykliczny naprzemienny kontakt powietrza usuwanego i zewnętrznego z dwoma blokami wypełnionymi masą akumulacyj-

po stronie powietrza wywiewanego w zimie [2]. Usuwanie lub zapobieganie temu zjawisku może być związane z dodatkowym nakładem energii elektrycznej, np. na wstępne ogrzanie powietrza zewnętrznego.

Należy zauważyć, że w naszych warunkach klimatycznych stosowanie urządzeń do odzysku ciepła w okresie letnim nie zawsze jest opłacalne,



Rys. 3. Regeneratory
a) obrotowy [5], b) nieruchomy [6]



Rys. 4. Sposób realizacji obejścia UOC na przykładzie wymiennika krzyżowo-płytkowego [6]

najczęściej w centralach wymienniki krzyżowo-płytkowe nie spełniają tego wymagania i muszą być wycofane lub udoskonalone. Zastępuje je się też wymiennikami przeciwprowymi, które charakteryzują się wyższą sprawnością. Są też problemy z uzyskaniem wymaganej wartości tego parametru przez wymienniki glikolowe. Aby ją osiągnąć, konieczna jest przebudowa tych wymienników [8] lub zmniejszenie prędkości czołowej przepływu powietrza, co wiąże się ze zwiększeniem przekroju poprzecznego centrali.

Duża rozbieżność wartości tego wskaźnika pomiędzy zapisami przepisów krajowych a europejskich wynika także zapewne ze sposobu jego określania. Sprawność odzysku ciepła wg rozporządzenia Komisji (UE) [N4] dla SWNM określana jest dla warunków suchych, przy zrównoważonym przepływie obu strumieni masy powietrza, przy różnicy temperatury pomiędzy strumieniem powietrza usuwanego i świeżego równej 20 K. Natomiast polski prawodawca [N1] sposobu tego nie definiuje, co każe się domyślać, że chodzi o wartość średnią w ciągu okresu stosowania odzysku ciepła. Należy jednak zauważyć, że nadmierne zwiększanie sprawności temperaturowej UOC sprowadza niebezpieczeństwo zamarzania wymiennika po stronie powietrza wywiewanego, co z kolei powoduje pojawienie się nakładów energetycz-

nych na odszranianie i powinno to być każdorazowo sprawdzone przy doborze UOC.

Rozporządzenie komisji (UE) [N4] przewiduje, że wszystkie UOC muszą być wyposażone w obejście odzysku ciepła po stronie powietrza zewnętrznego, pozwalające na regulację wydajności wymiennika, a także dające możliwość usuwania zaszronienia, w przypadku jego wystąpienia (rys. 4). W regenerato-

rach obrotowych funkcję tę pełni regulator obrotów rotora.

W przypadku systemów wentylacji w budynkach mieszkalnych (SWM) sprawa odzysku ciepła uwzględniona jest poprzez ograniczenie wartości jednostkowego zapotrzebowania energii (JZE). Jest to wskaźnik zawierający informacje o przypadającej rocznie na 1 m² powierzchni pomieszczenia lub budynku sumie pobranej ilości energii elektrycznej do napędu wentylatorów i energii grzewczej zużywanej do odszraniania wymiennika, pomniejszonej o energię odzyskaną w efekcie stosowania UOC. Obecnie wymagane jest, aby wartość JZE dla klimatu umiarkowanego nie przekraczała -20 kWh/(m²/rok). Szczegółowe informacje o procedurze obliczania JZE znajdują się w załączniku VIII do rozporządzenia Komisji (UE) [N4].

Odnosnie do drugiego aspektu oszczędności energii w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych Rozporządzenie Ministra Infrastruk-

tury [N1] zaleca ograniczenie wartości jednostkowej mocy wentylatora, czyli mocy odniesionej do jednostkowej wydajności wentylatora i wyrażonej w kW/(m³/s). Przy obliczaniu sprężu wentylatora, potrzebnego do określenia jego mocy, uwzględnione powinny być w tym przypadku straty ciśnienia zarówno w centrali, jak i w pozostałych częściach instalacji. Wartości maksymalne tego parametru w zależności od rodzaju wentylatora i instalacji zestawione są w tab. 1.

Dopuszcza się zwiększenie mocy właściwej wentylatora w przypadku zastosowania filtrów i UOC wymienionych w tab. 2.

Nieco inne podejście do ograniczenia mocy wentylatora prezentuje Rozporządzenie Komisji UE [N4] dla systemów SWNM. Wprowadzone jest pojęcie jednostkowej wewnętrznej mocy wentylatora części pełniących funkcje wentylacyjne JMW, wyrażonej w W/(m³/s). Oznacza to, że przy jej wyznaczeniu uwzględnia się tylko moc elektryczną potrzebną do

Tabela 1. Maksymalne wartości mocy właściwej wentylatora [N1]

Lp.	Rodzaj i zastosowanie wentylatora	Maksymalna moc właściwa wentylatora [kW/(m ³ /s)]
1.	Wentylator nawiewny: a) instalacja klimatyzacji lub wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	1,60
	b) instalacja wentylacji nawiewno-wywiewnej bez odzysku ciepła oraz wentylacji nawiewnej	1,25
2.	Wentylator wywiewny: a) instalacja klimatyzacji lub wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	1,00
	b) instalacja wentylacji nawiewno-wywiewnej bez odzysku ciepła oraz wentylacji nawiewnej	1,00
	c) instalacja wywiewna	0,80

Tabela 2. Dodatkowa moc właściwa wentylatorów [N1]

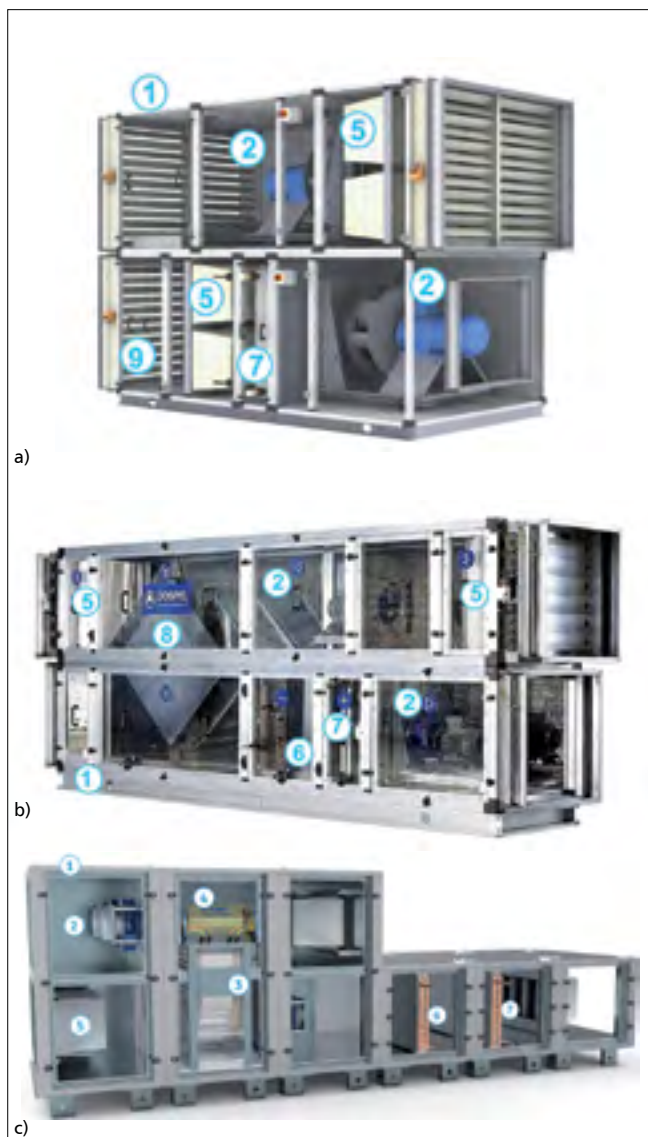
Lp.	Dodatkowe elementy instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej	Dodatkowa moc właściwa wentylatora [kW/(m ³ /s)]
1.	Dodatkowy stopień filtracji powietrza	0,3
2.	Dodatkowy stopień filtracji powietrza z filtrami klasy H10 i wyższej	0,6
3.	Filtry do usuwania gazowych zanieczyszczeń powietrza	0,3
4.	Wysoko skuteczne urządzenie do odzysku ciepła (sprawność temperaturowa większa niż 67%)	0,3

pokonania oporów przepływu powietrza przez urządzenia wchodzące w skład tzw. konfiguracji wzorcowej. Dla instalacji nawiewno-wywiewnej obejmuje ona obudowę, wentylatory nawiewny i wywiewny, czyste filtry „bardzo dokładny” na nawiewie i „dokładny” na wywiewie (opisane w załączniku IX do rozporządzenia) oraz UOC, niezależnie od rzeczywistej konfiguracji centrali.

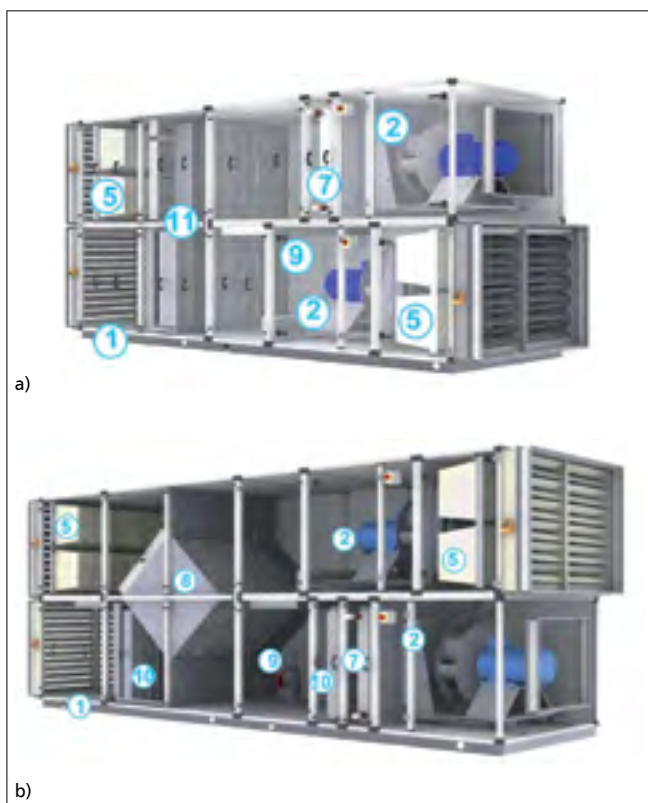
Maksymalną wartość JMW oblicza się każdorazowo zgodnie ze wzorami podanymi w załączniku III do Rozpo-

ządzenia [N4]. Zależy ona od wartości znamionowego wydatku powietrza (tylko dla wydajności mniejszej lub równej $2 \text{ m}^3/\text{s}$), od rodzaju UOC (z podziałem na urządzenia z medium pośredniczącym i pozostałe), nadwyżki sprawności termicznej UOC nad wymaganą minimalną oraz uwzględnienia korektę związaną z rzeczywistie zainstalowanym filtrem.

W przypadku systemów SWM Rozporządzenie to nie podaje wymagań odnośnie do wartości maksymalnych JMW.



Rys. 5. Centrale z jednostopniowym odzyskiem ciepła: a) z recyrkulacją w wykonaniu basenowym [6], b) z wymiennikiem krzyżowym [9], c) z wymiennikiem obrotowym [6]. Oznaczenie na rysunkach: 1 – obudowa, 2 – wentylator, 3 – wymiennik obrotowy, 4 – układ sterowania, 5 – filtr, 6 – chłodnica, 7 – nagrzewnica, 8 – wymiennik krzyżowy, 9 – komora mieszania



Rys. 6. Przykładowe centrale z wielostopniowym odzyskiem ciepła w wykonaniu basenowym [6]: a) z grawitacyjnymi rurkami ciepła i recyrkulacją, b) z wymiennikiem krzyżowo- płytowym, recyrkulacją i pompą ciepła [6]. Oznaczenie na rysunkach: 1 – obudowa, 2 – wentylator, 5 – filtr, 7 – nagrzewnica, 8 – wymiennik krzyżowo- płytowy, 9 – komora mieszania, 10 – pompa ciepła, 11 – rurki ciepłe

Dla poprawy efektywności wykorzystania mocy wentylatora w Rozporządzeniu zapisane jest wymaganie wyposażenia wszystkich central wentylacyjnych w napęd wielobiegowy (silnik wentylatora, który może pracować z co najmniej trzema różnymi stałymi prędkościami oraz z prędkością zerową w trybie spoczynku) albo w układ bezstopniowej regulacji prędkości obrotowej wentylatora.

Ponadto biorąc pod uwagę fakt dużego wpływu zanieczyszczenia filtrów na wzrost oporów przepływu powietrza w instalacji, rozporządzenie wymaga stosowania w centrach wentylacyjnych z filtrem mechanizmów wizualnego ostrzegania o konieczności wymiany filtra lub alarmu w systemie sterowania, które włączają się, jeżeli strata ciśnienia w filtrze przekracza maksymalną dopuszczalną stratę końcową.

RODZAJE CENTRAL WENTYLACYJNYCH I KLIMATYZACYJNYCH

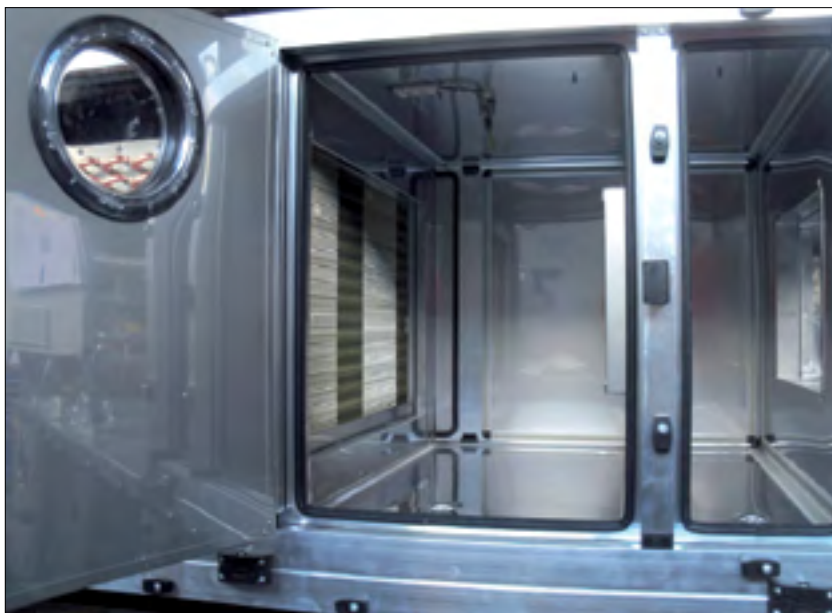
Z punktu widzenia energooszczędności oprócz podziału na centrale do obiektów mieszkalnych i niemieskalnych istotne jest zróżnicowanie central ze względu na zastosowany sposób odzysku ciepła. Wyróżnia się centrale z jednostopniowym i wielostopniowym odzyskiem ciepła. Do tej pierwszej grup zalicza się centrale z:

- recyrkulacją powietrza wywiewanego, dopuszczane jedynie przez przepisy krajowe (rys. 5a)
- UOC, którymi najczęściej są wymienniki krzyżowo- płytowe (rys. 5b) lub wymienniki obrotowe (rys. 5c).

Złożona budowa central z drugiej grupy służy zwiększeniu odzysku ciepła w systemie. Przykładem takich rozwiązań może być układ dwustopniowy z rurkami ciepła i recyrkulacją, pokazany na rys. 6a lub trójstopniowy:



Fot. 1. Sposoby lokalizacji central: a) standardowa [9], b) podwieszana [10], c) dachowa [11]



Fot. 2.
Wykonanie centrali w wersji higienicznej [12]

wymiennik krzyżowo- płytowy, recykulacja i pompa ciepła (rys. 6b).

Są również inne kryteria podziału central, związane tylko pośrednio z energooszczędnością. Ze względu na lokalizację wyróżnia się centrale:

- standardowe (fot. 1a) – ustawione na podłodze maszynowni wentylacyjnej
- podwieszane (fot. 1b) – pod sufitem, raczej o małych wymiarach poprzecznych obudowy
- dachowe (fot. 1c) – charakteryzujące się m.in. większą grubością izolacji obudowy, zblokowaniem z czerpnią i wyrzutnią powietrza oraz zabezpieczeniem przeciw opadom atmosferycznym.

Ze względu na przeznaczenie oprócz standardowych wyróżnia się centrale specjalnego wykonania:

- centrale basenowe, które ze

względu na wymagane parametry powietrza w hali pływalni powinny uwzględniać recykulację powietrza wywiewanego [4] i być zabezpieczone przed działaniem chloru (rys. 5a i 6)

- centrale higieniczne, przeznaczone do pomieszczeń czystych, takich, jak np. obiekty służby zdrowia, charakteryzujące się m.in. gładkim wykonaniem obudowy od strony wewnętrznej, możliwością podglądu, łatwym dostępem do czyszczenia i wysoką skutecznością zastosowanych filtrów (fot. 2). <

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75, poz. 690, z późn. zm. – tekst jednolity obowiązujący od dnia 1 stycznia 2018 r.).

- N2. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jednolity z 28 sierpnia 2003 r., Dz.U. z 2003 r., nr 169, poz. 1650, z późn. zm.).

- N3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią.

- N4. Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 1253/2014 z dnia 7 lipca 2014 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla systemów wentylacyjnych.

LITERATURA

1. Lipska B., *Projektowanie wentylacji i klimatyzacji. Urządzenia i przewody*,

Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2018.

2. Lipska B., *Projektowanie wentylacji i klimatyzacji. Podstawy uzdatniania powietrza*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2018.

3. Pelech A., *Wentylacja i klimatyzacja. Podstawy*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2013.

4. Lipska B., Trzeciakiewicz Z., *Projektowanie wentylacji i klimatyzacji. Zagadnienia zaawansowane*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2018.

5. www.klingenburg.pl

6. www.frapol.com

7. www.spc-hvac.co.uk

8. Müller J., *Praktyczne konsekwencje wymagań dyrektywy ErP w projektowaniu wentylacji*, Rynek instalacyjny, 1–2/2018, str. 24–28.

9. www.dospel.com

10. www.klimor.pl

11. www.climagold.com

12. www.bartoszwentylacja.com.pl



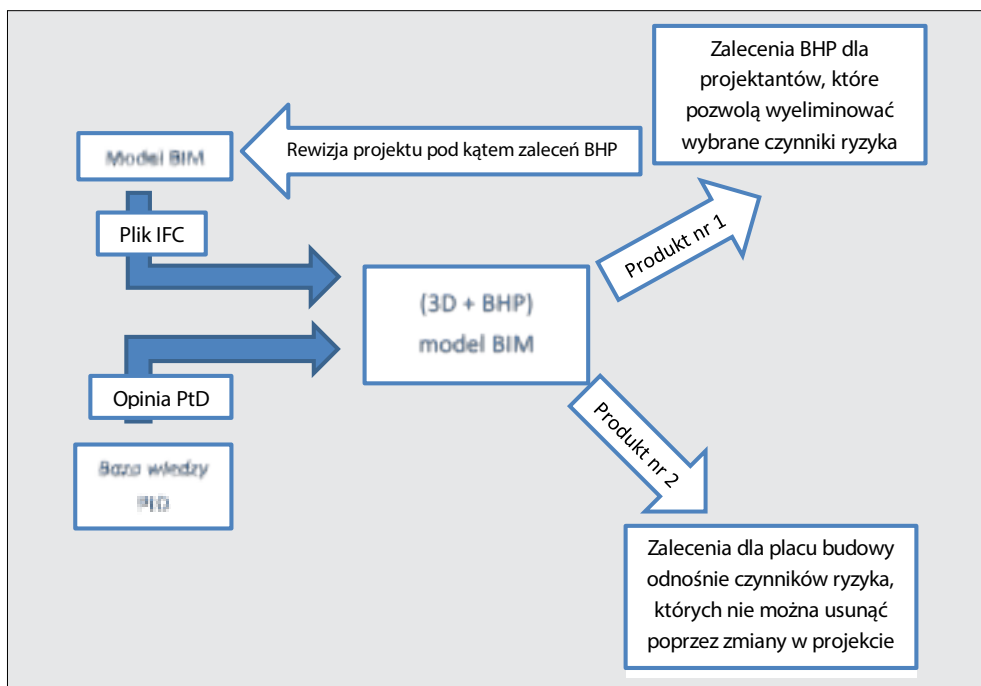
BIM a projektowanie zagospodarowania terenu budowy

Inżynierowie pracujący na budowach stale otrzymują kolejne ciekawe rozwiązania technologiczne, które zwiększają efektywność ich działań. Wśród udogodnień można wymienić dedykowane aplikacje wykorzystujące rzeczywistość rozszerzoną, drony, systemy radarowe usprawniające pracę ciężkiego sprzętu budowlanego czy oprogramowanie zamieniające zwykłe maszyny w „inteligentne” [1]. Nie można również pominąć możliwości, jakie otwiera przed kadrą inżynierską technologia modelowania informacji o budynku (BIM). W artykule „Korzyści z projektowania w BIM” [2] omówiono zasadę działania oprogramowania oraz przedstawiono wybrane korzyści wynikające z jego zastosowania. W przedmiotowym artykule zostaną szerzej omówione zalety związane z projektowaniem w BIM zagospodarowania terenu budowy.

Podstawowe elementy, które składają się na teren budowy to:

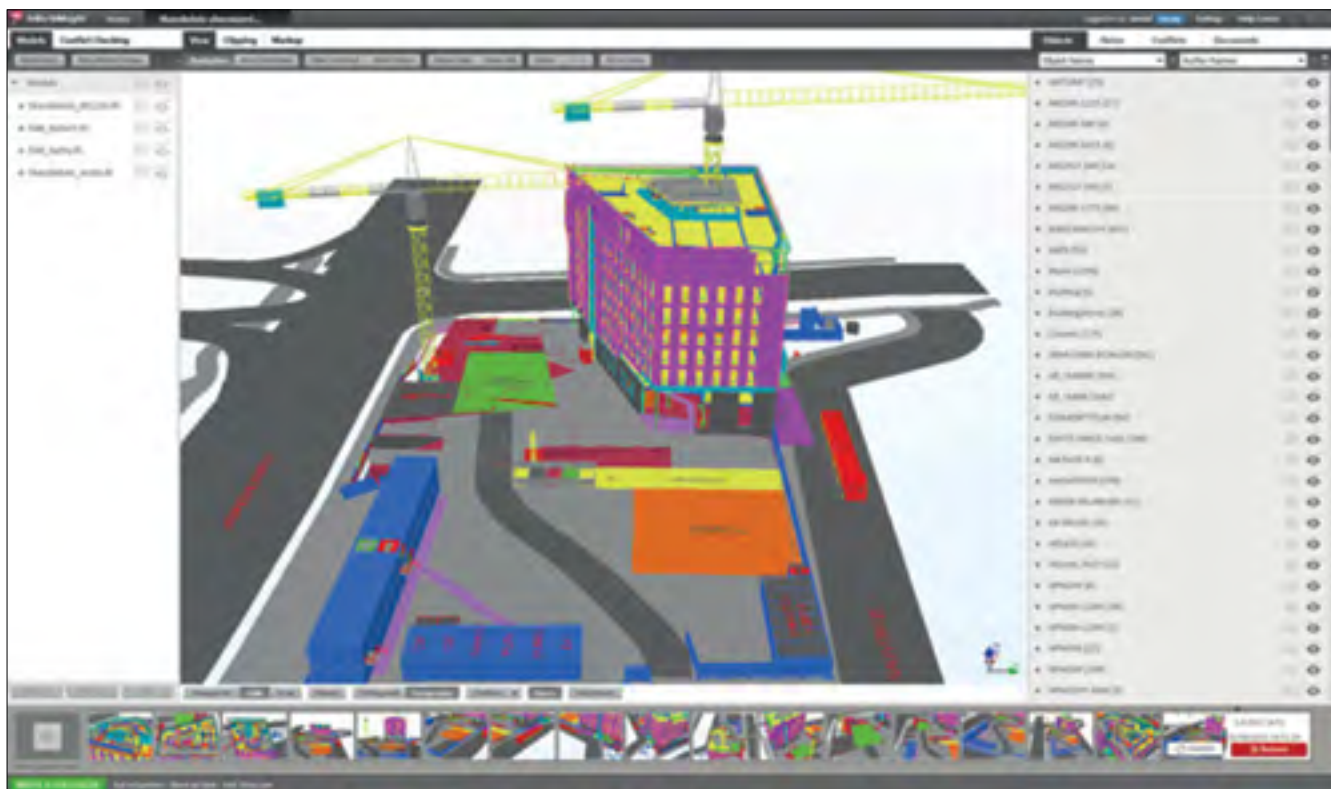
- drogi wewnętrzne, które łączą się z drogami dojazdowymi do budowy
- place składowe materiałów i elementów konstrukcyjnych
- magazyny
- urządzenia załadunkowo-wyładowkowe
- urządzenia do wytwarzania półfabrykatów (np. ciesielnie, zbrojarnie czy punkty produkcyjne mieszanek betonowej i zapraw)

- urządzenia do wytwarzania prefabrykatów (betonowych i żelbetonowych)
- urządzenia usługowe (np. bazy materiałowe, bazy transportowe czy bazy maszyn budowlanych)
- tymczasowe budynki administracyjno-socjalne dla robotników oraz personelu technicznego zatrudnionego na budowie (zaplecze biurowe oraz socjalno-bytowe)
- urządzenia ogólne budowy, które obejmują zaopatrzenie w wodę, energię elektryczną, sprężone powietrze, parę, urządzenia przeciwpożarowe itp. [3].



Rys. 1. Schemat implementacji do BIM zapobiegania wypadkom poprzez projektowanie [4]

Do wymienionych składowych dochodzą jeszcze elementy związane z zapewnieniem właściwego poziomu bezpieczeństwa na budowie. Już sama liczba zagadnień, z którymi musi się zmierzyć inżynier projektujący plac budowy wskazuje na to, że nawet najmniejszy błąd podczas planowania może mieć poważne konsekwencje na etapie realizacji. Podstawowe problemy wynikające z niewłaściwego zaprojektowania miejsca prowadzenia robót budowlanych to przede wszystkim wypadki, utrudnienia logistyczne oraz zła organizacja pracy, która skutkuje opóźnieniami i sytuacjami konfliktowymi. Chcąc zmniejszyć prawdopodobieństwo zmaterializowania się niepomyślnych scenariuszy na budowie, możliwe jest wykorzystanie



Rys. 2. Przykład zamodelowanego placu budowy [6]

oprogramowania klasy BIM w celu profesjonalnego zaprojektowania zagospodarowania terenu budowy.

POPRAWA BEZPIECZEŃSTWA NA BUDOWIE

Branża budowlana pozostaje jedną z najbardziej niebezpiecznych gałęzi przemysłu dla pracowników. Zapobieganie wypadkom poprzez projektowanie (w skrócie PtD od ang. Prevention-through-Design)

multidyscyplinarnych informacji w jednym cyfrowym repozytorium, a tym samym optymalizacji projektów. Dzięki rozszerzeniu BIM o PtD, wypełniono lukę między zasadami projektowania i BHP. Obecnie wchodzące na rynek narzędzia są w stanie wprowadzić do projektu wszystkie wymienione wcześniej elementy niezbędne do zaprojektowania zagospodarowania placu budowy (co więcej, środki ochrony zbiorowej, strefy niebezpiecz-

zawierają także sugestie dotyczące rewizji projektów dla podmiotów, które zostały ocenione jako krytyczne oraz sugestie dotyczące kontroli zagrożeń na placu budowy dla elementów, które zostały ocenione jako umiarkowane [4]. Schemat opisanego podejścia został przedstawiony na rys. 1.

USPRAWNIENIE ZARZĄDZANIA LOGISTYCZNEGO NA PLACU BUDOWY

Zarządzanie logistyczne na placu budowy polega na planowaniu, organizowaniu, sterowaniu oraz monitorowaniu procesów logistycznych w taki sposób, aby wszystkie roboty budowlane na placu budowy miały zapewnione odpowiednie zasoby materiałowe oraz sprzętowe [5]. Oprogramowanie klasy BIM pozwala nie tylko umieścić kluczowe z logistycznego punktu widzenia elementy (drogi wewnętrzne, składowiska, magazyny, urządzenia załadunkowo-wyładunkowe itp.), ale również uwzględnić oddziaływanie otoczenia (choćby prowadzonych robót) na te elementy. Co więcej, możliwe

jest przeprowadzenie odpowiednich symulacji, które pozwalają zlokalizować i wyeliminować punkty newralgiczne dla danej realizacji.

Korzyści wynikające z zamodelowania placu budowy w oprogramowaniu klasy BIM są odczuwalne praktycznie na każdym etapie przedsięwzięcia. W fazie programowania możliwa jest weryfikacja poprawności założonej koncepcji przedsięwzięcia budowlanego w aspekcie logistyki. Na etapie projektowania, podobnie jak w przypadku BHP, możliwe jest zastosowanie podejścia zapobiegania problemom logistycznym przez projektowanie. Dzięki odpowiedniej współpracy specjalistów od logistyki oraz projektantów, możliwe jest takie zmodyfikowanie projektu, aby pozostawić możliwie mało punktów krytycznych z punktu widzenia logistyki. Podczas planowania, niezwykle użyteczne są harmonogramy 4D (łącznie trójwymiarową wizualizację obiektu budowlanego z osią czasu, dzięki czemu możliwe jest precyzyjne określenie, które elementy są realizowane podczas danej zmiany

Dzięki rozszerzeniu BIM o PtD wypełniono lukę między zasadami projektowania i BHP

jest jednym z najbardziej skutecznych sposobów radzenia sobie z zagrożeniami. Koncepcja PtD opiera się na projektantach, którzy przeprowadzają dokładną ocenę ryzyka wybranych elementów oraz miejsc obiektu, który projektują. Rozwijanie technologii modelowania informacji o budynku stworzyło możliwość zintegrowania

nie czy oznakowanie na placu budowy mogą być zmieniane w miarę postępu robót), następnie przeprowadzać audyty zagrożeń w modelach BIM, po czym stworzyć profile zagrożeń dla obszarów i elementów, którym przydzielany jest jeden z trzech poziomów wskaźnika dotliwości: krytyczny, umiarkowany lub niski. Narzędzia

roboczej), które dają możliwość bardzo precyzyjnego zaplanowania terminów dostaw materiałów, wydzierżawienia lub zakupu stosownych maszyn budowlanych czy zarządzania odpadami z budowy.

Wspomniane harmonogramy 4D odgrywają również kluczową rolę na etapie realizacji przedsięwzięcia. Dzięki nim możliwe jest bardzo dokładne monitorowanie postępów wykonywanych prac, nanoszenie zmian oraz odstępstw od harmonogramu pierwotnego czy koordynowanie dostaw oraz transportu poziomego i pionowego na budowie [5]. Przykład zamodelowanego placu budowy z położeniem szczególnego nacisku na elementy związane z procesami logistycznymi przedstawiono na rys. 2.

USPRAWNIENIE ORGANIZACJI ROBÓT BUDOWLANYCH

Dzięki wykorzystaniu bogatych bibliotek obiektów predefiniowanych, takich jak obiekty sanitarne, ogrodzenie terenu, bariery, stanowiska montażowe (zbrojarze, cieśle), wytwórnie betonu, składowiska materiałów czy wreszcie większość standardowych maszyn budowlanych, możliwe jest bardzo szybkie zamodelowanie prawdziwych sytuacji, które mogą zaistnieć na budowie. Daje to wiele możliwości związanych z poprawą organizacji robót budowlanych [7].

Po pierwsze, możliwe jest bardzo skrupulatne likwidowanie kolizji, które mogłyby zaistnieć pomiędzy maszynami a elementami składowymi budowy, realizowanym obiektem czy pozostałym sprzętem budowlanym.

Weryfikacja projektu pod kątem kolizji może być przeprowadzona dla dowolnego momentu realizacji przedsięwzięcia

Co więcej, weryfikacja projektu pod kątem kolizji może być przeprowadzona dla dowolnego momentu realizacji przedsięwzięcia. Wobec tego, dzięki podjęciu odpowiednich działań zapobiegawczych, możliwe jest na przykład uniknięcie kolizji żurawia stacjonarnego z nowo powstającymi elementami na placu budowy. Po drugie, zamodelowany w BIM teren prowadzenia robót budowlanych pozwala na szybszy dostęp do informacji na jego temat, dzięki czemu decyzje podejmowane przez planistę lub kadrę kierowniczą na budowie są podejmowane zdecydowanie szybciej. Jest to szczególnie ważne w okresie obecnej koniunktury na rynku budowlanym, gdzie sprawna decyzyjność przekłada się na wymierne

korzyści finansowe. Po trzecie, model placu budowy wraz z wkomponowanymi maszynami i zasięgami ich pracy pozwala szybko porównać kilka różnych wariantów technologicznych, po czym wybrać ten optymalny dla

danego przedsięwzięcia budowlanego. Jest to szczególnie ważne przy robotach montażowych oraz rozbiórkowych, gdzie odpowiedni dobór oraz właściwa organizacja pracy maszyn mają kluczowe znaczenie dla pomyślnego wykonania tych prac [8]. Na rys. 3 zaprezentowano przykład specjalnie zaprojektowanej koparki z JCB wykorzystującej modelowanie 3D do przeprowadzenia robót rozbiórkowych, którą zaimportowano do modelu BIM klienta [9].

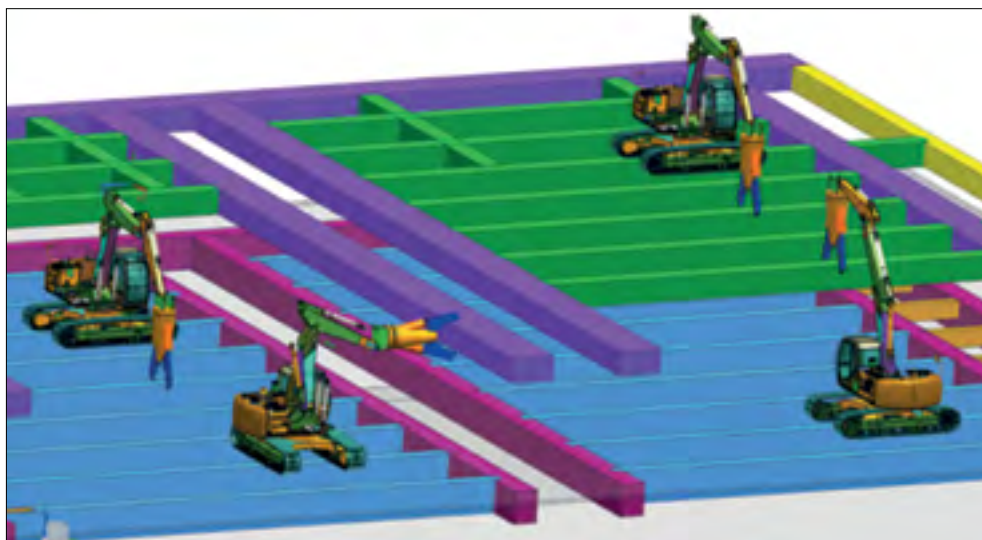
PODSUMOWANIE

Należy pamiętać, że oprogramowanie klasy BIM pozwala modelować nie tylko obiekty budowlane, ale również zagospodarowanie terenu, na którym prowadzone są roboty. Przedmiotowe

modelowanie przebiega w sposób bardzo sprawny, dzięki bogatym bibliotekom obiektów predefiniowanych. Odpowiednie zamodelowanie placu budowy pozwala na zwiększenie bezpieczeństwa na budowie, usprawnienie procesów logistycznych oraz poprawę organizacji prowadzonych robót budowlanych. Co więcej, każdego dnia kadra inżynierska znajduje nowe zastosowanie tej bardzo szybko rozwijającej się technologii, wobec czego w przyszłości należy spodziewać się kolejnych korzyści wynikających z zamodelowania zagospodarowania terenu budowy w programach klasy BIM. <

LITERATURA

1. www.mlodytechnik.pl/technika/ 28918-high-tech-na-placu-budowy
2. Kaczorek K., Janczura S., *Korzyści z projektowania w BIM*, Inżynier Budownictwa, 10/2017, str. 54–57.
3. Jaworski K., *Metodologia Projektowania Realizacji Budowy*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2009.
4. Kamardeen I., *8D BIM modelling tool for accident prevention through design*, Proceedings of the 26th ARCOM Conference, University of Leeds, UK, 2010, s. 281–289.
5. Sobotka A., *Zarządzanie logistyczne w przedsięwzięciach budowlanych*, Górnictwo i Geoinżynieria, 3 (1) 2005, str. 373–381.
6. www.tekla.com
7. Drozd W., Kowalik M., *Wykorzystanie narzędzi BIM do projektowania zagospodarowania terenu budowy w aspekcie bezpiecznego prowadzenia robót*, Inżynier Budownictwa, 10/2016, str. 56–60.
8. Kulig J., *BIM dla wykonawstwa*, Inżynier Budownictwa, 9/2015, str. 80–82.
9. www.bimplus.co.uk



Rys. 3. Wizualizacja robót rozbiórkowych przy użyciu specjalnie zaprojektowanej koparki z JCB wykorzystującej modelowanie 3D, którą zaimportowano do modelu BIM klienta [9]



5 rzeczy, których jeszcze nie wiesz o drukarkach z serii SureColor-T

Drukarki z serii Epson SureColor to kompaktowy sprzęt oferujący profesjonalne wydruki wielkoformatowe, który w porównaniu do tradycyjnych modeli dostępny jest w dużo niższej cenie. Co jeszcze powinniśmy wiedzieć na temat drukarek z serii SC-T? Oto 5 cech, które je wyróżniają!

PIĘKNIE DRUKUJĄ

Mimo upływu lat oraz rozwoju technologicznego pozycja druku atramentowego pod względem jakości nadal jest niezagrożona – gwarantuje zdecydowanie najlepszą reprodukcję kolorów oraz trwałość. Drukarki z serii SC-T dodatkowo korzystają z atramentu UltraChrome XD2, który zapewnia odporność na promieniowanie UV, rozmywanie i działanie wody. Z kolei za najwyższą precyzję wydruku odpowiedzialna jest głowica PrecisionCore – zmienna wielkość kropli tuszu do minimalnej objętości 4 pikolitów pozwala na osiągnięcie bezkonkurencyjnej rozdzielczości.

TANIE W UTRZYMANIU

W parze z najwyższą jakością idą także niski koszt wydruku oraz niezawodność. Jak to możliwe? Druk atramentowy wyeliminował konieczność podgrzewania podzespołów, co sprawia, że modele Epsona zużywają jedynie ułamek energii elektrycznej w porównaniu do urządzeń poprzedniej generacji. Atutem jest także brak

podzespołów, które wymagają okresowej wymiany, co ogranicza koszty związane z eksploatacją urządzeń z serii SC-T. Warto podkreślić, że inżynierom Epsona udało się też usunąć mankament starszych modeli, który polegał na zatykaniu dysz głowicy przy sporadycznych wydrukach.

PIEKIENIE SZYBKIE I WYDAJNE

Niższa cena w wydaniu Epsona wcale nie oznacza kompromisów na szybkości. W przypadku flagowego modelu SC-T5400 pierwszy wydruk otrzymujemy po upływie zaledwie 22 sekund. Pod względem wydajności sytuacja wygląda bardzo podobnie – pojemne wkłady (110 ml i 350 ml) zapewniają długą pracę bez konieczności uzupełniania tuszu. Warto także zwrócić uwagę na obecność technologii weryfikacji dyszy (NVT), która zapobiega mikrouszkodzeniom głowicy. W efekcie urządzenie zapewnia powtarzalność wydruków na poziomie klasy komercyjnej, czyli coś, co dotychczas zarezerwowane było dla droższych urządzeń.

NIEWIELKIE – W SAM RAZ DO BIURA

Wszystkie drukarki wchodzące w skład serii SC-T cechują się niewielkimi gabarytami (maks. format druku to 24 oraz 36 cali), co sprawia, że idealnie wpasują się nawet w ograniczoną przestrzeń kameralnej pracowni. Co więcej, urządzenia zapewniają pełną elastyczność pod względem ich umiejscowienia – w opcji wolnostojącej dostępne są wraz ze stojakami, ale można je również swobodnie umieścić na biurku czy półce.

PROSTE W OBSŁUDZE, NIEOGRANICZONE W MOŻLIWOŚCIACH

Wśród dostępnych funkcji znaleźć możemy m.in. drukowanie bez marginesów czy obsługę rolek o średnicy do 170 mm. Co więcej, mimo że drukarki powstały głównie z myślą o zadaniach wydruku wielkoformatowego, z powodzeniem – i to bez kłopotliwej

zmiany ustawień – mogą jednocześnie drukować standardowe dokumenty w formatach A3 czy A4 (modele SC-T3100 i SC-T5100), zastępując tym samym drukarkę klasy biurowej. Dodatkowo każdy z modeli wyposażono w duży dotykowy ekran LCD, który zapewnia wygodną obsługę. Z kolei wbudowany moduł Wi-Fi pozwala na bezprzewodowe przesyłanie dokumentów do urządzenia bezpośrednio ze smartfonów czy tabletów.

DLA KOGO?

Nowa seria powstała z myślą o projektantach, którzy potrzebują dobrej drukarki wielkoformatowej o niskim koszcie eksploatacji. Modele SC-T3400 i SC-T5400 świetnie sprawdzą się do drukowania rysunków CAD, projektów technicznych, architektonicznych, itp., a dodatkowo mogą także pełnić funkcję drukarki biurowej. <

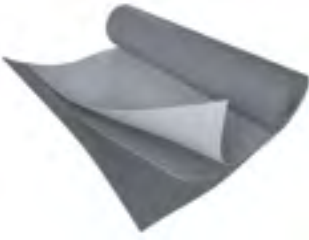
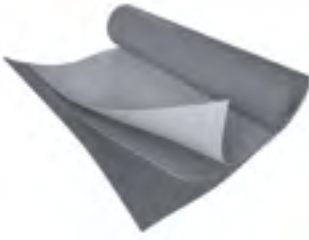


Produkty budowlane

Producenci

Usługodawcy

www.izbudujemy.pl » Produkty budowlane » Materiały budowlane » Pokrycia dachowe i akcesoria » [Membrany dachowe](#)

Membrany dachowe			
	Usuń ✖	Usuń ✖	Usuń ✖
Nazwa:	Membrana dachowa Fatrafol 810/V gr. 1,80	Membrana dachowa Fatrafol 810/V gr. 2,00	Membrana dachowa DELTA Foxx Plus
Producent:	Budmech sp. z o.o. sp. k. (producent Fatra)	Budmech sp. z o.o. sp. k. (producent Fatra)	Dorken Delta Folie Sp. z o.o.
Materiał:	✖ polichlorek winylu, miękki (PVC-P)	✖ polichlorek winylu, miękki (PVC-P)	paroprzepuszczalna, wodoszczelna powłoka akrylowa zintegrowana z włókniną poliestrową
Grubość [mm]:	✖ 1,80	✖ 2,00	–
Ilość warstw:	✖ –	✖ –	2
Szerokość rolki [m]:	✖ 2,05	✖ 2,05	1,5
Długość rolki [m]:	✖ 16,5	✖ 15	50,0
Gramatura [g/m ²]:	✖ 2280	✖ 2540	270
Równoważna dyfuzyjnie grubość powietrza Sd [m]:	✖ –	✖ –	0,02
Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ	✖ 15 000 ±4500 (wg EN 1931)	✖ 15 000 ±4500 (wg EN 1931)	–
Wodoszczelność:	✖ spełnia wymagania (wg EN 1928/B [400 kPa])	✖ spełnia wymagania (wg EN 1928/B [400 kPa])	klasa W1
Reakcja na ogień:	✖ klasa E (wg EN 13501-1)	✖ klasa E (wg EN 13501-1)	klasa B-s1,d0 (niezapalna, NRO, niekapiąca)
Odporność na działanie temperatury:	✖ od -30°C do +80°C	✖ od -30°C do +80°C	od -40°C do +80°C
Krótkotrwała odporność temperaturowa:	✖ –	✖ –	do +150°C
Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż/w poprzek [N/50 mm]:	✖ > 1000/> 1000 (wg EN 12311-2, metoda A)	✖ > 1000/> 1000 (wg EN 12311-2, metoda A)	370/270
Wytrzymałość na rozdzielanie gwoździem wzdłuż/w poprzek [N]:	✖ ≥ 200/≥ 220 (wg EN 12310-2)	✖ ≥ 200/≥ 220 (wg EN 12310-2)	–
Wydłużenie wzdłuż/w poprzek:	✖ ≥ 15%/≥ 20% (wg EN 12311-2, metoda A)	✖ ≥ 15%/≥ 20% (wg EN 12311-2, metoda A)	–
Wytrzymałość złączy na oddzielanie [N/50 mm]:	✖ ≥ 260 (wg EN 12316-2)	✖ ≥ 260 (wg EN 12316-2)	–
Wytrzymałość złączy na ścinanie wzdłuż/w poprzek [N/50 mm]:	✖ 1000/1000 (wg EN 12317-2)	✖ 1000/1000 (wg EN 12317-2)	–
Odporność na uderzenie [mm]:	✖ 1250 (wg EN 12691/A); 2000 (wg EN 12691/B)	✖ 1250 (wg EN 12691/A); 2000 (wg EN 12691/B)	–
Dopuszczalna ekspozycja na promienie UV:	✖ tak	✖ tak	maks. 6 miesięcy

dachowe

Artykuły

Oferta

Kontakt



Usun ✕

Membrana dachowa DELTA Maxx Plus

Dorken Delta Folie Sp. z o.o.

paroprzepuszczalna,
wodoszczelna powłoka PU
zintegrowana z magazynującą
wilgoć włókniną poliestrową

-

2

1,5

50,0

190

0,15

-

klasa W1

klasa E (dla DELTA Maxx bez paska
klejącego klasa B – niezapalne)

od -40°C do +80°C

do +120°C

450/300

-

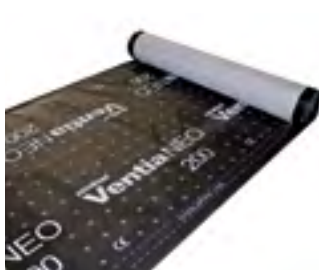
-

-

-

-

maks. 3 miesiące



Usun ✕

Membrana dachowa mdm® Ventia NEO 200

mdm® NT sp. z o.o.

poliester (film TPU DAXALL®)

0,90

2

1,5

50,0

200

0,12

-

klasa W1

klasa B-s1,d0/D-s2,d0

od -40 do +120°C

-

520/440

320/370

55%/70%

-

-

-

maks. 6 miesięcy (dotyczy średnio-
rocznego napromieniowania
w warunkach środkowoeuropejskich)



Usun ✕

Membrana dachowa mdm® Ventia N Q Premium

mdm® NT sp. z o.o.

polipropylen (film PP)

0,70

3

1,5

50,0

230

0,04

-

klasa W1

klasa F

od -40 do +80°C

-

350/260

230/300

95%/150%

-

-

-

maks. 6 miesięcy (dotyczy średnio-
rocznego napromieniowania
w warunkach środkowoeuropejskich)



Usun ✕

Membrana dachowa mdm® Ventia MAGNUM 506

mdm® NT sp. z o.o.

polipropylen (film TPU DAXALL®,
siatka wzmacniająca)

0,90

4

1,5

50,0

170

0,08

-

klasa W1

klasa E-d2

od -40°C do +80°C

+120°C

600/600

600/500

25%/25%

-

-

-

6 miesięcy (dotyczy średniorocznego
napromieniowania w warunkach
środkowoeuropejskich)

↓
więcej na www.izbudujemy.pl

↓
więcej na www.izbudujemy.pl



mgr inż. Tomasz Rybarczyk

Wytrzymałość elementów murowych na ściskanie a wytrzymałość murów na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie jest jedną z najważniejszych właściwości użytkowych elementów murowych. Często wytrzymałość ta utożsamiana jest wytrzymałością muru na ściskanie. Jednak wpływ wytrzymałości na ściskanie elementu murowego nie przekłada się proporcjonalnie na wytrzymałość muru na ściskanie. W niniejszym artykule przedstawiono czynniki decydujące o wytrzymałości na ściskanie murów oraz przedstawiono zależności pomiędzy wytrzymałością elementów murowych na ściskanie, a wytrzymałością muru na ściskanie. Wskazano też na różnice, jakie mogą skutkować dla wytrzymałości muru na ściskanie, które mogą wynikać z wprowadzonych zmian w trakcie wykonawstwa.

WYTRZYMAŁOŚĆ ELEMENTU MUROWEGO NA ŚCISKANIE

Każdy producent wyrobów murowych, jeśli przewiduje zastosowanie swoich wyrobów w elementach budynku podlegających wymaganiom konstrukcyjnym jest zobowiązany podawać w deklaracji właściwości użytkowych średnią wytrzymałość na ściskanie. W stosownych wypadkach producent powinien deklarować także znormalizowaną wytrzymałość na ściskanie.

Średnia wytrzymałości na ściskanie elementu murowego to wytrzymałość uzyskana z badań wymaganej liczby elementów murowych (wg norm PN-EN 771-1 do PN-EN 771-6) [N1–N6]. Z kolei znormalizowana wytrzymałość elementów murowych na ściskanie to wytrzymałość sprowadzona do wytrzymałości równoważnego elementu murowego w stanie powietrzno-su-

chym, którego zarówno szerokość, jak i wysokość wynoszą 100 mm (wg norm na elementy murowe PN-EN 771-1 do PN-EN 771-6). Niekiedy znormalizowana wytrzymałość elementu murowego na ściskanie f_b jest określana przez producenta przez podanie klasy wyrobu. Na przykład klasa 7,5 oznacza, że znormalizowana wytrzymałość na ściskanie wynosi co najmniej 7,5 N/mm².

Instrukcję dotyczącą przeliczania wytrzymałości na ściskanie elementu murowego na znormalizowaną wytrzymałość na ściskanie podano w PN-EN 772-1 [N7].

Zgodnie z PN-EN 772-1:

- średnia wytrzymałość na ściskanie określonej liczby elementów murowych pobranych z dostawy nie powinna być mniejsza niż deklarowana wytrzymałość na ściskanie

- wytrzymałość poszczególnych badanych próbek nie powinna być mniejsza niż 80% wartości deklarowanej.

Jeśli wyroby nie są jednorodne (materiałowo lub kształtowo), to deklaracja wytrzymałości elementu murowego na ściskanie powinna dotyczyć określonego położenia elementów murowych w trakcie badania i sposobu układania elementów w murze oraz powinna zawierać informację, czy jakiegokolwiek występujące w elemencie murowym otwory są przeznaczone do całkowitego wypełnienia zaprawą.

Dodatkowo producent powinien deklarować, czy element murowy jest kategorii I czy kategorii II. Element kategorii I to taki, który ma wytrzymałość na ściskanie deklarowaną z prawdopodobieństwem, że wystąpienie wytrzymałości mniejszej jest nie większe niż 5%. W pozostałych przypadkach element murowy należy do kategorii II. Innymi słowy, oznacza to, że elementy kategorii I są wyrobami pewniejszymi niż kategorii II.

Ponadto istotne jest zaklasyfikowanie przez producenta elementu murowego do określonej grupy elementów murowych. Grupę elementów murowych określa się na podstawie:

- objętości wszystkich otworów (udział procentowy w objętości brutto)
- objętości pojedynczego otworu (udział procentowy w objętości brutto)
- deklarowanej grubości ścianek wewnętrznych i zewnętrznych

- deklarowanej grubości zastępczej ścianek wewnętrznych i zewnętrznych (% szerokości brutto).

Element murowy typu błocek (np. z betonu komórkowego), czyli element pełny jest zawsze elementem zaliczonym do grupy 1.

WYTRZYMAŁOŚĆ ZAPRAWY MURARSKIEJ NA ŚCISKANIE

Jedną z podstawowych właściwości, jakie dotyczą zapraw murarskich jest wytrzymałość na ściskanie. Wytrzymałość zaprawy murarskiej na ściskanie to średnia wytrzymałość na ściskanie uzyskana z badań określonej liczby próbek zaprawy murarskiej po 28 dniach sezonowania. Choć nie jest to jedyna właściwość i de facto nie jest najważniejsza, która decyduje o tym, czy zaprawa się nadaje do określonego typu elementów murowych, czy nie, to jest to właściwość, która ma wpływ na wytrzymałość muru na ściskanie. Powinna być deklarowana przez producenta. Producent może deklarować klasę wytrzymałości na ściskanie zgodnie z tablicą 1 normy PN-EN 998-2:2012 [N8].

Klasa wytrzymałości na ściskanie jest oznaczana literą „M” (Mortar z języka angielskiego) i następującą po niej liczbą klasy, co oznacza, że wytrzymałość na ściskanie w MPa jest nie mniejsza od tej liczby.

Badanie wytrzymałości na ściskanie zapraw przeprowadza się w oparciu o normę PN-EN 1015-11:2001 [N9]. W przypadku zapraw murarskich

wykonanych według projektu, czyli zaprawy w postaci wyrobu do zmieszania z wodą, wytrzymałość na ściskanie nie może być mniejsza od deklarowanej przez producenta.

WYTRZYMAŁOŚĆ CHARAKTERYSTYCZNA MURU NA ŚCISKANIE

Wytrzymałość muru na ściskanie to wytrzymałość muru poddanego ściskaniu w sposób eliminujący wpływ ograniczenia odkształceń badanego muru w płaszczyźnie styku z płytkami oporowymi, smukłości i miąższości przyłożenia obciążenia. Z kolei wytrzymałość charakterystyczna to wytrzymałość muru z deklarowanym 5% prawdopodobieństwem. Zwykle odpowiada ona deklarowanej wartości z 5% kwantylem rozkładu statystycznego danej właściwości materiału lub wyrobu dla badanych serii. Wartość tę w szeregu przypadków przyjmuje się za wartość charakterystyczną (Eurokod 6 [N10]). Wytrzymałość tę można obliczyć wg [N10].

OBLICZENIE WYTRZYMAŁOŚCI CHARAKTERYSTYCZNEJ MURÓW NA ŚCISKANIE

W zależności od tego, z jakich elementów murowych projektuje się mur, jakiego rodzaju zaprawę przewiduje się do murowania elementów murowych oraz do jakiej grupy (wpływ drażeń) elementów murowych zaklasyfikowane są pustaki, to wg [N10] takie przyjmuje się algorytmy obliczeniowe wytrzymałości charakterystyczne muru na ściskanie.

Wg punktu 3.6 [N10], jeśli spoiny nie są pasmowe, to:

- dla murów wykonanych z użyciem zapraw zwykłych i zapraw lekkich:

$$f_k = K f_b^{0,7} f_m^{0,3}$$

- dla murów wykonanych na cienkie spoiny, gdy grubość spoin wynosi od 0,5 do 3,0 mm oraz elementów ceramicznych grupy 1 i 4, elementów silikatowych, elementów z betonu kruszywowego oraz elementów z autoklawizowanego

betonu komórkowego o $f_b \geq 2,4$ N/mm²

$$f_k = K f_b^{0,85}$$

- dla murów wykonanych na cienkie spoiny i z elementów murowych wykonanych z autoklawizowanego betonu komórkowego o $f_b < 2,4$ N/mm²:

$$f_k = 0,8 K f_b^{0,7}$$

- dla murów wykonanych na cienkie spoiny, gdy grubość spoin wynosi od 0,5 do 3,0 mm oraz ceramicznych elementów murowych grupy 2 i 3:

$$f_k = K f_b^{0,7}$$

gdzie: f_k – wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie, K – stała we wzorze na wytrzymałość muru na ściskanie, f_b – znormalizowana wytrzymałość średnia elementów murowych na ściskanie w kierunku działania obciążenia, f_m – wytrzymałość zaprawy na ściskanie. Współczynnik K jest uzależniony od rodzaju elementu murowego, jego cech geometrycznych (drażeń), rodzaju zaprawy, grubości zaprawy. Określa się go wg danych zawartych w tablicy NA.5 [N10].

Jeśli spoiny pionowe w murze nie są wypełnione, to powyższe wzory można stosować, biorąc pod uwagę oddziaływania poziome działające na mur.

Wzór do obliczania wytrzymałości na ściskanie murów na zaprawy można zwykle również stosować do obliczania wytrzymałości na ściskanie murów ze spoinami pasmowymi, pod warunkiem, że:

- szerokość każdego pasma zaprawy wynosi nie mniej niż 30 mm
- grubość muru jest równa szerokości lub długości elementu murowego tak, że nie ma spoin równoległych

do płaszczyzny licowej ściany na całej długości ściany lub jej części

- współczynnik g/t jest mniejszy niż 0,4 (g – szerokość całkowita wszystkich paszków zaprawy, t – grubość ściany)
- wartość współczynnika K przyjmuje się:
 - gdy $g/t = 1,0$ to $K = 0,5$
 - gdy $g/t = 0,4$ to $K = 0,4$.
 - wartości pośrednie uzyskuje się interpolując liniowo.

Wzory są zróżnicowane, więc widać wyraźnie z wyżej przytoczonych normowych algorytmów obliczeń charakterystycznej wytrzymałości na ściskanie muru, jakie czynniki wpływają na ten parametr. Należą do nich:

- wytrzymałość na ściskanie elementu murowego
- rodzaj zastosowanej zaprawy (tradycyjne, cienkowarstwowe)
- wytrzymałość na ściskanie zaprawy (ale tylko przy murach wznoszonych na zaprawę murarską tradycyjną)
- rodzaj elementu murowego i jego cechy geometryczne, czy są to elementy typu pustaki, czy elementy pełne – bloczki (w kontekście zaklasyfikowania do grupy wyróżniamy grupy elementów murowych 1, 2, 3, 4; zaklasyfikowanie elementu murowego do grupy zależy od procentowej zawartości otworów oraz ich kierunku po ułożeniu w murze)
- sposób murowania elementów murowych (ze wszystkimi spoinami, z wypełnionymi spoinami wspornymi, ze spoinami wspornymi pasmowymi).

W celu porównania wytrzymałości charakterystycznych różnych konfiguracji murów na ściskanie obliczenia zestawiono w tabeli 1. Dla pustaków ceramicznych, ze względu na występowanie różnorodności asortymentu obliczono trzy wytrzymałości na ściskanie dla elementów murowych: 7,5; 10 oraz 15 N/mm². W celu odniesienia wytrzymałości charakterystycznych murów na ściskanie do wytrzymałości elementów murowych na ściskanie obliczono stosunek tych wartości.

Z tabeli 1 widać, jakie wytrzymałości charakterystyczne murów wynikają z zastosowania różnego rodzaju elementów murowych wymurowanych na różnych zaprawach. Widać z tego, jak wpływa na wytrzymałość zaklasyfikowanie elementu murowego do grupy, jaki wpływ ma rodzaj zaprawy.

Interesujące jest zestawienie i porównanie wytrzymałości charakterystycznej muru do wytrzymałości elementu murowego (ostatnia kolumna). Można zauważyć, że wysoka wytrzymałość elementu murowego nie powoduje odpowiednio wysokiej wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie.

Ciekawe, że mur wykonany z bloczków z betonu komórkowego o wytrzymałości $< 2,4$ N/mm², wykonany na cienką spoinę, czyli rozwiązania do ścian jednowarstwowych, uzyskuje 0,50% wytrzymałości elementu murowego. Natomiast w skrajnych przypadkach mury na zaprawy lekkie wykonane z elementów murowych o wysokiej wytrzymałości osiągają tylko 0,14% wytrzymałości na ściskanie elementu murowego.

WYTRZYMAŁOŚĆ OBLICZENIOWA MURU NA ŚCISKANIE

Wytrzymałość obliczeniową muru na ściskanie oblicza się na podstawie wytrzymałości charakterystycznej muru na ściskanie, uwzględniając wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa.

Obliczeniowa wytrzymałość muru na ściskanie oblicza się ze wzoru:

$$\frac{f_k}{\gamma_M}$$

gdzie: f_k – charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie muru, γ_M – częściowy współczynnik bezpieczeństwa. Ustala się je na podstawie kategorii kontroli produkcji elementów murowych, rodzaju zastosowanej zaprawy, kategorii wykonania robót na budowie.

Przyjęcie odpowiedniego współczynnika bezpieczeństwa γ_M dokonuje się na podstawie tablicy NA.1 normy [N10].

Tabela 1. Porównanie wytrzymałości charakterystycznych różnych konfiguracji murów na ściskanie

Rodzaj użytej zaprawy	Rodzaj użytych elementów murowych	Średnia wytrzymałość elementu murowego na ściskanie f_b [N/mm ²]	Grupa elementu murowego	Wytrzymałość zaprawy na ściskanie f_m [N/mm ²]	Współczynnik K wg tablicy NA.5 [norma 1]	Wzór	Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie f_k [N/mm ²]	Stosunek wytrzymałości muru do wytrzymałości elementu murowego
Mury wykonane na zaprawę zwykłą	Mur z bloczków z betonu komórkowego	4	1	5	0,45		1,92	0,48
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	7,5	1	10	0,45		3,68	0,49
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	7,5	2	10	0,40		3,27	0,44
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3 i 4	7,5	3	10	0,30		2,45	0,33
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	10	1	10	0,45		4,50	0,45
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	10	2	10	0,40	$f_k = Kf_b^{0,7} f_m^{0,3}$	4,00	0,40
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3 i 4	10	3	10	0,30		3,00	0,30
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	15	1	10	0,45		5,98	0,40
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	15	2	10	0,40		5,31	0,35
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3 i 4	15	3	10	0,30		3,98	0,27
Mury wykonane na zaprawę lekką	Mur z wyrobów silikatowych grupy 1	15	1	10	0,45		5,98	0,40
	Mur z pustaków silikatowych grupy 2	15	2	10	0,40		5,31	0,35
	Mur z bloczków z betonu komórkowego	4	1	5	0,75		2,44	0,61
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	7,5	2	10	0,60	$f_k = Kf_b^{0,85}$	3,33	0,44
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	10	2	10	0,60		4,25	0,42
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	15	2	10	0,60		6,00	0,40
	Mur z wyrobów silikatowych grupy 1	15	1	10	0,55		5,50	0,37
	Mur z bloczków z betonu komórkowego	2	1	5	0,75	$f_k = 0,8Kf_b^{0,7}$	1,01	0,50
	Mury wykonane na zaprawę do cienkich spoin z autoklawizowanego betonu komórkowego o $f_b < 2,4$ MPa							
	Mury wykonane na zaprawę do cienkich spoin elementów murowych z grup 2 i 3							
Mury wykonane na zaprawę lekką	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	7,5	2	10	0,50	$f_k = Kf_b^{0,7}$	2,05	0,27
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3	7,5	3	10	0,45		1,84	0,25
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	10	2	10	0,50		2,51	0,25
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3	10	3	10	0,45		2,26	0,23
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	15	2	10	0,50		3,33	0,22
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3	15	3	10	0,45		3,00	0,20
	Mur z bloczków z betonu komórkowego	4	1	5	0,40	$f_k = Kf_b^{0,7} f_m^{0,3}$	1,71	0,43
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	7,5	2	5	0,30		1,99	0,27
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	7,5	2	5	0,25		1,66	0,22
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3 i 4	7,5	2	5	0,20		1,33	0,18
Mury wykonane na zaprawę lekką	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	10	2	5	0,30		2,44	0,24
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	10	2	5	0,25		2,03	0,20
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3 i 4	10	2	5	0,20		1,62	0,16
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	15	2	5	0,30		3,24	0,22
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	15	2	5	0,25		2,70	0,18
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3 i 4	15	3	5	0,20		2,16	0,14
	Mur z bloczków z betonu komórkowego	4	1	5	0,40		1,71	0,43
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 1	7,5	2	5	0,30		1,99	0,27
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 2	7,5	2	5	0,25		1,66	0,22
	Mur z pustaków ceramicznych grupy 3 i 4	7,5	2	5	0,20		1,33	0,18

Waha się ona w granicach 1,7 do 2,5 (rys. 1). To ważne czynniki, które należy uwzględnić w toku projektowania, a następnie w trakcie wykonawstwa.

W tym kontekście istotne jest również to o czym wspomniano, opisując wytrzymałość elementów murowych na ściskanie, to znaczy, czy elementy murowe zaliczają się do kategorii I, czy II.

Istotny jest nadzór na budowie oraz umiejętności wykonawcy, ponieważ z tego wynikają kategorie robót A i B, które oznaczają:

- klasa A wykonania robót, gdy roboty murarskie wykonuje należycie wyszkolony zespół pod nadzorem mistrza murarskiego, stosuje się zaprawy produkowane fabrycznie, a jeżeli zaprawy wytwarzane są na budowie, kontroluje się dozowanie składników, a także wytrzymałość zaprawy, a jakość robót kontroluje inspektor nadzoru inwestorskiego
- klasa B wykonania robót, gdy warunki określające klasę A nie są spełnione; w takim przypadku nadzór nad jakością robót może wykonywać osoba odpowiednio wykwalifikowana, upoważniona przez wykonawcę.

Decyzję o przyjęciu kategorii wykonawstwa podejmuje projektant konstrukcji.

Również ważne jest to, czy zaprawa jest przygotowana na budowie z surowców wymieszanych w betoniarnie, czy też dostarczona, jako gotowy produkt do wymieszania z wodą.

INNE CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA WYTRZYMAŁOŚĆ MURU NA ŚCISKANIE

Ponadto w literaturze fachowej można znaleźć informacje o innych czynnikach, które mają wpływ na wytrzymałość na ściskanie murów i które nie wynikają z algorytmów obliczeń. Podano je w pracy [1]:

- wymiary elementów murowych
- absorpcja wody przez elementy murowe
- imperfekcje geometryczne i materiałowe elementów murowych
- czas i warunki dojrzewania
- jakość wykonania muru
- grubość muru
- kierunek działania obciążenia w stosunku do płaszczyzny spoin wspornych
- obciążenie skupione.

Intuicyjnie można przypuszczać, że powyżej wymienione czynniki mają wpływ na wytrzymałość muru na ściskanie, chociaż nie jest to uwzględnione w algorytmach obliczania. Można sobie wyobrazić, że niewielkie wymurowane elementy murowe wpływają na większe niedokładności

wykonania muru, więc ostatecznie to wpływa na efekt końcowy parametrów tej konstrukcji.

PODSUMOWANIE

Jak widać z powyższych zestawień, wytrzymałości murów na ściskanie nie są wprost proporcjonalne do wytrzymałości na ściskanie elementów murowych. Niemniej istotne są inne kwestie, które mają na to wpływ. Cechy geometryczne elementów murowych, czy to są bloczki, czy pustaki, a jeśli pustaki, to układ drążer oraz ustawienie elementu murowego w ścianie decydują o przyjęciu w założeniach projektowych grupy elementów. Wpływ ma również zaprawa. Ponadto kategoria wyrobów oraz jakość wykonywanych robót i właściwy nadzór.

Niekiedy zdarza się, że projektant przyjmuje do obliczeń najkorzystniejszą opcję, a w rzeczywistości założenia nie są spełnione, ponieważ:

- inwestor zakupił inne materiały murowe
- została zmieniona zaprawa murarska
- wykonawca był tańszy i niekoniecznie miał umiejętności
- zdecydowano się na kierownika budowy, który nieczęsto kontroluje budowę.

Wnioski z tego są takie, że proces projektowania, podczas którego przyjmowane są konkretne założenia projektowe powinny być spełnione w trakcie realizacji obiektu, a jeśli dokonywane są jakiegokolwiek zmiany w tym zakresie, to powinny być one dokonane z pełną świadomością i oceną konsekwencji. Na etapie projektowania istotne jest dokładne przyjęcie parametrów wyrobów z deklaracji właściwości użytkowych. Kolejnym etapem jest już realizowanie zamówień materiałów, które powinno się skorelować zapisami w projekcie. Również, jeśli dokonuje się zmiany względem projektu, to wskazane jest przeanalizowanie nowego rozwiązania

względem zapisów w projekcie w kontekście konsekwencji. Zazwyczaj zamiana materiału jest możliwa, jednak należy zwrócić uwagę również na inne czynniki wpływające na wytrzymałość na ściskanie muru. ◀

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- PN-EN 771-1+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych – Część 1: Elementy murowe ceramiczne.
- PN-EN 771-2+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych – Część 2: Elementy murowe silikatowe.
- PN-EN 771-3+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych – Część 3: Elementy murowe z betonu kruszywowego (z kruszywami zwykłymi i lekkimi).
- PN-EN 771-4+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych – Część 4: Elementy murowe z autoklawizowanego betonu komórkowego.
- PN-EN 771-5+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych – Część 5: Elementy murowe z kamienia sztucznego.
- PN-EN 771-6+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych – Część 6: Elementy murowe z kamienia naturalnego.
- PN-EN 772-1+A1:2015-10 Metody badań elementów murowych – Część 1: Określenie wytrzymałości na ściskanie.
- PN-EN 998-2:2012 Wymagania dotyczące zapraw do murów – Część 2: Zaprawa murarska.
- PN-EN 1015-11:2001 Metody badań zapraw do murów – Część 11: Określenie wytrzymałości na zginanie i ściskanie stwardniałej zaprawy.
- PN-EN 1996-1-1+A1:2013-05 Eurokod 6 – Projektowanie konstrukcji murowych – Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.

LITERATURA

- Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A., *Konstrukcje Murowe wg Eurokodu 6 i norm związanych*, Wydawnictwo PWN, 2013.

Materiał		Ist.	
		Klasa	
		A	B
A	Mury wykonane z elementów murowych kategorii I, zaprawa projektowana *	1,7	2,0
B	Mury wykonane z elementów murowych kategorii I, zaprawa przeliczona *	2,0	2,2
C	Mury wykonane z elementów murowych kategorii II, zaprawa przeliczona **	2,2	2,5
D	Zakładanie spoin (stał zbrojonych)	2,0	2,2
E	Stół zbrojonych i spoin	1,15	
F	Wynik obliczeniowy ** zgodny z PN-EN 845-1 i PN-EN 845-2	2,0	2,2
G	Nadproża prefabrykowane zgodne z PN-EN 845-2		1,7
	wykonane na budowie		2,5

Rys. 1. Wartości współczynnika bezpieczeństwa γ_M z normy [N10]

Firma ELCHEM s.c. jest dostawcą urządzeń do dezynfekcji i uzdatniania wody dla odbiorców komunalnych i przemysłowych oraz wody basenowej. Działalność w tym zakresie prowadzimy od 1989 roku.

Nasz program obejmuje dostawę, montaż i serwis:

- systemów dozowania chloru i podchlorynu sodu,
- systemów neutralizacji chloru gazowego,
- generatorów dwutlenku chloru,
- generatorów ozonu,
- generatorów UV-C
- systemów dezodoryzacji powietrza.

ELCHEM

ELCHEM s.c.

ul. Narcyzowa 10, 63-004 Tulce k/Poznań

tel: 061 8727318

502602418

601910406

mail: elchem@elchem.pl

www.elchem.pl

SYSTEMY DOZOWANIA CHLORU

SYSTEMY BEZPIECZEŃSTWA

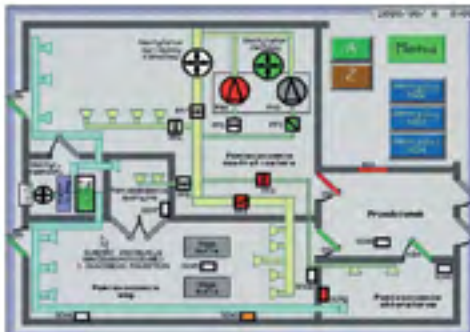
DETEKTORY CHLORU



AUTOMATYKA CHLOROWNI

WIZUALIZACJA OBIEKTÓW

NEUTRALIZATORY CHLORU



GENERATORY OZONU

GENERATORY DWUTLENKU CHLORU



SYSTEMY DEZODORYZACJI POWIETRZA

GENERATORY UV-C

Control matik ABW

TECME



www.elchem.pl



Obiekty wielkokubaturowe

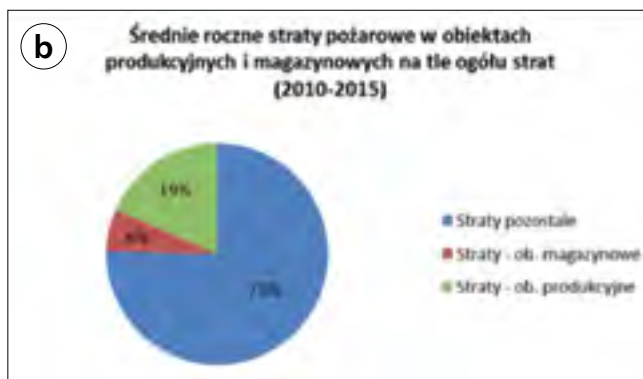
– wymagania przeciwpożarowe przy projektowaniu

Ryzyko wystąpienia pożaru w budynkach produkcyjnych i magazynowych, określanych skrótem PM, jest bardzo duże, nie tylko z racji ich przeznaczenia, ale również z powodu bardzo łagodnych wymagań przepisów przeciwpożarowych dla tych obiektów.

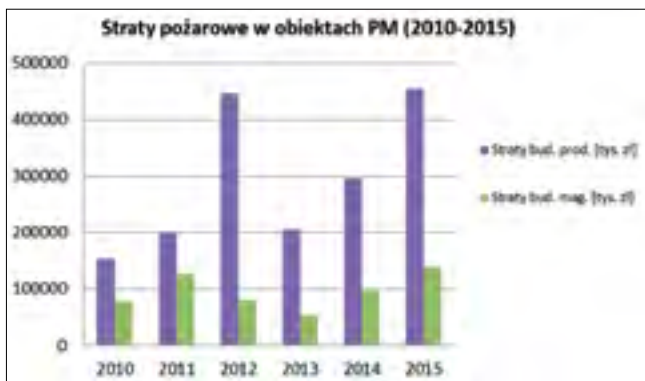
Hale produkcyjne i magazynowe stanowią z punktu widzenia wielkości strat pożarowych jeden z najistotniejszych problemów obecnej ochrony przeciwpożarowej. Jak pokazują statystyki Komendy Głównej PSP, mimo względnie niewielkiego udziału procentowego liczby pożarów w obiektach produkcyjnych i magazynowych, w stosunku do wszystkich pożarów, które występują w Polsce (zgodnie z wykresem na rys. 1a stanowią one zaledwie odpowiednio 1,5% i 0,7%), straty finansowe w tych pożarach szacowane są na łącznie 25% wszystkich strat pożarowych (rys. 1b). Widoczne jest jednocześnie, że wielkość strat pożarowych w budynkach produkcyjnych znacznie przewyższa straty występujące w halach magazynowych (rys. 2).

Sytuacja ta wynika przede wszystkim z bardzo łagodnych wymagań przepisów w zakresie braku obowiązku stosowania stałych samoczynnych urządzeń gaśniczych wodnych i preferencyjnych uwarunkowań stosowania instalacji oddymiających, pozwalających na znaczne złagodzenie wymagań odporności pożarowej budynków PM, stosunkowo niskim kosztem inwestycyjnym. Zgodnie z § 215 dopuszcza się bowiem przyjęcie klasy E odporności pożarowej dla jednokondygnacyjnego budynku PM o gęstości obciążenia ogniowego przekraczającej 500 MJ/m², jedynie pod warunkiem zastosowania:

- wszystkich elementów budynku nierozprzestrzeniających ognia
- samoczynnych urządzeń oddymiających w strefach pożarowych o powierzchni przekraczającej 1000 m².



Rys. 1. Średnie roczne ilości pożarów i strat pożarowych w obiektach PM na tle liczby pozostałych pożarów i strat w Polsce



Rys. 2. Wielkość strat pożarowych w obiektach produkcyjnych i magazynowych

Ze względu na znaczne korzyści finansowe na etapie inwestycyjnym, powyższa „furtka” na obniżenie wymagań pożarowych dla konstrukcji hal jest powszechnie stosowana, mimo iż wiadome jest, że sam system oddymiania, nawet przy dużej powierzchni klap dymowych, nie jest w stanie ograniczyć rozwoju pożaru i zapobiec całkowitemu zniszczeniu obiektu.

Obecnie oczekuje się, aby konstrukcja budynku, mimo posiadanej klasy odporności pożarowej E zachowała w razie pożaru nośność przez określony czas (§ 207 ust. 1)

Wraz z wejściem w życie w styczniu 2018 r. nowych wymagań Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [N1], sytuacja w tym zakresie nieco się poprawiła. Obecnie oczekuje się, aby konstrukcja budynku, mimo posiadanej klasy odporności pożarowej E zachowała w razie pożaru nośność przez określony czas (§ 207 ust. 1). Domyślnie przyjmuje się tu, iż czas ten powinien być co najmniej wystarczający do zapewnienia możliwości opuszczenia budynku przez ludzi, z uwzględnieniem bezpieczeństwa ekip ratowniczych. Wcześniej,

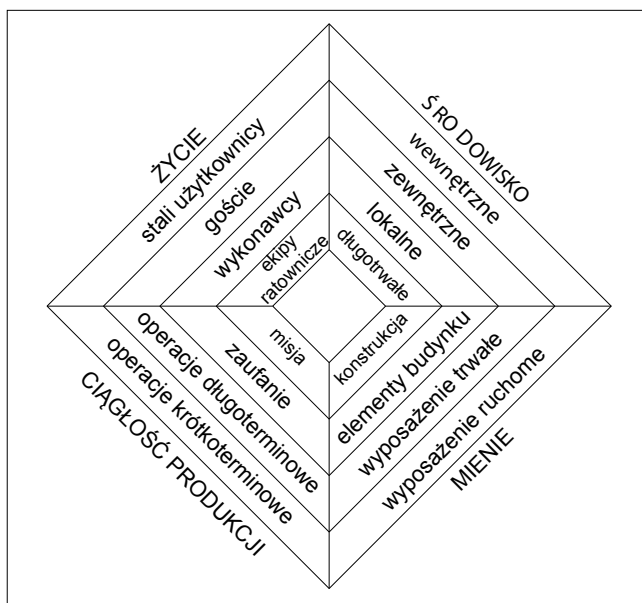
tj. do końca 2017 r., wymagane było jedynie, aby bezpieczeństwo konstrukcji zapewnione było przez czas wynikający z rozporządzenia [N1], a zatem czas narzucony przez § 216, określający wymaganą klasę odporności ogniowej elementów konstrukcyjnych, odpowiednią do klasy odporności pożarowej budynku, wynikającej z § 212. W związku z tym budynkom klasy odporności pożarowej E nie stawiano żadnych wymagań w zakresie odporności ogniowej konstrukcji.

Wymagania w zakresie ochrony przed pożarem hal przemysłowych i znajdującego się w nich mienia określają także ubezpieczyciele, często niezależnie od wymagań przepisów. Ich aktywność w tym zakresie wzrasta z roku na rok i ostatnio coraz częściej uznają oni, że samo spełnienie polskich przepisów nie gwarantuje ochrony przeciwpożarowej mienia w wystarczającym stopniu, niejednokrotnie odmawiając ubezpieczenia bez zastosowania dodatkowych środków zabezpieczeń.

Jednak mimo powszechnie panującej opinii, że niedopuszczenie do znacznych rozmiarów pożaru jest gwarantowane jedynie w przypadku

zastosowania w obiekcie stałych samoczynnych urządzeń gaśniczych wodnych, wielu właścicieli obiektów przemysłowych wciąż nie chce stosować tych urządzeń ze względu na wysokie koszty inwestycyjne i brak bezpośredniego wymagania przez polskie przepisy. Pojawia się zatem konieczność poszukiwania innych rozwiązań, które będą dla inwestorów akceptowalne z punktu widzenia kosztów, a dla inwestorów – z punktu widzenia skuteczności ochrony obiektu.

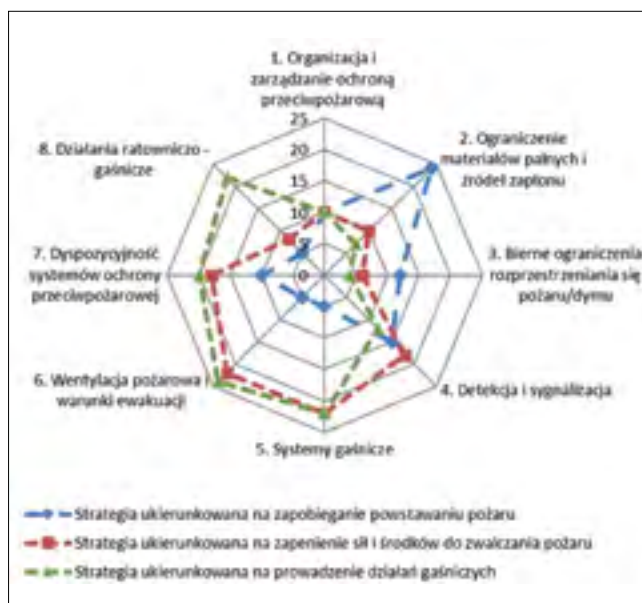
Pomysł na rozwiązanie omawianego problemu można znaleźć w książce [1], która ostatnio ukazała się na polskim rynku. Zaprezentowano w niej możliwości optymalnego doboru zabezpieczeń przeciwpożarowych z punktu widzenia bezpośredniego celu, jakiego mają służyć. Zgodnie z przedstawioną tam metodą, każda strategia przeciwpożarowa powinna zostać poprzedzona określeniem właściwych celów ochrony budynku. Jest to możliwe poprzez analizę potrzeb związanych z funkcjonowaniem budynku, poznanie jego właścicieli, użytkowników i przebiegających w nim procesów, jak również jego otoczenia. Wyróżniono tam cztery



Rys. 3. Cele strategii przeciwpożarowej

cele główne strategii przeciwpożarowych: bezpieczeństwo życia ludzi, ochronę mienia, ciągłość produkcji i ochronę środowiska, z których w każdym wyodrębniono po cztery cele szczegółowe (rys. 3) [1].

Nadrzędnym celem strategii przeciwpożarowej każdego budynku produkcyjnego lub magazynowego, w którym mogą przebywać ludzie, jest zawsze ochrona ich życia i zdrowia. Należy tu brać pod uwagę, że w budynku mogą przebywać zarówno stali użytkownicy, jak i goście mogący wymagać odmiennych systemów zabezpieczeń przede wszystkim ze względu na różną znajomość układu budynku i jego dróg ewakuacyjnych, a w związku z tym, różny czas ewakuacji. W budynku mogą ponadto okazjonalnie przebywać wykonawcy prac okresowych, pracujący na przykład przy jego remoncie lub konserwacji oraz ekipy ratowniczo-gaśnicze przybywające w przypadku zdarzenia pożarowego. Kolejnym celem projektowym strategii przeciwpożarowej jest ochrona mienia. W tym przypadku chodzi o ograniczenie szkód majątkowych spowodowanych przez pożar, co jest brane pod uwagę szczególnie przez ubezpieczycieli. Pierwszym elementem chronionego mienia może być sama konstrukcja budynku, choć w przypadku obiektów magazynowych i produkcyjnych, nie stanowi to najczęściej największej wartości majątku. Znacznie wyższa wartość majątku zgromadzona jest najczęściej w mieniu ruchomym (towarze



Rys. 4. Siatka wartości strategii przeciwpożarowej w zależności od zastosowanych środków zabezpieczeń

zgromadzonym w magazynie) lub mieniu stałym (wyposażeniu zakładu produkcyjnego).

Pożary niejednokrotnie mogą być również przyczyną długotrwałego przestoju produkcji, a w konsekwencji strat finansowych znacznie przewyższających bezpośrednie straty materialne. Nawet jeśli ludzie nie ucierpieli, a budynek nie został zniszczony, straty związane z pożarem mogą być bardzo znaczące dla dalszego funkcjonowania firmy. Ostatnim z celów strategii przeciwpożarowych może być ochrona środowiska. Ze względu na obowiązujące w Polsce przepisy, aspekt ten

jest brany pod uwagę najczęściej jedynie w przypadku zakładów dużego ryzyka, dla których wymagane są raporty oddziaływania na środowisko, uwzględniające między innymi sytuacje pożarowe. W innych sytuacjach rzadko rozważany jest wpływ skutków uwolnienia substancji niebezpiecznych lub pożaru na środowisko naturalne, nawet jeśli chodzi o najbliższe otoczenie budynku.

Realizację opisanych powyżej celów osiąga się poprzez zastosowanie odpowiednich środków zabezpieczeń przeciwpożarowych. Środki te zostały dopasowane do trzech warstw zabezpieczeń, wynikających z ustawy o Ochronie przeciwpożarowej [N2], co przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Środki zabezpieczeń strategii przeciwpożarowej [N2, 1]

Warstwa zabezpieczeń	Środki zabezpieczeń
Zapobieganie powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru	1. Organizacja i zarządzanie ochroną przeciwpożarową
	2. Ograniczenie materiałów palnych i źródeł zapłonu
Zapewnienie sił i środków do zwalczania pożaru	3. Bierne ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru/dymu
	4. Detekcja i sygnalizacja
	5. Systemy gaśnicze
	6. Wentylacja pożarowa i warunki ewakuacji
	7. Dyspozycyjność systemów ochrony przeciwpożarowej
Prowadzenie działań ratowniczych	8. Działania ratowniczo-gaśnicze

Omawiana tu metoda oceny strategii przeciwpożarowej pozwala, dzięki przypisaniu odpowiednich wartości punktowych do poszczególnych środków zabezpieczeń, zobrazować profil strategii na specjalnym diagramie. Strategia przeciwpożarowa kładąca szczególny nacisk na systemy zapobiegania pożarom powinna przewidywać przede wszystkim

systemy służące ograniczeniu ilości materiałów palnych, z kolei strategia przewidująca zapewnienie sił i środków do zwalczania pożarów powinna przewidywać wyposażenie budynku w systemy gaśnicze i systemy wentylacji pożarowej, zapewniające utrzymanie odpowiednich warunków na drogach ewakuacyjnych w czasie ewakuacji, a strategia gwarantująca wspomaganie działań ratowniczych – także w czasie prowadzenia tych działań. Przykładowy obraz poszczególnych strategii przedstawia rys. 4.

Dodatkowo zaproponowana indeksowa metoda oceny poziomu bezpieczeństwa zastosowanych w budynku rozwiązań przeciwpożarowych, w stosunku do potencjalnych oczekiwań, wynikających z przepisów lub wymagań ubezpieczyciela, pozwala na ich optymalizację i dostosowanie do realnych potrzeb ochrony.

Do dokonywania półilościowej oceny strategii przeciwpożarowych opracowane zostało narzędzie obliczeniowe, którego główny rdzeń oparto na metodzie Gretenera z roku 1960, służącej do szacowania zagrożenia i ryzyka pożarowego w budynkach. Szczegóły zaproponowanej tu metody obliczeniowej, prowadzącej do wyznaczenia indeksu ryzyka pożarowego *FRI*, zostały opracowane przez autorów książki [1], w oparciu o ich doświadczenie i wiedzę ekspercką i stanowiąc propozycję do wykorzystania przy opracowywaniu projektów budowlanych. Metoda Gretenera w wersji oryginalnej była i jest do dziś szeroko wykorzystywana m.in. w branży ubezpieczeniowej w Szwajcarii

[2, 3]. Jest to metoda odmienna od metod stosowanych powszechnie przy wyznaczaniu ryzyka pożarowego, gdyż jej ideą jest umożliwienie wyznaczenia ryzyka pożarowego na podstawie oceny poziomu potencjalnego zagrożenia pożarowego i poziomu zabezpieczeń, zamiast w oparciu o statystyczne dane niezawodnościowe

poszczególnych systemów oraz przewidywane skutki potencjalnych zdarzeń pożarowych. Pomysł Gretenera został wykorzystany do zaproponowanej w książce metody wyznaczania indeksu ryzyka pożarowego (*FRI*), gdyż pozwala on na wykorzystanie do tego celu wartości punktowych, jakie są uzyskiwane podczas dokonywania oceny strategii przeciwpożarowej. Indeks *FRI* został przyjęty jako ostateczny wyznacznik poziomu ochrony przeciwpożarowej budynku. Jego wartość dla strategii rzeczywistej powinna być zawsze mniejsza niż dla strategii oczekiwanej. Indeks ryzyka pożarowego (*FRI*) wyznacza się jako iloczyn indeksu zagrożenia pożarowego (*FHI*) i częstość występowania pożaru w danym rodzaju budynków (*Fi*) (wzór 1):

$$FRI = FHI \cdot Fi \quad (1)$$

gdzie:

FRI – indeks ryzyka pożarowego

(ang. fire risk index)

FHI – indeks zagrożenia pożarowego

(ang. fire hazard)

Fi – częstość występowania pożaru w danym rodz. budynków (ang. frequency of ignition).

Występująca we wzorze (1) wartość indeksu zagrożenia pożarowego jest proporcjonalna do potencjalnego zagrożenia pożarowego (*PH*), jakie występuje w danym budynku (przyjmowanego dla odpowiedniego profilu ryzyka) oraz odwrotnie proporcjonalna do ilości i jakości zastosowanych w budynku środków zabezpieczeń, reprezentowanych przez wartość sumarycznej oceny punktowej uzyskanej dla środków zabezpieczeń (*PM*). Indeks zagrożenia pożarowego (*FHI*) wyznacza się z zależności (2):

$$FHI = \frac{PH}{PM} \cdot 100 \quad (2)$$

gdzie:

FHI – indeks zagrożenia pożarowego

(ang. fire hazard index)

PH – potencjalne zagrożenie pożarowe (ang. potential hazard)

PM – środki zabezpieczeń przeciwpożarowych (ang. protective measures).

Do dokonywania półilościowej oceny strategii przeciwpożarowych opracowane zostało narzędzie obliczeniowe, którego główny rdzeń oparto na metodzie Gretenera

Każdy z profili ryzyka budynku posiada przypisaną sobie wartość występującego we wzorze (2) potencjalnego zagrożenia pożarowego (*PH*), wyznaczoną przy założeniu, że indeks zagrożenia pożarowego strategii oczekiwanych dla wszystkich profili ryzyka przyjmuje się na równym poziomie $FHI_{OPT} = 1$.

Wartość liczbowa *PM* występująca we wzorze 2, przyjmowana dla środków zabezpieczeń przeciwpożarowych, wynika z oceny punktowej poszczególnych środków zabezpieczeń opracowanej strategii przeciwpożarowej, z uwzględnieniem odpowiednich współczynników wagowych, zależnych od profilu ryzyka analizowanego budynku i wyznacza się ją na podstawie wzoru (3).

$$PM = (W_{ORG} \cdot E_{ORG} + W_{LIM} \cdot E_{LIM} + W_{PAS} \cdot E_{PAS} + W_{DET} \cdot E_{DET} + W_{SUP} \cdot E_{SUP} + W_{SC} \cdot E_{SC} + W_{MAI} \cdot E_{MAI} + W_{FB} \cdot E_{FB})$$

gdzie:

$$E_{ORG}, E_{LIM}, E_{PAS}, E_{DET}, E_{SUP}, E_{SC}, E_{MAI}, E_{FB} - \text{oceny punktowe uzyskane}$$

w ocenie strategii przeciwpożarowej dla poszczególnych środków zabezpieczenia,

$$W_{ORG}, W_{LIM}, W_{PAS}, W_{DET}, W_{SUP}, W_{SC}, W_{MAI}, W_{FB} - \text{współczynniki wagowe}$$

dla poszczególnych środków zabezpieczenia, w zależności od profilu ryzyka.

Dzięki opisanej tu metodzie po raz pierwszy stało się możliwe dokonywanie oceny, czy różne środki zabezpieczeń dają równorzędny poziom ogólnej ochrony przeciwpożarowej danego budynku. Ocena ta polega na porównaniu indeksu ryzyka pożarowego strategii rzeczywistej budynku, z indeksem odpowiadającym strategii oczekiwanej, będącej punktem odniesienia. Największymi atutami metody są prostota i łatwość dostosowania do nietypowych rozwiązań, jakie niejednokrotnie spotykane są w polskim budownictwie.

PODSUMOWANIE

Inżynierskie podejście do projektowania zabezpieczeń przeciwpożarowych, zapoczątkowane zostało

w latach 70. XX wieku. Obecnie jest ono powszechnie stosowane w wielu obszarach ochrony przeciwpożarowej, między innymi przy projektowaniu zabezpieczeń obiektów produkcyjnych i magazynowych. Jedną z najnowszych form podejścia inżynierskiego jest forma tworzenia i opisu kompleksowych strategii przeciwpożarowych, uwzględniająca zarówno czynniki mające wpływ na kwestie związane z zapobieganiem powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru, jak i zapewnieniem sił i środków do jego zwalczania za pomocą systemów zabezpieczeń, aż po działania ratowniczo-gaśnicze wyspecjalizowanych służb, rozczęła w Polsce proces ujednolicania zasad stosowania narzędzi inżynierii pożarowej. Dodatkowo przedstawiona metoda wyznaczania indeksu ryzyka pożarowego dla budynku, zależnego od zastosowanych w nim środków

zabezpieczeń służy projektantom, rzeczoznawcom ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz osobom dokonującym oceny projektów jako kompleksowe narzędzie do weryfikacji, czy zastosowane w budynku rozwiązania rzeczywiście są równoważne w stosunku do rozwiązań, jakie uznano za minimalne w określonej wstępnie strategii oczekiwanej. <

LITERATURA

1. Brzezińska D., Bryant P., *Strategie ochrony przeciwpożarowej budynków*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2018.
2. J.M. Jr. Watts, *Fire Risk Indexing*, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Society of Fire Protection Engineers, 2016, pp. 3158-3182, DOI 26.10.1007/978-1-4939-2565-0_82.
3. BVD, *Evaluation of Fire Hazard and Determining Protective Measures*, Association of Cantonal Institutions for Fire Insurance (VKF) and Fire Prevention Service for Industry and Trade (BVD), Zurich, Switzerland, 1973.

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r., poz. 1422).
- N2. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 1991 r., nr 81, poz. 351, z późn. zm.).

REKLAMA



**FIRE
SECURITY
EXPO
2019**

Jedyna taka konferencja w Polsce!

JUŻ DZIŚ ZAREZERWUJ MIEJSCE!

FIRE | SECURITY EXPO 2019

detekcja | sygnalizacja pożaru | wentylacja
DSO | monitoring | kontrola i sterowanie
systemami bezpieczeństwa | SUG | bierna
i czynna ochrona przeciwpożarowa | security
wszystko dla Straży Pożarnej | wytyczne, normy
HAZOP | CPR | Ex - ATEX | BIM | CDF i inne

Więcej szczegółów: E.Dziatkowska +48 500 66 22 37, 22 678 58 25
biuro@dndproject.com.pl, www.fire-expo.pl, www.dndproject.com.pl





Niezawodność w bezprzewodowej automatyce budynków – Podual PROXIMA



INTELIGENCJA SIECI MESH

Bezprzewodowa struktura MESH firmy Proximal pozwala na rozproszenie sieci poprzez wykorzystanie do 100 podłączonych do każdej stacji bazowej przetworników bezprzewodowych, które komunikując się wzajemnie ze sobą pozwalają na uzyskanie większego zasięgu sieci niż kiedykolwiek wcześniej. Stałe monitorowanie sieci zapewnia możliwość najlepszego połączenia między przetwornikami, a wszystko to jest dostępne dzięki nowoczesnym urządzeniom pomieszczeniowym zasilanym bateryjnie.

NIEZAWODNA SIEĆ 2,4 GHz

Proximal Proxima® MESH to bezprzewodowa, inteligentna i samonaprawiająca się sieć oparta na opatentowanej technologii dostosowywania FPCC (Future-Proof Co-existence Connectivity) transmisji danych, która przesyła informacje do miejsca

docelowego najkrótszą i najbardziej energooszczędną drogą. Nie wymaga stosowania repeaterów i daje możliwość łatwego budowania i uruchamiania dedykowanych, niezawodnych struktur bezprzewodowych. Firma Proximal oferuje sieć MESH korzystającą z najnowocześniejszego algorytmu, o niezwykle niskim zapotrzebowaniu na energię przy jednoczesnym umożliwieniu bezprzewodowej konfiguracji oraz uaktualniania firmware. Współistnienie częstotliwości staje się coraz istotniejsze dla pomyślnych wdrożeń IoT, więc zastosowana technologia FPCC pozwoli niczym trafna prognoza pogody przewidzieć co do milisekundy, w jaki sposób spektrum dostępnych częstotliwości zostanie wykorzystane w przyszłości. Prognoza ta umożliwia automatyczne dostosowanie do najlepszej dostępnej i najmniej eksploatowanej częstotliwości, a tym samym zapewni

100% bezpieczeństwo pracy sieci bezprzewodowej.

TECHNOLOGIA FPCC

Wykrywanie

Etap detekcji obejmuje przede wszystkim wykrywanie zakłóceń. Może się to odbywać na wiele sposobów, w tym poprzez wykrywanie błędnych bitów, energii fal radiowych itd.

Identyfikacja

Korzystając z danych z pierwszego etapu system identyfikuje inne systemy współdzielące nasze kanały częstotliwości. Na przykład konkretny wzór błędnych bitów może powiedzieć nam dużo o rodzaju systemu, z którego pochodzą zakłócenia. Po zidentyfikowaniu problematycznego systemu możemy wykorzystać informacje na temat tego typu układów do zapewnienia własnej transmisji bardziej zróżnicowanego zakresu opcji.

Adaptacja

Gdy zidentyfikujemy systemy, z którymi współdzielimy spektrum, możemy wykorzystać niektóre jego cechy, jak np. okresowość, dzięki której będziemy mogli użyć danego kanału częstotliwości, przewidując, że nie będzie on wykorzystywany przez inny system. Daje to także możliwość korzystania z kanałów pobocznych, których standardowo nie byliśmy w stanie wykryć. System dzięki pełnemu wykorzystaniu wszystkich cech utrzymuje bezpieczną komunikację.

KOMPONENTY SYSTEMU

- Bezprzewodowa jednostka bazowa.
WBU to stacja bazowa dla bezprzewodowych przetworników sieciowych i modułów wejściowych. Informacje z przetworników mogą zostać odczytane za pośrednictwem protokołu lub poprzez jedno z 6 wyjść analogowych. Jednostka obsługuje protokoły Modbus RTU i Modbus TCP, a wkrótce również BACnet MS/TP i BACnet IP.
- Bezprzewodowe przetworniki pomieszczeniowe.
Zasilane baterią przetworniki WTR są przeznaczone do pomiaru temperatury i wilgotności wewnątrz pomieszczeń. Z kolei WTR24-CO2 to przetworniki z bezprzewodową komunikacją, ale zasilane napięciem 24 V – przeznaczone są do pomiaru temperatury, poziomu CO₂ i wilgotności.
- Bezprzewodowe moduły wejść uniwersalnych.
WTR-IM to bezprzewodowy moduł służący do pomiaru temperatury i wilgotności odczytujący dodatkowo wartości z 3 wejść (0..10V / NTC 10 / DI). Urządzenie zasilane jest bateryjnie oraz sieciowo.
- Narzędzie do konfiguracji.
Instalacja, monitorowanie sieci, uruchamianie i zarządzanie bezprzewodowo przez Bluetooth za pomocą darmowej aplikacji Proximal MyTool® dla systemu Android. <



Odstąpienie od umowy

na prace projektowe i roboty budowlane

W umowie można zastrzec, że jednej lub obu stronom przysługiwać będzie w ciągu oznaczonego terminu prawo odstąpienia od umowy. Odstąpienie od umowy nie oznacza, aby wykonawca nie był uprawniony do otrzymania właściwej części wynagrodzenia za prace wykonane przed odstąpieniem.

stron, tyle że do dnia jej wypowiedzenia. Stosunek prawny z umowy wprowadzie wygasa z momentem wypowiedzenia, jednakże niektóre postanowienia umowy nadal wiążą strony w całej rozciągłości. Wypowiedzenie działa zatem na przyszłość (*ex nunc*). Odstąpienie od umowy powoduje natomiast „wymazanie” umowy z obrotu prawnego ze skutkiem wstecznym (*ex tunc*), tj. umowę uważa się za nigdy niezawartą – co zasadniczo wyłącza stosowanie ustaleń wynikających z takiej umowy¹⁾. Strony mogą samodzielnie określić w umowie przesłanki oraz termin wypowiedzenia, z tym zastrzeżeniem, że nie może to prowadzić do zrzeczenia się uprawnienia do wypowiedzenia umowy z ważnych powodów, o czym stanowi art. 746

wyluczające uprawnienie którejkolwiek ze stron do wypowiedzenia z ważnych powodów kwalifikowane są jako nieważne.

Odstąpienie od umowy może przybrać formę bądź to odstąpienia umownego, które wynika z postanowień określonych przez strony w kontrakcie lub też odstąpienia ustawowego określonego wprost w dyspozycji konkretnego przepisu. Odstąpienie jest wyjątkiem od zasady trwałości umownych stosunków zobowiązaniowych, stąd postanowienia umowy, przepisy regulujące tę instytucję prawną oraz oświadczenia stron składane na ich podstawie winny być interpretowane ściśle. Tego rodzaju jednostronne oświadczenie woli z chwilą złożenia

Zaczynając nasze rozważania na temat odstąpienia od umowy chciałbym zwrócić uwagę na samo pojęcie „odstąpienia”, a jednocześnie na wskazanie różnicy w stosunku do wypowiedzenia umowy, z którym to odstąpienie jest bardzo często mylone. Odstąpienie od umowy i jej wypowiedzenie to dwie różne instytucje prawa cywilnego, które nie mogą być postrzegane jako analogiczne. Różnica między odstąpieniem od umowy a wypowiedzeniem umowy sprowadza się do odmiennych skutków dla bytu samej umowy. Wypowiedzenie powoduje, że umowa jest w pełni skuteczna i wiążąca dla

Odstąpienie od umowy i jej wypowiedzenie to dwie różne instytucje prawa cywilnego, które nie mogą być postrzegane jako analogiczne

§ 3 Kodeksu cywilnego. Zawarta w tym przepisie norma prawna ma charakter bezwzględnie obowiązujący w tym sensie, że postanowienia

innej osobie wywiera wpływ na jej stosunki majątkowe. Co do zasady zgodnie z art. 395 § 1 Kodeksu cywilnego w umowie można

¹⁾ Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 10 lutego 2017 r. V CSK 330/16 cyt. „Wypowiedzenie umowy zlecenia wywiera skutek *ex nunc* i znosi stosunek zobowiązaniowy na przyszłość. Wygasa zatem stosunek zobowiązaniowy, ale nie zostają zniweczone skutki umowy, z której strony mogą nadal wywodzić nieprzedawnione roszczenia, o ile dotyczą stanów faktycznych sprzed wygaśnięcia stosunku. W braku postanowień umownych rozliczenie następuje na podstawie art. 746 § 1 Kodeksu cywilnego, a treść umowy ma znaczenie dla określenia charakteru czynności, do wykonania której zobowiązał się przyjmujący zlecenie oraz dla określenia należnego mu wynagrodzenia i zasad jego wypłacania. Wykonanie zobowiązania do dokonania czynności prawnej może być zależne lub jedynie częściowo zależne od przyjmującego zlecenie, co nakłada na niego albo obowiązek dokonania czynności albo podjęcia działań, które są potrzebne do jej dokonania. Nie można również wykluczyć zobowiązania, w którym przyjmujący zlecenie zagwarantuje osiągnięcie określonego, niezależnego od niego rezultatu. Wynagrodzenie może więc przysługiwać bądź za dokonanie czynności prawnej, bądź za dokonanie działań koniecznych do zrealizowania czynności”.

zastrzec, że jednej lub obu stronom przysługiwać będzie w ciągu oznaczonego terminu prawo odstąpienia od umowy. Prawo to wykonuje się przez oświadczenie złożone drugiej stronie. Dla skutecznego zastrzeżenia prawa odstąpienia kontrahenci muszą zawrzeć ważną umowę i ograniczyć przyznaną kompetencję terminem końcowym²⁾. Przepis art. 395 § 1 Kodeksu cywilnego dopuszcza bowiem przyznanie jednej lub obu stronom umownego prawa odstąpienia wyłącznie w ciągu oznaczonego umową terminu. Może on być dość odległy i upływać w czasie, gdy świadczenie powinno być wykonywane. Jednak zważywszy na funkcję, jakie ów końcowy termin pełni (ograniczenie stanu niepewności), strony nie mogą wyznaczyć go zupełnie dowolnie – jako element umowy podlega ocenie w świetle art. 58 § 1 Kodeksu cywilnego i art. 353(1) Kodeksu cywilnego. Brak oznaczenia terminu powoduje, że zastrzeżenie prawa odstąpienia jest nieważne³⁾. Określenie terminu może nastąpić nie tylko przez podanie konkretnej daty czy przedziału czasu, ale także przez wskazanie pewnego zdarzenia, jednak musi to być zdarzenie, które – przy rozsądnej ocenie sytuacji – powinno nastąpić. Umowne prawo do odstąpienia od umowy ma charakter kształtujący i jest wykonywane przez złożenie oświadczenia, powodującego ustanie ze skutkiem *ex tunc* więzi obligacyjnej łączącej dotychczas strony. Jego źródłem są odpowiednie postanowienia umowy. Prawo to polega na tym,

że strona, na której rzecz zostało ono zastrzeżone, będzie mogła przez swe oświadczenie unicestwić dwustronną czynność prawną po jej dokonaniu, a więc w pewien czas po zawarciu umowy i to zarówno wykonaną, jak i niewykonaną. Przepis art. 395 Kodeksu cywilnego określa jednocześnie wymogi, jakie niezbędne są dla uznania takiego zastrzeżenia za skuteczne. Przepis art. 395 Kodeksu cywilnego dotyczący umownego prawa odstąpienia od umowy i realizujący określoną w art. 353(1) Kodeksu cywilnego zasadę swobody umów, przewiduje dla stron możliwość zastrzeżenia prawa odstąpienia w umowie. Ma on charakter bezwzględnie obowiązujący w zakresie, w jakim wymaga, by w takiej sytuacji strony określiły termin, w którym mogą od umowy odstąpić. W pozostałym zakresie ma charakter względnie obowiązujący, a zatem strony mogą w swobodny sposób określić przyczyny i skutki odstąpienia⁴⁾.

Ustawowe prawo odstąpienia regulują przepisy o wykonaniu zobowiązań wzajemnych. Ustawowe prawo odstąpienia uzasadnia zwłoka lub niemożność wykonania zobowiązania wskutek okoliczności, za które ponosi odpowiedzialność strona zobowiązana. Do skutecznego wykonania ustawowego uprawnienia do odstąpienia od umowy przewidzianego w art. 491 § 1 i 2 Kodeksu cywilnego konieczne jest wyznaczenie drugiej stronie dodatkowego terminu do wykonania zobowiązania z umowy wzajemnej z jednoczesnym zagroże-



© Vladimir Mucibabic - Fotolia.com

niem odstąpienia od umowy w razie bezskutecznego upływu wyznaczonego terminu. Tak jak nieważne jest zastrzeżenie umownego prawa odstąpienia nieograniczone żadnym terminem, tak również nieskuteczne będzie wykonanie ustawowego

w art. 491 Kodeksu cywilnego wymaga od wierzyciela dokonania dwóch oddzielnych czynności. Pierwszą jest wyznaczenie odpowiedniego terminu do wykonania zobowiązania z zagrożeniem odstąpienia. Drugą czynnością jest złożenie samego

Ustawowe prawo odstąpienia regulują przepisy o wykonaniu zobowiązań wzajemnych

prawa odstąpienia od umowy na podstawie art. 491 Kodeksu cywilnego, które nie zostało poprzedzone wyznaczeniem odpowiedniego terminu do wykonania zobowiązania z zagrożeniem wykonania prawa do odstąpienia. Skuteczne odstąpienie od umowy wzajemnej uregulowane

oświadczenia woli o odstąpieniu od umowy. Zwłoka w wykonaniu zobowiązania z umowy wzajemnej, o której mowa w art. 491 § 1 i 2 Kodeksu cywilnego odnosi się zarówno do zobowiązań określonych w umowie stron, jak również do zobowiązań określonych w przepisach, które mają

²⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 22 listopada 2013 r. I ACA 637/13 cyt. „W art. 395 § 1 Kodeksu cywilnego chodzi o zastrzeżenie terminu, który obowiązana jest zachować strona korzystająca z uprawnienia dotyczącego odstąpienia od umowy. *ratio legis* wymagania zawartego w tym przepisie jest bowiem czytelne. Chodzi o wyeliminowanie sytuacji pozostawiania przez drugą stronę w stanie niepewności co do trwałości stosunku umownego, skuteczne skorzystanie przez stronę z uprawnienia przewidzianego powołanym przepisem co do zasady wywołuje bowiem skutek wsteczny, który powoduje, że rozwiązana w ten sposób umowa jest traktowana tak, jakby nie została zawarta”.

³⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 27 lutego 2017 r. VI ACA 1260/15 cyt. „Artykuł 395 § 1 Kodeksu cywilnego dopuszcza wprowadzenie przyznania w umowie każdej ze stron umownego prawa odstąpienia, jednak wyłącznie w ciągu terminu również oznaczonego w umowie. Przy czym termin ten musi być oznaczony przez wskazanie zdarzenia przyszłego i pewnego. Zaś brak oznaczenia terminu powoduje, że umowne zastrzeżenie prawa odstąpienia jest bezwzględnie nieważne (art. 58 Kodeksu cywilnego). Nieważność ta nie może być też sanowana w taki sposób, że w innej umowie strony określą termin jej realizacji”.

⁴⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Szczecinie z dnia 7 września 2016 r. I ACA 207/16 cyt. „Wykładnia umowy dokonywana jest na trzech poziomach. Pierwszy wyznaczony jest dosłownym brzmieniem umowy, drugi zdeterminowany jest przez jej treść odczytaną przy zastosowaniu reguł interpretacyjnych wyrażonych w art. 65 § 1 Kodeksu cywilnego, trzeci zaś polega na ustaleniu znaczenia oświadczeń woli przez odwołanie się do zgodnego zamiaru stron i celu umowy. Nie można jednak przyjąć takiego znaczenia interpretowanego zwrotu, który pozostawałby w sprzeczności z pozostałymi składnikami wypowiedzi. Klóciłoby się to bowiem z założeniem o racjonalnym działaniu uczestników obrotu prawnego. Tak więc przy wykładni oświadczenia woli należy – poza kontekstem językowym – brać pod uwagę także okoliczności złożenia oświadczenia woli, czyli tzw. kontekst sytuacyjny (art. 65 § 1 Kodeksu cywilnego). Obejmuje on w szczególności przebieg negocjacji, dotychczasowe doświadczenie stron, ich status (wyrażający się np. prowadzeniem działalności gospodarczej). Niezależnie od tego z art. 65 § 2 Kodeksu cywilnego wynika nakaz kierowania się przy wykładni umowy jej celem. Nie jest przy tym konieczne, aby był to cel uzgodniony przez strony, wystarczy cel zamierzony przez jedną stronę, który jest wiadomy drugiej”.

zastosowanie do umowy łączącej strony⁵⁾. Odstąpienie od umowy oznacza jednostronne oświadczenie woli strony zobowiązanej, na mocy którego dochodzi do rozwiązania umowy.

W ten sposób strona umowy wykonując prawo-kształtujące uprawnienie doprowadza do ustania stosunku prawnego, pomimo że co do zasady powinien on mieć charakter trwały, a ewentualna zmiana treści stosunku prawnego albo jego zniesienie może nastąpić tylko za zgodą obu stron tego stosunku. Niezbędnym elementem oświadczenia woli stanowiącego wykonanie uprawnienia kształtującego powinno być wskazanie okoliczności, które usprawiedliwiają odstąpienie od umowy⁶⁾. Dodatkowe uprawnienie do odstąpienia od umowy bez wyznaczenia wcześniej dodatkowego terminu na jej wykonanie przewiduje art. 635 Kodeksu cywilnego, który na mocy art. 656 Kodeksu cywilnego znajduje odpowiednio zastosowanie do umowy o roboty budowlane. Stosownie do tego przepisu jeżeli przyjmujący zamówienie opóźnia się z rozpoczęciem lub wykończeniem dzieła tak dalece, że nie jest prawdopodobne, żeby zdołał je ukończyć w czasie umówionym, zamawiający może bez wyznaczenia terminu dodatkowego od umowy odstąpić jeszcze przed upływem

terminu do wykonania dzieła. Literalne brzmienie tego przepisu odnosi się do wypadku odstąpienia od umowy o dzieło przed upływem terminu do jego wykonania. Jednakże przepis ten tym bardziej znajduje zastosowanie do sytuacji, kiedy przyjmujący zamówienie nie wykonał go w przewidzianym terminie. Przepis art. 635 Kodeksu cywilnego daje prawo odstąpienia od umowy w przypadku opóźnienia z rozpoczęciem lub wykończeniem dzieła, nie uzależniając możliwości skorzystania z niego od stopnia zaawansowania prac. Także po upływie terminu do wykonania dzieła dopuszczalne jest odstąpienie przez zamawiającego od umowy o dzieło na podstawie art. 635 Kodeksu cywilnego⁷⁾. Dla odstąpienia od umowy na tej podstawie nie są istotne przyczyny, dla których wykonawca opóźnia się z wykonaniem robót⁸⁾. Istotne jest tylko, żeby te przyczyny nie leżały po stronie zamawiającego. W przypadku umowy o dzieło samo opóźnienie w realizacji robót, a więc niedotrzymanie terminu realizacji robót nawet z przyczyn przez wykonawcę niezawinionych, upoważnia do odstąpienia od umowy i to bez konieczności wyznaczenia terminu dodatkowego. Terminy wykonania dzieła mogą wynikać z umowy albo z właściwości dzieła. Art. 635 Kodeksu

cywilnego odnosi wykonanie do dzieła, a więc do dzieła w rozumieniu art. 627 Kodeksu cywilnego, czyli rezultatu pracy przyjmującego wykonanie dzieła. Literalna wykładnia omawianego przepisu wskazuje na rozumienie terminu jako terminu wykonania całego dzieła a nie jego części składowych.

Odnosząc się natomiast do robót budowlanych należy wskazać, iż uregulowana w kodeksie cywilnym umowa o roboty budowlane stanowi samodzielny typ umowy nazwanej, co wyklucza traktowanie art. 647 i nast. Kodeksu cywilnego jako przepisów szczególnych wobec art. 627 i nast. Kodeksu cywilnego dotyczących umowy o dzieło. Artykuł 656 § 1 Kodeksu cywilnego ogranicza tylko do art. 635 Kodeksu cywilnego, art. 636 § 1 i 2 Kodeksu cywilnego, art. 638 Kodeksu cywilnego i art. 644 Kodeksu cywilnego odpowiednie stosowanie do umów o roboty budowlane przepisów regulujących umowę o dzieło⁹⁾. Inwestor może odstąpić od umowy o roboty budowlane, jeżeli zostanie stwierdzone, że opóźnienie wykonawcy robót czyni niemożliwe ich ukończenie w czasie wynikającym z umowy (art. 635 w związku z art. 656 § 1 Kodeksu

su cywilnego) albo w czasie, który strony oznaczyły w umowie w postaci harmonogramu postępu prac i od jego przestrzegania przez wykonawcę uzależniły prawo do odstąpienia od umowy, bez względu na końcowy termin wykonania robót. Częściowe odstąpienie od umowy o roboty budowlane nie oznacza, aby wykonawca nie był uprawniony do otrzymania właściwej części wynagrodzenia za prace wykonane przed złożeniem przez inwestora oświadczenia zgodnego z art. 635 Kodeksu cywilnego. Świadczenie wykonawcy z umowy o roboty budowlane ma charakter podzielnego¹⁰⁾. Odstąpienie od umowy odnosi skutek na przyszłość. Dotyczy więc tych prac budowlanych, które nie zostały wykonane, jak również tych, które zostały zrealizowane wadliwie. Warto też zauważyć, że jeżeli inwestor odstępuje od umowy w sytuacji, gdy opóźnienie jest wynikiem okoliczności, za które ponosi odpowiedzialność, to odstąpienie na podstawie art. 635 Kodeksu cywilnego jest bezskuteczne i w tej sytuacji należy je traktować, jako odstąpienie na podstawie art. 644 Kodeksu cywilnego. Konsekwencją tego jest, że wykonawca zachowuje prawo do wynagrodzenia oczywiście odpowiednio pomniejszonego¹¹⁾. <

⁵⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 5 grudnia 2018 r. I ACa 504/18 cyt. „Uprawnienie do odstąpienia od umowy wzajemnej bez wyznaczenia dodatkowego terminu na spełnienie świadczenie przysługuje jedynie w przypadku zwłoki dłużnika oraz tylko, jeśli zostało zastrzeżone na wypadek niewykonania zobowiązania w terminie ściśle określonym. Źródłem prawa do odstąpienia od umowy jest przepis ustawy (art. 491 Kodeksu cywilnego). Umowa stron w tym wypadku odnosi się tylko do jednej z przesłanek wykonania tego prawa (wyznaczenia dłużnikowi dodatkowego terminu na wykonanie zobowiązania) i zwalnia wierzyciela z tej czynności, jeżeli strony mocą swej decyzji nadały świadczeniu dłużnika charakter terminowy”.

⁶⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Łodzi z dnia 6 lipca 2017 r. I ACa 1710/16 cyt. „Odstąpienie od umowy, oparte na umowie, jak i na ustawie, jest oświadczeniem woli o charakterze prawno-kształtującym, a jego skutkiem jest upadek zobowiązania *ex tunc*, co oznacza, że ma moc wsteczną, powodując wygaśnięcie umowy oraz powrót do stanu istniejącego przed jej zawarciem”.

⁷⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Szczecinie I ACa 915/13 cyt. „Skoro w art. 635 Kodeksu cywilnego użyto sformułowania, że w okolicznościach w nim wskazanych zamawiający może odstąpić od umowy „jeszcze przed upływem terminu do wykonania dzieła”, to tym bardziej może odstąpić od umowy już po upływie tego terminu - w przeciwnym razie słowo „jeszcze” byłoby zbędne. Poza tym możliwość odstępowania od umów już po upływie terminu ich wykonania przewidują inne przepisy np. o rękojmi za wady. W danym przypadku postawa powoda uzasadniała przekonanie, że zlecone prace budowlane nie zostaną zakończone w rozsądnym terminie”.

⁸⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Szczecinie z dnia 4 stycznia 2017 r. I ACa 13/15 cyt. „Odstąpienie od umowy na podstawie art. 635 Kodeksu cywilnego, inaczej niż odstąpienie na podstawie art. 491 § 1 Kodeksu cywilnego, nie wymaga traktowania zaniechania wykonania w ustalonym terminie czynności przyjmującego zamówienie jako zwłoki. Zamawiający więc może odstąpić od umowy nawet w wypadku, gdy przyjmującemu zamówienie nie można postawić zarzutu naruszenia należytej staranności wymaganej w stosunkach danego rodzaju. Przepis art. 635 Kodeksu cywilnego nie uzależnia bowiem możliwości skorzystania przez zamawiającego z tego prawa od braku winy po stronie zamawiającego. Także zresztą w przypadku, gdy po obu stronach procesu inwestycyjnego występują jako współprzyczyny opóźnienia okoliczności leżące po każdej ze stron nie ma podstaw do wyłączenia stosowania omawianej regulacji. Oznacza to, że w świetle art. 635 Kodeksu cywilnego co do zasady nie są istotne przyczyny, dla których wykonawca opóźnia się z wykonaniem przedmiotu umowy, w tym w szczególności, czy są konsekwencją okoliczności przez niego zawinionych”.

⁹⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Białymstoku z dnia 5 października 2018 r. I AGa 123/18 cyt. „Do umowy o roboty budowlane stosuje się odpowiednio przepisy o umowie o dzieło, dotyczące materii ściśle w tym przepisie określonej. Dotyczy to także kwestii „uprawnienia inwestora do odstąpienia od umowy przed ukończeniem dzieła”. Wykładnia powołanego przepisu uzasadnia uznanie, że do umowy o roboty budowlane zastosowanie ma art. 644 Kodeksu cywilnego, przy czym w związku z odstąpieniem od umowy na podstawie powołanego przepisu, wykonawcy przysługuje wynagrodzenie przewidziane w umowie. Co istotne, od przedmiotowego wynagrodzenia zamawiający może jednak odliczyć to, co przyjmujący zamówienie oszczędził z powodu niewykonania dzieła”.

¹⁰⁾ Wyrok Sądu Apelacyjnego w Białymstoku z dnia 11 września 2015 r. I ACa 696/14 cyt. „Świadczenie wykonawcy wynikające z umowy o roboty budowlane jest podzielne (art. 379 § 2 Kodeksu cywilnego), przy czym z uwagi na naturę świadczenia, nie jest możliwy jego zwrot. Ustanie stosunku umownego przed wykonaniem uzgodnionego w nim przedmiotu robót nie powoduje zatem, obowiązku rozliczenia stron na zasadach ogólnych przyjętych dla zobowiązań z umów wzajemnych (art. 494 § 1 Kodeksu cywilnego). Odstąpienie przez zamawiającego od umowy bądź inny sposób rozwiązania stosunku umownego skutkuje obowiązkiem zapłaty należnej wykonawcy, ustalonej w sposób wskazany w umowie, części wynagrodzenia. W przypadku ustalenia wynagrodzenia jako niezmiennego ryczałtu, część ta powinna być określona w proporcji obejmującej stosunek wartości robót wykonanych zgodnie z umową do wartości całości wynagrodzenia ryczałtowego”.

¹¹⁾ Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 27 kwietnia 2017 r. II CSK 323/16 cyt. „Zarówno w razie skutecznego odstąpienia od umowy o dzieło na podstawie art. 640 Kodeksu cywilnego, jak i od umowy o roboty budowlane przez wykonawcę (art. 491, 492 Kodeksu cywilnego), rozliczenie pomiędzy stronami następuje na podstawie art. 494 Kodeksu cywilnego”.



CoolStream – chłodzenie hal

CoolStream to, opracowany przez firmę Colt International, system wentylacji z funkcją chłodzenia adiabaticznego, który jest atrakcyjną alternatywą dla konwencjonalnej klimatyzacji.

Przyjazny dla budżetu:

- nawet do **7 razy tańszy** niż tradycyjne systemy klimatyzacyjne
- system do chłodzenia 10 000 m³/h powietrza potrzebuje tylko **50 l wody wodociągowej**
- CoolStream zużywa jedynie ok. **1 kW energii elektrycznej** na 10 000 m³/h dostarczanego schłodzonego powietrza, zapewniając jednocześnie wydajność chłodniczą na poziomie **30 kW**



- system można wdrażać stopniowo, gdyż łatwo go implementować dla wydzielonych stref, dzięki temu można rozłożyć w czasie koszty inwestycji.

Przyjazny dla środowiska:

- systemy CoolStream nie wykorzystują do chłodzenia szkodliwych czynników chłodniczych, takich jak freony (CFC)
- w procesie chłodzenia wykorzystywane jest w **100% świeże powietrze zewnętrzne oraz woda**
- brak negatywnego oddziaływania na środowisko oraz użytkowników potwierdza **atest higieniczny PZH** wydany przez Zakład Higieny Środowiska Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego PZH.

Przyjazny dla użytkowników:

- bezpieczeństwo systemu potwierdza certyfikat zgodny z normą VDI 6022
- system CoolStream oczyszcza powietrze z kurzu, bakterii, grzybów i innych zanieczyszczeń
- zarządzanie systemem odbywa się za pomocą prostej aplikacji na tablet lub smartfon.

Więcej informacji o systemie znajduje się na stronie www.coolstream.pl

Skrzynie rewizyjne do dachów zielonych SitaGreen

Preferowanym rozwiązaniem dla dachów i tarasów pokrytych zielenią lub żwirem umożliwiającym skuteczne odprowadzenie wody deszczowej ze wszystkich poziomów warstw dachu są skrzynie dachowe rewizyjne dla dachów zielonych SitaGreen, umieszczane nad wpustem dachowym.

Skrzynie SitaGreen to jedne z najbardziej zaawansowanych technicznie skrzyń dachowych dostępnych na rynku, które cechują się wysoką wydajnością odbioru wody deszczowej zarówno w dachach z zielenią ekstensywną, jak i intensywną, będąc równocześnie wymaganiem przepisami elementem rewizyjnym wpustu dachowego.



SitaGreen wyróżnia:

- duża wydajność przepływu wody opadowej zgodnie z PN-EN 1253-2
- wysoka wytrzymałość na obciążenia zgodnie z klasą obciążenia L15 (1500 kg) umożliwiającą stosowanie w miejscach o lekkim ruchu pieszym (kosiarki samojezdne) oraz w miejscach o szczególnych wymaganiach ochrony (place zabaw, patia)
- prosty montaż i szybka zabudowa
- dopasowanie na wysokość możliwe po zamontowaniu skrzyni
- unikatowy element dla dachów zielonych o wysokości warstw do 150 cm
- bezstopniowa regulacja wysokości
- unikatowe rozwiązanie przenoszenia ciężaru poprzez stalowe nóżki w otulinie EPDM, które uniemożliwia uszkodzenie poniżej położonych warstw dachu.

Sita oferuje systemowe rozwiązania odwadniania dachów zielonych. W zakresie doradztwa realizujemy najwyższe oczekiwania klienta, dbając o prawidłowy dobór elementów odwodnienia oraz o spełnienie sprecyzowanych w projekcie wymagań dotyczących izolacyjności, obciążeń itd.

Standard SOLBET – systemowe budowanie

Od wielu lat najpopularniejszym sposobem realizacji ścian budynku jest zastosowanie betonu komórkowego. Stosuje się go do budowy ścian nośnych zewnętrznych i wewnętrznych oraz działowych różnorodnych budynków. Produkowany jest z naturalnych surowców, które decydują o tym, że jest ekologiczny i przyjazny środowisku. Elementy murowe z betonu komórkowego odpowiadają współczesnym trendom budowania energooszczędnych budynków. Mają dokładne wymiary, są łatwe w obróbce, mają niewielką masę, przez co elementy murowe mogą mieć większe wymiary i są materiałami



pełnymi (błoczkami, a nie pustakami). Beton komórkowy jest materiałem o porowatej strukturze. Pory powietrza stanowią około 80% jego objętości (stąd jego nazwa). Komórkowa struktura materiału powoduje, że ma małą masę i bardzo dobrą izolacyjność termiczną. Jest materiałem jednorodnym, więc jego parametry są w każdym kierunku takie same. Znacząco ogranicza ucieczkę ciepła z budynku.

Coraz częściej standardem staje się budowanie systemowe. Takie możliwości daje system SOLBET, oferując zestaw wyrobów z betonu komórkowego oraz chemii budowlanej. Dzięki temu projektowanie oraz realizacja budowy może być prowadzona systemowo. Pozwala to dobrać materiały od jednego producenta. Komplet elementów do budowy ścian (błoczek, nadproża, płytki, kształtki U), zaprawy murarskie i tynkarskie, system ociepleń, gładzie, kleje, środki gruntujące, elementy uzupełniające i narzędzia ręczne do murowania na cienkie spoiny, to pełen zestaw wyrobów SOLBET. Zastosowanie systemu pozwala rozwiązać prawidłowo wszystkie detale.

Sita Bauelemente GmbH
Przedstawicielstwo w Polsce

SOLBET Sp. z o.o.

Colt International Sp. z o.o.



Beton komórkowy – materiał konstrukcyjny

Beton komórkowy jest materiałem konstrukcyjnym. To jednorodny materiał o porowatej strukturze i o mocnym szkieletie materiałowym. Elementy murowe z autoklawizowanego betonu komórkowego produkowane są zgodnie z normą zharmonizowaną PN-EN 771-4+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych – Część 4: Elementy murowe z autoklawizowanego betonu komórkowego. Podstawowymi elementami murowymi są bloczki: na ściany konstrukcyjne stosuje się bloczki o klasie gęstości 500 i 600 oraz szerokościach 24, 30, 36 i 42 cm. Najczęściej używane są bloczki 24 cm, a na ściany



jednowarstwowe 42 cm. Mogą być profilowane na pióra i wpusty, z profilowaniem na wpust-wpust lub bez profilowania. Wszystkie mają uchwyty montażowe. Gęstości, które są stosowane to 500 i 600 na ściany o szerokościach 24 cm oraz 400 na ściany 42 cm.

Wytrzymałości na ściskanie bloczków z betonu komórkowego wynoszą od 2 do 4 N/mm², co jest wystarczające, by można było z niego wykonywać ściany konstrukcyjne. Zaletą ich w kontekście konstrukcji jest to, że elementy murowe są bloczkami, czyli elementami pełnymi, a nie pustakami. Dzięki temu elementy murowe są zawsze elementami grupy 1. Ściany wykonuje się najczęściej na zaprawy murarskie do cienkich spoin lub zaprawy zwykłe. W efekcie pomimo stosunkowo niewielkiej wytrzymałości na ściskanie bloczków uzyskuje się wystarczające wytrzymałości murów, by wykonywać z betonu komórkowego ściany nośne nawet wielokondygnacyjnych budynków. Dlatego tak ważne jest za każdym razem sprawdzenie nośności muru, a nie przyjmowanie rozwiązań bez analizy projektowej.

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

CIĘKAWA REALIZACJA

PLANETARIUM ŚLĄSKIE W CHORZOWIE



Planetarium znajdujące się na terenie Parku Śląskiego w Chorzowie zmienia swoje oblicze w nowoczesny obiekt służący popularyzacji nauki. Zostanie ono zmodernizowane i rozbudowane o nowy budynek o łącznej powierzchni ponad 2,5 tys. m². Planetarium Śląskie jest obiektem zabytkowym, w związku z tym projektanci nie mogli ingerować w kształt budynku, dlatego koncepcja rozbudowy zakłada powstanie nowych powierzchni, głównie pod ziemią. Będą tam między innymi sale wykładowe, pracownie, a także interaktywna ekspozycja edukacyjna prezentująca w nowatorski sposób zagadnienia z trzech dziedzin nauki: sejsmologii, meteorologii oraz astronomii. Tarcza obecnego zegara słonecznego w atrium będzie stanowić świetlik znajdującej się poniżej sali poświęconej astronomii. W zabytkowym budynku zostanie zmodernizowana główna sala projekcyjna, wymienione zostaną fotele, ekran, system dźwiękowy oraz projekcyjny. Obiekt będzie wyróżniał się nowoczesnymi fasadami i odnowioną elewacją. W pobliżu planetarium powstanie wieża widokowa, z której będzie można podziwiać panoramę Chorzowa, Katowic i Siemianowic Śląskich. Planetarium Śląskie zostanie rozbudowane wg projektu pracowni Consultor Sp. z o.o., natomiast na głównego wykonawcę prac budowlanych wybrano Budimex SA. Zakończenie modernizacji obiektu, który ostatecznie zmieni nazwę w Planetarium – Śląski Park Nauki, przewidziano na grudzień 2020 r.

Dodatkowe informacje:

Całkowita powierzchnia po rozbudowie: ponad 7 tys. m²

Powierzchnia nowego budynku: ponad 2,5 tys. m²

Całkowity koszt modernizacji inwestycji: ok. 136 mln zł

Źródło: Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie

REGUPOL® | REGUFOAM® >>> WYTŁUMIĆ KROKI I DŹWIĘKI MATERIAŁOWE

Budowa apartamentów, Stuttgart

W skład kompleksu przy ulicy Hauptstätter wchodzi 47 mieszkań własnościowych, zlokalizowanych nad sklepem jednej z sieci spożywczych. W podziemiach znajduje się parking na 200 samochodów. Aby zneutralizować

negatywny wpływ, użytkowania części komercyjnej budynku na mieszkańców, wykonano systemy podłogowe oparte na matach tłumiących serii **Regupol® sound**. W systemie podłogowym sklepu, pod wylewką jastrychową zabudowano **Regupol® sound 12**.





Wybrane zagadnienia dotyczące izolacyjności akustycznej stropów

Strop jako element konstrukcyjny rozdzielający kondygnacje musi spełnić szereg wymagań narzuconych przez Prawo budowlane Dz.U. nr 89, poz. 414 [N1] niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania obiektu budowlanego i koniecznych z punktu widzenia bezpieczeństwa i komfortu jego użytkowników. Jednym z 7 wymagań podstawowych zawartych w wyżej wspomnianej ustawie jest ochrona przed hałasem. W artykule przedstawiono podstawowe wymagania oraz możliwości określenia dźwiękoizolacyjności na etapie projektowania.

WYMAGANIA

Ze względu na sposób powstawania i rozprzestrzeniania się dźwięku, zagadnienia dotyczące izolacyjności akustycznej można podzielić na dwie grupy [N2]:

- izolacyjność od dźwięków powstających i rozprzestrzeniających się w powietrzu tzw. dźwięków powietrznych, którą możemy ocenić za pomocą wskaźników $R'_{A,1}, R'_{A,1,R}, D_{nT,A,1}, R'_{A,2}$
- izolacyjność od dźwięków uderzeniowych będących specyficzną formą dźwięków materiałowych, powstających w wyniku pobudzenia do drgań stropu podczas jego użytkowania, którą możemy ocenić za pomocą wskaźników $L'_{n,w}, L'_{n,w,R}$

W sposób schematyczny podział ten przedstawiono na rysunku 1.

Parametry dźwiękoizolacyjne wzorców stropów powinny zostać wyznaczone przez producentów w badaniach laboratoryjnych, aby móc na etapie projektu wykorzystać je do prognozy izolacyjności akustycznej. W budynkach, w odróżnieniu od sytuacji pomiarowej w laboratorium, oprócz drogi bezpośredniej występują drogi pośrednie przenoszenia dźwięku i w takim przypadku mówimy o izolacyjności akustycznej przybliżonej:

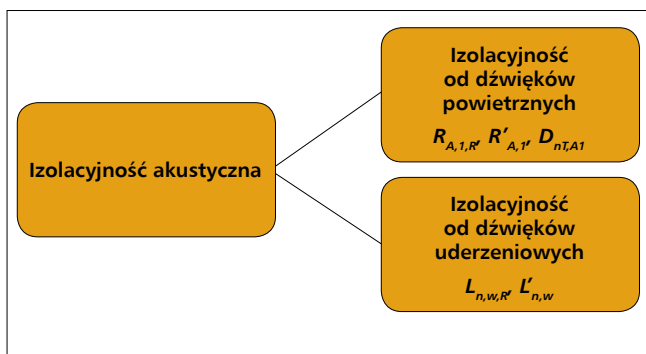
$$R'_{A,1}, D_{nT,A,1}, R'_{A,2}, L'_{n,w}$$

W przypadku stropów wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przedstawione zostały w normie PN-B-02151-3:2015-10 [N2] w postaci tabel zawierających minimalne wartości wskaźników oceny izolacyjności od dźwięków powietrznych oraz maksymalne wartości wskaźnika ważonego znormalizowanego poziomu uderzeniowego. W tabeli 1 zestawiono wszystkie rodzaje budynków, dla których norma ustanawia wymagania.

Wymagania należy przyjmować adekwatnie do rodzaju rozpatrywanego budynku i funkcji pomieszczeń rozdzielonych stropem. Norma zawiera wymagania dotyczące budynków mieszkalnych oraz zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej.

Tabela 1. Akustyka wybranych systemów stropowych

Lp.	Rodzaj budynku
Budynki mieszkalne	
I	Budynki wielorodzinne
II	Budynki jednorodzinne
Budynki zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej	
I	Hotele
II	Budynki zakwaterowania turystycznego (hotele turystyczne, pensjonaty, domy wypoczynkowe)
III	Budynki zbiorowego zamieszkania (domy studenckie, internaty i bursy szkolne, hotele robotnicze, domy dziecka, domy opieki społecznej)
IV	Żłobki i budynki szkolnictwa przedszkolnego
V	Szkoły podstawowe i ponadpodstawowe
VI	Budynki szkół wyższych i placówek badawczych
VII	Budynki szpitalne i zakładów opieki medycznej
VIII	Budynki biurowe
IX	Budynki sądów i prokuratur



Rys. 1. Schematyczne przedstawienie podziału stosowanego przy ocenie izolacyjności akustycznej przegród w budynku z punktu widzenia wymagań normowych [N2]

Na podstawie instrukcji ITB nr 394 [1] układy podłogowe ze względu na ich właściwości akustyczne dzieli się na trzy podstawowe grupy:

- podłogi pływające (PP) – warstwa dociskowa monolityczna lub prefabrykowana o masie powierzchniowej $> 40 \text{ kg/m}^2$ (zazwyczaj 100 kg/m^2) „pływa” w warstwie izolacji akustycznej wykonanej z polistyrenu ekspandowanego, elastyfikowanego, wełny mineralnej lub mat akustycznych, powoduje redukcję zarówno dźwięków uderzeniowych jak i powietrznych (choć w zdecydowanie mniejszym stopniu)

Głównym zadaniem podłogi pływającej jest poprawa izolacyjności od dźwięków uderzeniowych

- lekkie konstrukcje podłogowe (PL) – wierzchnia warstwa podłogowa w postaci paneli podłogowych, parkietu, desek itp. ułożona na warstwie izolacji akustycznej wykonanej z materiału sprężystego w postaci mat akustycznych, materiałów drewnopochodnych itp., wpływa w głównej mierze na redukcję dźwięków uderzeniowych
- wykładziny podłogowe (PW) – wykładziny dywanowe oraz inne wykładziny z warstwą izolacyjną,

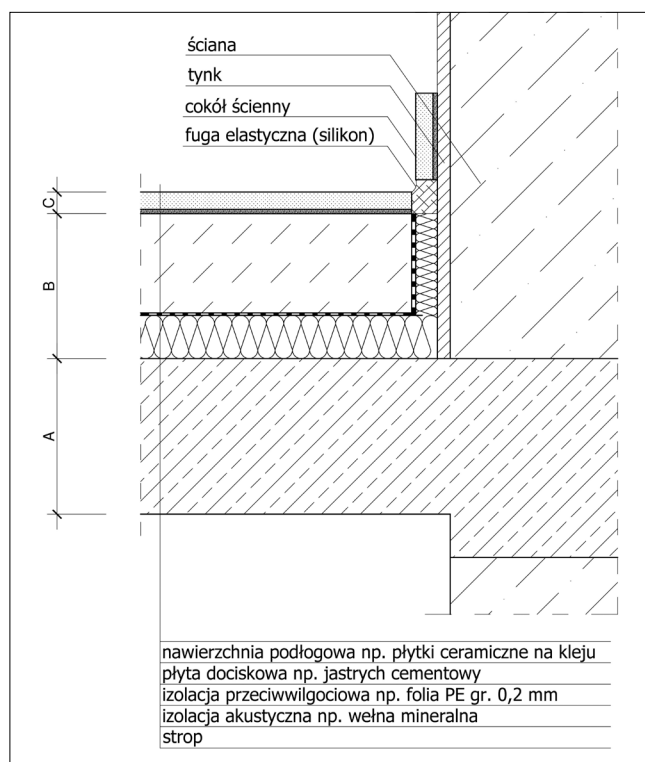
mają wpływ wyłącznie na redukcję dźwięków uderzeniowych w zakresie średnich i wysokich częstotliwości.

W przypadku stropów międzymieszkaniowych w myśl zapisów zawartych w Warunkach Technicznych [N4], wymagania odnoszą się do stropu niezależnie od zastosowanego rodzaju nawierzchni podłogowej. W związku z powyższym w przypadku budynków mieszkalnych, konieczne jest z punktu widzenia ochrony akustycznej stosowanie podłóg pływających (PP), gdyż tylko takie rozwiązanie jest w stanie spełnić wymagania w zakresie dźwięków uderzeniowych niezależnie od rodzaju zastosowanej nawierzchni podłogowej. Na rys. 2 przedstawiono schematycznie detal wykonania podłogi pływającej w sąsiedztwie ściany przy uwzględnieniu wykonania elastycznej fugi zapewniającej ciągłość dylatacji obwodowej w przypadku zastosowania powierzchni podłogowej w postaci płytek ceramicznych lub innego materiału o znacznej masie i sztywności.

Opisano również elementy składowe tj.: A) strop, B) podłogę pływającą, C) nawierzchnię podłogową. Prawdłowo wykonana umożliwiała znaczące obniżenie poziomu uderzeniowego. Niestety wykonana w sposób nieodpowiedni na skutek błędów projektowych lub wykonawczych nie zapewniła spełnienia wymagań ustawowych w zakresie ochrony przed hałasem.

MOŻLIWOŚCI PROGNOZY DŹWIĘKOIZOLACYJNOŚCI Dźwięki uderzeniowe

W przypadku izolacyjności od dźwięków uderzeniowych parametry dźwiękoizolacyjne wzorca stropu wyznaczone w badaniach laboratoryjnych dotyczą sytuacji, gdy jedyną drogą przenoszenia dźwięku jest droga bezpośrednia przez strop rozdzielający pomieszczenia. W praktyce, w budynku oprócz drogi bezpośredniej występują drogi pośrednie przenoszenia dźwięku. W takim przypadku mówimy o izolacyjności przybliżonej od dźwięków



Rys. 2. Schematyczne przedstawienie detalu wykonania podłogi pływającej z uwzględnieniem wykonania elastycznej fugi zapewniającej ciągłość dylatacji obwodowej oraz podziałem na elementy składowe: A) strop, B) podłoga pływająca, C) nawierzchnia podłogowa

uderzeniowych zdefiniowanej przybliżonym poziomem uderzeniowym znormalizowanym L'_n i oznaczonym znakiem „prim” w odróżnieniu od poziomu uderzeniowego znormalizowanego L_n , dotyczącego sytuacji, w której występuje wyłącznie przenoszenie bezpośrednie dźwięku (sytuacja w laboratorium).

W przypadku rozpatrywania przybliżonej izolacyjności akustycznej

od dźwięków uderzeniowych (określonej w warunkach terenowych) należy uwzględniać wszystkie drogi przenoszenia dźwięku, a nie tylko drogę bezpośrednią. Schemat przenoszenia dźwięku uderzeniowego pomiędzy pomieszczeniami przedstawiono na rys. 3.

Ze względu na złożoność metody obliczeniowej dotyczącej wy-

znaczenia przybliżonego poziomu uderzeniowego znormalizowanego (na budynku) za pomocą algorytmów zawartych w normie [N5], dla przypadków pomieszczeń sąsiadujących w pionie oraz stropów jednorodnych proponuje się stosować metodę uproszczoną dotyczącą określenia wskaźnika ważonego przybliżonego poziomu uderzeniowego znormalizowanego $L'_{n,w}$ poprzez przyjęcie bocznego przenoszenia dźwięku jako stabilizowanej wartości poprawki K oraz zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez podłogę znajdującą się na stropie, wg wzoru poniżej [1]:

$$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_{w,R} + K, \text{ dB} \quad (1)$$

gdzie:

$L_{n,eq,0,w}$ – równoważny ważony wskaźnik poziomu uderzeniowego znormalizowanego dla stropu bez dodatkowych warstw [dB]

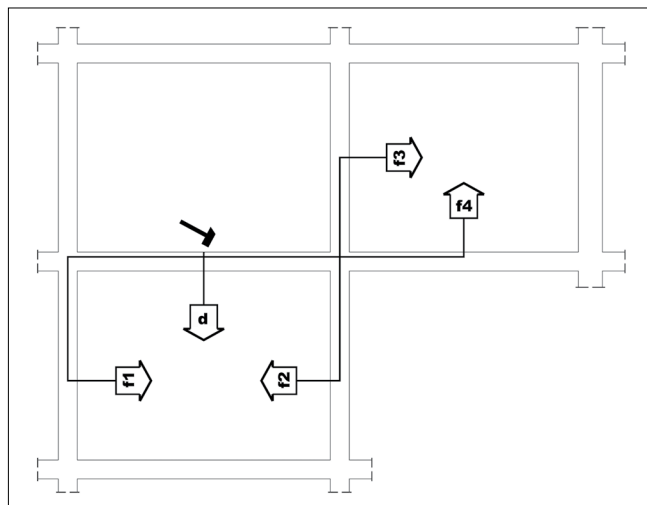
K – poprawka uwzględniająca przenoszenie dźwięków uderzeniowych przez jednorodne elementy boczne [dB] (wg tabeli 2)

$\Delta L_{w,R}$ – projektowy ważony wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez podłogę [dB].

W celu podstawienia do wzoru (1) wartości wskaźnika ΔL_w zaleca się przyjmować jego wartość skorygowaną o 2 dB do wartości „projektowej” [1]:

$$\Delta L_{w,R} = \Delta L_w - 2, \text{ dB} \quad (2)$$

Wartości wskaźnika $L_{n,eq,0,w}$ zaleca się przyjmować jako wyznaczone na podstawie badań laboratoryjnych. W przypadku braku danych pomiarowych, dla stropów masywnych jednorodnych (w rozumieniu PN-EN ISO 12354-2:2017-10 [N5]), dopuszcza się korzystanie ze wzoru jak niżej. Wzór można stosować dla stropów o masie powierzchniowej m' z zakresu 100–600 kg/m².



Rys. 3. Schemat przenoszenia dźwięku uderzeniowego pomiędzy pomieszczeniami znajdującymi się nad sobą oraz obok siebie: d – przenoszenie bezpośrednie drogami materiałowymi, f1–f4 – przenoszenie pośrednie przykładowymi drogami materiałowymi [N5]

Tabela 2. Poprawka K dotycząca przenoszenia bocznego w decybelach [1]

Średnia masa powierzchniowa elementu rozdzielającego (stropu) [kg/m ²]	Średnia masa powierzchniowa jednorodnych elementów bocznych niepokrytych dodatkowymi warstwami [kg/m ²]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

$$L_{n,eq,0,w} = 164 - 35 \cdot \log(m') \text{ dB} \quad (3)$$

W tabeli 3 podano wartości wskaźnika $L_{n,eq,0,w}$ wyznaczone w badaniach laboratoryjnych dla przykładowych stropów o różnej konstrukcji [2].

Średnią masę powierzchniową przegród bocznych, od której zależy wartość poprawki K , należy obliczać z wzoru:

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^n (m_i \cdot S_i)}{\sum_{i=1}^n S_i}, \text{ kg/m}^2 \quad (4)$$

gdzie:

m_i – masa powierzchniowa i-tej przegrody bocznej [kg/m²]

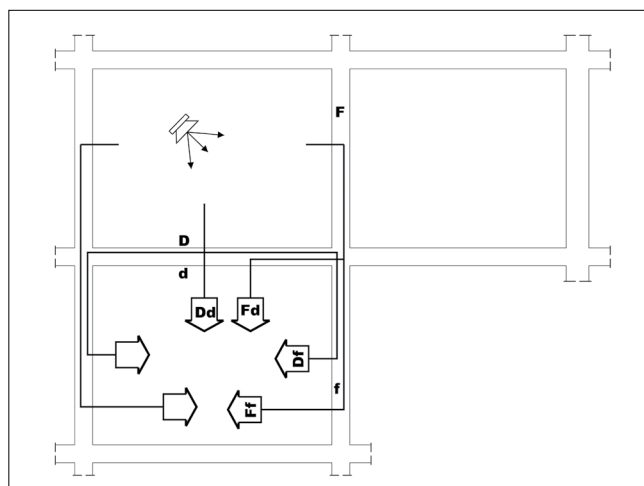
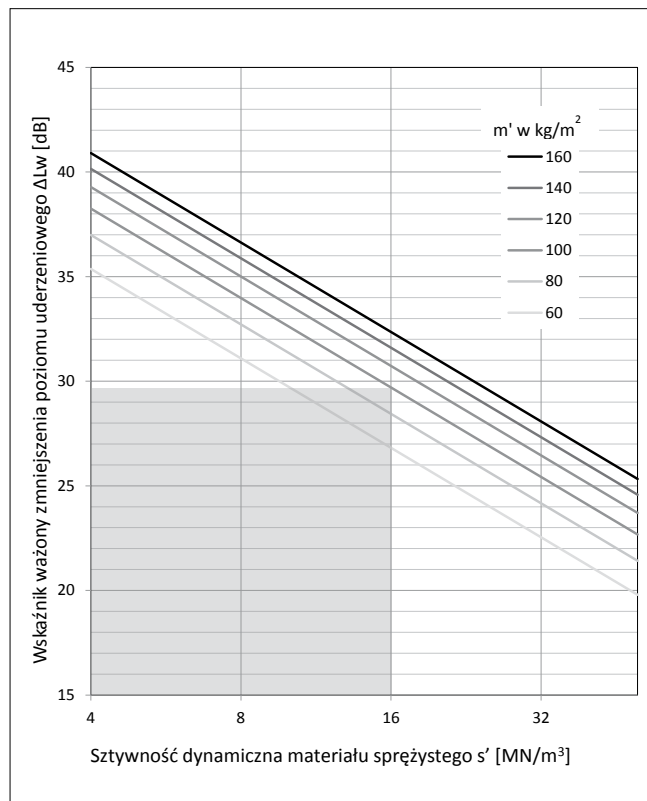
S_i – powierzchnia i-tej przegrody bocznej (po odliczeniu powierzchni otworów drzwiowych lub okiennych w przegrodzie) [m²]

n – liczba uwzględnionych przegród bocznych.

Wpływ podłogi pływającej na redukcję dźwięków uderzeniowych

Wskaźnik ważony zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL_w zależy od masy powierzchniowej jastychu m' w kg/m² oraz sztywności dynamicznej materiału sprężystego s' w MN/m³. Wartości wskaźnika ΔL_w zaleca się przyjmować jako wyznaczone na podstawie badań laboratoryjnych podłóg pływających. W przypadku braku danych pomiarowych, dla podłóg pływających, dopuszcza się korzystanie ze wzoru poniżej [N5]. Sztywność dynamiczna wyznaczana jest przez producentów materiałów sprężystych w badaniach laboratoryjnych wg PN-EN 29052-1:2011 [N3].

$$\Delta L_w = 13 \cdot \log m' - 14,2 \cdot \log s' + 20,8 \text{ dB} \quad (5)$$



Rys. 5. Schemat przenoszenia dźwięków powietrznych pomiędzy pomieszczeniami znajdującymi się nad sobą: Dd – energia wypromieniowywana bezpośrednio przez element rozdzielający pomieszczenia, Fd, Df, Ff – przenoszenie pośrednie drogami materiałowymi (przenoszenie boczne) [N5]

W przypadku rozpatrywania przybliżonej izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych należy uwzględnić wszystkie drogi przenoszenia

gdzie:

s' – sztywność dynamiczna wyznaczona w badaniach laboratoryjnych dla próbki materiału sprężystego [MN/m³]

m' – masa powierzchniowa jastychu [kg/m²].

Wartość wskaźnika można także odczytać z rysunku 4 [N5]. Przykładowo dla jastychu 100 kg/m² oraz materiału sprężystego o sztywności dynamicznej $s' = 16$ MN/m³ należy oczekiwać wartości wskaźnika ΔL_w równej 29,7 dB ($\Delta L_{w,R} \approx 28$ dB, ponieważ $\Delta L_w \approx 30$ dB).

Rys. 4. Wskaźnik ważony zmniejszenia poziomu uderzeniowego dla podłóg pływających z warstwą dociskową z jastychu cementowego lub anhydrytowego [N5]

Dźwięki powietrzne

Podobnie jak w przypadku izolacyjności od dźwięków uderzeniowych również w przypadku dźwięków powietrznych parametry wzorca stropu wyznaczone w badaniach laboratoryjnych dotyczą sytuacji, gdy jedyną drogą przenoszenia dźwięku jest droga bezpośrednia przez strop rozdzielający pomieszczenia, podczas gdy w budynku oprócz drogi bezpośredniej występują drogi pośrednie przenoszenia dźwięku. W takim przypadku mówimy o przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R' (oznaczonej znakiem „prim”) w odróżnieniu od izolacyjności akustycznej właściwej R , dotyczącej sytuacji, w której występuje wyłącznie przenoszenie bezpośrednie dźwięku (sytuacja w laboratorium). W przypadku rozpatrywania przybliżonej izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych (określonej w warunkach terenowych) należy uwzględnić wszystkie drogi przenoszenia dźwięku, a nie tylko drogę bezpośrednią. Schemat przenoszenia dźwięku uderzeniowego pomiędzy pomieszczeniami przedstawiono na rys. 5. Na rysunku ze względu na stosunkowo rzadkie przypadki występowania tych dróg nie uwzględniono drogi pośredniej przez element oraz przez systemy.

Przybliżoną izolacyjność akustyczną między pomieszczeniami rozdzielonymi stropem można określić za pomocą obliczeń uwzględniających drogi pośrednie przenoszenia dźwięku. W normie PN-EN 12354-1:2017-10 [N6], podane zostały metody wykonania takich obliczeń umożliwiające uzyskanie wyników dotyczących zarówno wartości R' w poszczególnych pasmach częstotliwości (wg metody dokładnej), jak i jednoliczbowych wartości wskaźników $R'_{A,1}$ lub $D_{n,T,A,1}$ (wg metody uproszczonej). Obiektywnie ocenić należy, że ze względu na liczbę potrzebnych danych oraz pracochłonność obliczeń wykorzystanie tych metod przez projektantów jest ograniczone. W związku z powyższym, w celu uproszczenia zadania Zakład Akustyki Instytutu Techniki Budowlanej opracował instrukcję pozwalającą w łatwy sposób oszacować prognozowane wartości wskaźników oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej, dla szeregu rozwiązań istniejących na rynku [3]. Przedstawiona poniżej „metoda szacunkowa” dotyczy określenia wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$ poprzez przyjęcie bocznego przenoszenia dźwięku jako stabilizowanej wartości poprawki K_a , wg wzoru:

$$R'_{A,1} = R_{A,1,R} - K_a, \quad \text{dB} \quad (6)$$

gdzie:

$R_{A,1,R}$ – projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej [dB]
 K_a – poprawka określająca wpływ bocznego przenoszenia dźwięku, na wartość wskaźnika $R'_{A,1}$ w zależności od rodzaju ścian działowych i zewnętrznych [dB].

Wartość projektową wskaźnika $R_{A,1,R}$ należy przyjąć jako skorygowaną wartość wskaźnika $R_{A,1}$ wg poniższej zależności:

$$R_{A,1,R} = R_{A,1} - 2, \quad \text{dB} \quad (7)$$

$$R_{A,1} = R_w + C, \quad \text{dB} \quad (8)$$

gdzie:

C – widmowy wskaźnik adaptacyjny [dB], PN-EN ISO 717-1 [N7].

Wartości wskaźnika $R_{A,1}$ zaleca się przyjmować jako wyznaczone na podstawie badań laboratoryjnych. W przypadku braku danych pomiarowych, dla przegród pojedynczych jednorodnych wg PN-EN ISO 12354-1:2017-10 [N3], dopuszcza się korzystanie ze wzoru jak niżej.

$$R_w = 37,5 \lg m' - 42 \quad \text{dB} \quad (9)$$

Wartości wskaźnika widmowego należy przyjmować jak niżej:

$$C = (-1) \div (-2) \quad \text{dB}$$

$$C_{t,r} = 16 - 9 \cdot \log \left(\frac{m'}{m'_0} \right) \quad \text{dB} \quad \text{przy czym: } 7 \leq C_{t,r} \leq -1 \quad \text{dB} \quad (10)$$

gdzie:

m' – masa powierzchniowa stropu [kg/m²]

m'_0 – masa powierzchniowa stropu, stosowana jako wartość odniesienia = 1 kg/m².

Tabela 3. Wartości wskaźników dotyczących izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych i uderzeniowych wyznaczone w badaniach laboratoryjnych dla przykładowych stropów o różnej konstrukcji [2]

Lp.	Nazwa	Grubość stropu	Masa powierzchniowa	$R_{w,R}$ (C ; $C_{t,r}$)	$R_{A,1,R}$	$R_{A,2,R}$	$L_{n,w,eq}$
		cm	kg/m ²	dB			
1.	Fert 45, pustaki ceramiczne 20 cm, nadbeton 3 cm	23	275	48,0 (-2; -5)	46,0	43,0	79,0
2.	Cerit, pustaki ceramiczne 24 cm, nadbeton 4 cm	28	305	51,0 (-2; -5)	49,0	46,0	78,0
3.	Ceram pustaki ceramiczne 21 cm, nadbeton 3 cm	24	314	51,0 (-2; -5)	49,0	46,0	77,0
4.	EF 45/23 pustaki ceramiczne 20 cm, nadbeton 3 cm	23	265	46,0 (-1; -5)	45,0	41,0	84,0
5.	Żelbetowy 14 cm	14	336	53,0 (-1; -5)	52,0	48,0	77,0
6.	Żelbetowy W-70 (kanały Ø 14,7 cm co 20 cm)	22	340	55,0 (-2; -6)	53,0	49,0	74,0
7.	Kanałowy typu Ż – żerański (kanały Ø 17,8 cm co 22 cm)	22	320	54,0 (-2; -4)	52,0	50,0	73,0
8.	Sprężony S (kanały Ø 18,5 cm co 22,5 cm)	26,5	350	55,0 (-2; -6)	53,0	49,0	77,0

Wpływ podłogi pływającej na redukcję dźwięków powietrznych

Wpływ podłogi pływającej na redukcję dźwięków powietrznych (w przeciwieństwie do wpływu na redukcję dźwięków uderzeniowych) nie jest aż tak znaczący. Na podstawie wyników badań laboratoryjnych dla stropów różnego typu bez podłogi oraz z podłogą pływającą [2] wzrost wskaźnika $R_{A,1}$ na skutek zastosowania na „gołym” stropie podłogi pływającej ocenić można na $\Delta R_{A,1} = 2\text{--}5\text{ dB}$. Rzeczywisty wzrost wskaźnika uzależniony jest nie tylko od rodzaju podłogi pływającej (w głównej mierze jej masy powierzchniowej w kg/m^2), ale także od parametrów „gołego” stropu (im wyższa izolacyjność „gołego” stropu, tym mniejszy wzrost wskaźnika $R_{A,1}$ na skutek zastosowania podłogi pływającej). Model obliczeniowy wg PN-EN ISO 12354-1:2017-10 [N6] dla sytuacji dotyczącej podłogi pływającej na stropie przewiduje zwiększenie izolacyjności akustycznej właściwej zależnie od częstotliwości rezonansowej f_0 układu:

$$f_0 = \frac{1000}{2\pi} \sqrt{s' \left(\frac{1}{m_1'} + \frac{1}{m_2'} \right)}, \text{Hz} \quad (11)$$

gdzie:

m_1 – masa powierzchniowa stropu [kg/m^2]

m_2 – masa powierzchniowa dodatkowej warstwy [kg/m^2]

s' – sztywność dynamiczna warstwy izolacyjnej [MN/m^3].

Dla materiału sprężystego w postaci EPS elastyfikowanego wartość poprawy wskaźnika $\Delta R_{A,1}$ obliczamy ze wzoru (12), natomiast dla wełny mineralnej ze wzoru (13):

$$\Delta R_{A,1} = -33 \lg f_0 + 74,0 \geq -3 \text{ ,dB} \quad (12)$$

$$\Delta R_{A,1} = -42 \lg f_0 + 92,0 \geq -4 \text{ ,dB} \quad (13)$$

Wyniki pomiarów terenowych wskazują na konieczność „ostrożnego” stosowania powyższych wzorów. Doświadczanie wskazuje, że rzeczywista poprawa izolacyjności od dźwięków powietrznych poprzez zastosowanie podłogi pływającej nie przekracza wartości kilku dB.

PODSUMOWANIE

W artykule podano podstawowe informacje dotyczące wymagań jak i możliwości prognozy izolacyjności od dźwięków uderzeniowych i powietrznych stropów. Podano również metodę obliczeniową dotyczącą uwzględnienia wpływu podłogi pływającej na poprawę izolacyjności akustycznej. ◀

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

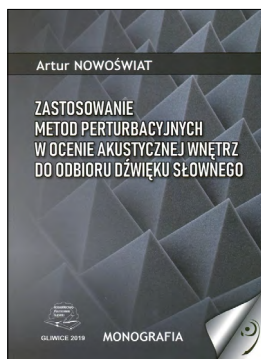
- N1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. „Prawo budowlane” (Dz.U. nr 89, poz. 414, z późn. zm.).
- N2. PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
- N3. PN-EN 29052-1:2011 Akustyka – Określanie sztywności dynamicznej – Część 1: Materiały stosowane w pływających podłogach w budynkach mieszkalnych.
- N4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75, poz. 690, z późn. zm.).
- N5. PN-EN ISO 12354-2:2017-10 Akustyka Budowlana – Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów – Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami.
- N6. PN-EN ISO 12354-1:2017-10 Akustyka budowlana – Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów – Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami.
- N7. PN-EN ISO 717-1:2013-08 Akustyka – Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych.

LITERATURA

1. Żuchowicz-Wodnikowska I., *Zasady doboru podłóg z uwagi na izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropów masowych. Instrukcje, wytyczne, poradniki*, nr 394, Warszawa, 2004.
2. Szudrowicz B., Tomczyk P., *Właściwości dźwiękoizolacyjne ścian, dachów, okien i drzwi oraz nawiewników powietrza zewnętrznego. Instrukcje, wytyczne, poradniki*, nr 448, Warszawa, 2009.
3. Szudrowicz B., *Metody obliczania izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami w budynku według PN-EN 12354-1:2002 i PN-EN 12354-2:2002. Instrukcje, wytyczne, poradniki*, nr 406, Warszawa, 2005.

Zobacz na: izbudujemy.pl Izolacje wibroakustyczne 🔗

LITERATURA



ZASTOSOWANIE METOD PERTURBACYJNYCH W OCENIE AKUSTYCZNEJ WNĘTRZ DO ODBIORU DŹWIĘKU SŁOWNEGO

Artur Nowosiwiat

Wydawnictwo Politechniki Śląskiej; wydanie 1, 2019 r.; 181 stron

W monografii podjęto problem szacowania rzeczywistego czasu pogłosu w aspekcie przewidywania właściwości akustycznych pomieszczeń. Określono i wyjaśniono wpływ przyjętej chłonności akustycznej przegród ograniczających pomieszczenie, rozmieszczenia materiałów dźwiękochłonnych w pomieszczeniu, warunków klimatu wewnętrznego, współczynnika rozproszenia przegród ograniczających pomieszczenie i niepewności pomiarowej na wartość czasu pogłosu w pomieszczeniu.

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

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

Szybki i łatwy w obsłudze FEM-Design jest idealnym narzędziem do pracy ze wszystkimi typami konstrukcji, począwszy od prostego wymiarowania pojedynczych elementów, do statycznej analizy skomplikowanych konstrukcji.

Analiza

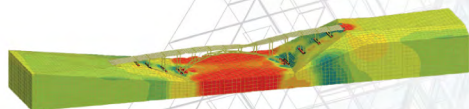
Program zawiera m. in.:

- Analizę statyczną, dynamiczną oraz sejsmiczną.
- Analizę elementów betonowych w stanie zarysowanym.
- Oddziaływanie gleby 3D na bazie modelu Columba-Mohra.
- Analizę etapów konstrukcji.

Geotechnika

FEM-Design zawiera dwa unikalne moduły geotechniczne:

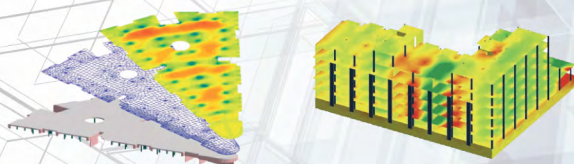
- Foundation Design, który sprawdza nośność graniczną fundamentów zgodnie z Eurokodem 7.
- 3D Soil, obliczający oddziaływanie pomiędzy własnościami gruntu i posadowionej w nim konstrukcji.



Konstrukcje betonowe, stalowe i drewniane

Dedykowane moduły dla każdego rodzaju konstrukcji, uwzględniające ich indywidualne wymagania.

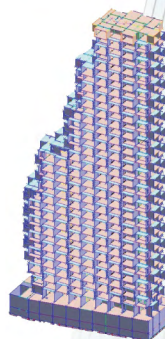
- Połączenia między elementami powłokowymi są łatwe do zdefiniowania, co jest szczególnie ważne dla uzyskania sił wypadkowych i momentów w połączeniach betonowych elementów prefabrykowanych.
- Automatycznie generowane obliczenia i wzory pozwalają łatwo zweryfikować wyniki.



Przykłady wykorzystania FEM-Design

Norra Tornen

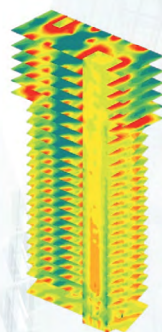
Najwyższy budynek mieszkalny w Sztokholmie, 125 metrów wysokości, 38 pięter.



„W FEM-Design dokonaliśmy obliczeń sił wewnątrz i pomiędzy wszystkimi betonowymi prefabrykatami. Niewiele programów konstrukcyjnych pozwala na tak szczegółową analizę”- Sweco Structures (Biuro projektowe)

Scandic Victoria Tower

117-metrowy budynek, będący jednym z najwyższych obiektów budowlanych w Sztokholmie, jak i najwyższym hotelem w całej Skandynawii.



FEM-Design został użyty dla statycznej i dynamicznej analizy konstrukcji.

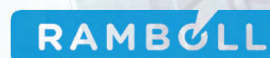
Jesteś zainteresowany darmową wersją testową?

Odwiedź stronę www.strusoft.com/local/poland i kliknij „Get started now”

Referencje

„Programu FEM-Design używamy do projektowania konstrukcji żelbetonowych prefabrykowanych, często opartych na konstrukcjach stalowych. (...) W przypadku naszego biura największą zaletą programu FEM Design jest jego intuicyjność i dopasowanie do modelowania i odczytywania wyników dla konstrukcji prefabrykowanych. (...) W programie FEM Design istnieje możliwość wgrzywania modeli referencyjnych oraz importowania modeli z programów takich jak Tekla czy Revit.”

- Projektant, CES Polska





Projektowanie kondygnacji podziemnych w zabudowie miejskiej

W artykule omówiono zagadnienia związane z projektowaniem konstrukcji kondygnacji podziemnych budynków realizowanych w gęstej zabudowie miejskiej. Szczególną uwagę zwrócono na prawidłowość rozpoznania warunków gruntowo-wodnych oraz właściwy dobór modelu geotechnicznego podłoża gruntowego do analiz statyczno-wytrzymałościowych oraz wartości parametrów przyjętego modelu. Przedstawiono wymagania w zakresie analizy współpracy konstrukcji z ośrodkiem gruntowym, którą należy wykonać w ramach opracowywanego projektu branży konstrukcyjnej. Zwrócono uwagę na konieczność uwzględnienia poszczególnych etapów realizacji, a także zapewnienia właściwego zapasu bezpieczeństwa.

UWAGI WSTĘPNE

Problem projektowania części podziemnych budynków pojawia się przy większości obecnie realizowanych budynków mieszkalno-usługowych wznoszonych przez deweloperów. Często zachodzi potrzeba uwzględnienia oddziaływania sąsiednich budynków. Nierzadko realizacje są prowadzone w trudnych warunkach gruntowych (dobre podłoża zostały już dawno zagospodarowane) oraz poniżej poziomu wody gruntowej. Wobec tego kluczowe staje się rozpoznanie warunków gruntowych, a także wykonanie zaawansowanych analiz zagadnień współpracy konstrukcji z podłożem. W tych ostatnich należy zwrócić szczególną uwagę na etapowanie, co jest charakterystyczne przy projektowaniu konstrukcji podziemnych, a raczej rzadko jest spotykane w innych

branżach. Często może się zdarzyć, że dla danego elementu konstrukcyjnego, najbardziej niekorzystne oddziaływanie może wystąpić na którymś etapie budowy – niekoniecznie w czasie eksploatacji. Szczególnie należy zwracać uwagę na sąsiednią zabudowę, gdyż realizacja wykopów, a także często towarzysząca temu zmiana warunków wodnych (zarówno poziomów piezometrycznych wody, jak i niekiedy również kierunków filtracji) może spowodować powstanie dodatkowych osiadań terenu wokół realizowanej inwestycji. Może to być przyczyną powstania uszkodzeń (często „tylko” elementów wykończeniowych, ale czasami nawet samej konstrukcji), a w skrajnych przypadkach również i poważnych awarii. Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że obiekty znajdujące się w sąsiedztwie mogą być w złym

stanie technicznym, co nie zwalnia projektanta z odpowiedzialności za skutki będące konsekwencją realizacji danego zamierzenia budowlanego. Właściwa analiza pracy konstrukcji zagłębionej w podłożu wymaga przyjęcia właściwego modelu podłoża gruntowego, a także realistycznych wartości parametrów przyjętego modelu materiałowego. Te ostatnie często błędnie nazywa się parametrami geotechnicznymi, co ma sugerować, że model idealnie sprężysto-plastyczny z powierzchnią Coulomba-Mohra jest jedynym możliwym modelem opisujących zachowanie się podłoża. W rzeczywistości, coraz częściej stosuje się bardziej złożone modele – w tym stający się coraz bardziej popularny Hardening Soil z uwzględnieniem dużej zmiany sztywności w zakresie małych odkształceń [1], które mają inne parametry. Ponadto bardzo dużym błędem jest nazywanie wartości parametrów przyjętych na podstawie korelacji zamieszczonej w starej normie PN-81/B-03020 [N1] wartościami normowymi. Nazwa ma sugerować, że wartości te odpowiadają rzeczywistości, a przyjmując je do obliczeń projektant działa w sposób bardzo bezpieczny. Niestety rzeczywistość pokazuje coś zupełnie innego. Przedmiotowe korelacje są dosyć grubym przybliżeniem. Zostały one ustalone na podstawie badań zrealizowanych prawie 50 lat temu w jednym tylko regionie Polski. To, że przez tyle lat były one wykorzystywane do projektowania i z tego tytułu nie stwierdzono

powstania większych awarii czy katastrof budowlanych nie powinno być argumentem przemawiającym za dalszym ich stosowaniem. Obecnie trzeba brać pod uwagę rozwój metod badawczych w świecie, a także chęć optymalizacji inwestycji wyrażaną przez prawie wszystkich inwestorów. W żadnym wypadku nie można liczyć na to, że w przyszłości podobne korelacje zostaną opracowane w jakichkolwiek normach,

Właściwa analiza pracy konstrukcji zagłębionej w podłożu wymaga przyjęcia właściwego modelu podłoża gruntowego, a także realistycznych wartości parametrów przyjętego modelu materiałowego

choć mogą być przedmiotem dociekań naukowych i różnych publikacji. W tym kontekście można też oceniać decyzję niektórych inwestorów (np. GDDKiA), które wręcz zakazują stosowania powyższych korelacji.

ROZPOZNANIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Biorąc pod uwagę powyższe uwagi, można stwierdzić, że warunkiem koniecznym właściwego opracowania projektu jest odpowiednie rozpoznanie podłoża gruntowego. Obecnie dostępne metody rozpoznawania warunków gruntowych można podzielić na następujące grupy:

- wiercenia
- sondowania
- badania geofizyczne
- próbne obciążenia.

W Polsce od lat najbardziej rozpowszechnione są wiercenia. Pozwalają one na wizualną ocenę rodzaju gruntów w podłożu. W przypadku gruntów spoistych można zgrubnie określić również ich stan. Ponadto można pobrać próbkę do badań laboratoryjnych, a także przeprowadzić obserwację poziomu wody gruntowej. Tego rodzaju badania nie

dają jednak możliwości oznaczenia in-situ wartości parametrów, które są potrzebne projektantowi. Wprawdzie jest możliwość ich wyznaczenia w badaniach laboratoryjnych, jednak są one kosztowne, długotrwałe, a także ich dokładność bardzo zależy od jakości pobranej próbki. W Polsce niewiele firm zajmujących się wykonywaniem wierceń potrafi prawidłowo pobrać próbki NNS (o nienaruszonej strukturze), a tylko na takich można wykonywać wiarygodne badania laboratoryjne właściwości wytrzymałościowo-deformacyjnych.

Drugą grupą metod rozpoznawania podłoża są wszelakiego rodzaju sondowania. Wyróżnić można sondy dynamiczne, które polegają na wbijaniu w podłoże stożka na dokręcaniej żerdzi oraz sondy statyczne, podczas wykonywania których, są one wciskane w głąb podłoża ze stałą prędkością. W Polsce sondy dynamiczne, wśród których można wymienić lekkie DPL, średnie DPM, ciężkie DPH i bardzo ciężkie DPSH, są często stosowane jako uzupełnienie wierceń. W świecie częściej stosuje się sondy cylindryczne SPT, które w naszym kraju nie są zbyt popularne. Jednak trzeba podkreślić, że jedynym wiarygodnym wynikiem z tych sondowań jest stopień zagęszczenia gruntów niespoistych. Nie istnieją wiarygodne sposoby

się w sposób rozpoznawania podłoża stosowany w krajach najbardziej rozwiniętych gospodarczo, są sondowania statyczne. Podczas tych badań mierzony jest opór pod podstawą stożka wciskanego w podłoże, wartość tarcia na pobocznicę tulei oraz ciśnienie wody w porach. Ta ostatnia wartość jest mierzona tylko w badaniach CPTU (sondowania statyczne bez pomiaru tej ostatniej wielkości to sondowania CPT). Warto zwrócić uwagę, że najistotniejszy parametr mierzony podczas badań, to opór pod podstawą stożka. Ta wartość jest najważniejsza przy interpretacji wyników. Sondowania statyczne są obecnie najbardziej wiarygodnym i najszybszym sposobem oznaczenia właściwości mechanicznych. Szczególnie ważne jest to, że wartości parametrów mogą być interpretowane bezpośrednio z wyników sondowania [2, 3]. Właściwości fizyczne, a zwłaszcza rodzaj gruntu są informacjami mniej istotnymi z punktu widzenia nośności i odkształcalności podłoża. Dlatego też nie można się zgodzić z niektórymi opiniami mówiącymi, że sondowania statyczne nie są badaniami wiarygodnymi, gdyż nie ma możliwości zobaczenia próbki badanego gruntu. Oczywiście można wskazać wiele przykładów, gdzie popełniono błąd przy oznaczeniu rodzaju gruntu wykorzystując sondo-

Bardzo dużym błędem jest nazywanie wartości parametrów przyjętych na podstawie korelacji zamieszczonej w starej normie PN-81/B-03020 wartościami normowymi

interpretacji pozwalające na wyznaczenie na podstawie sondowań wartości innych parametrów, które są potrzebne do właściwego zaprojektowania, choć niekiedy takie interpretacje się wykorzystuje. Badaniami, które obecnie są coraz częściej stosowane, a także wpisują

wania statyczne, jednak to nie dyskryminuje tych metod badawczych. Najbardziej kuriozalnym przypadkiem zastosowania sondowań jest uprzednie wyznaczenie rodzaju i stanu gruntu na podstawie charakterystyk uzyskanych z sond, a wartości parametrów do analiz statycznych

z wcześniej krytykowanych nomogramów z normy PN-81/B-03020 [N1]. W takich przypadkach kumulują się wszystkie niepewności występujące przy konkretnych krokach procedury szacowania wartości parametrów, przez co te wartości stają się przypadkowe, a uzyskane wyniki obliczeń niewiarygodne.

Sondowania statyczne są obecnie najbardziej wiarygodnym i najszybszym sposobem oznaczenia właściwości mechanicznych

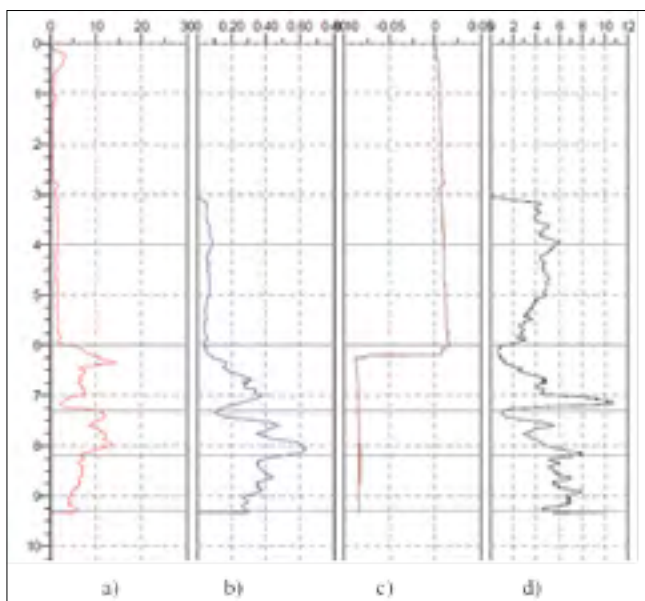
Innym rodzajem badań są badania geofizyczne. Wśród nich można wyróżnić badania georadarowe, elektroopowe, sejsmiczne, grawimetryczne itp. Tego rodzaju badania są wykorzystywane przede wszystkim w przypadkach, gdy w podłożu podejrzewa się występowanie pustek, stref rozluźnień, soczewek gruntów o zdecydowanie różniących się właściwościach, podziemnych bloków betonowych itp. Badania geofizyczne można czasami wykorzystywać w celu próby oceny, czy w miejscach

między wykonanymi punktowo rozpoznaniem (np. poprzez wykonanie odwiertów lub sondowań) nie znajdują się obszary o zdecydowanie odmiennych właściwościach. Jednak tego typu badania obarczone są dosyć dużą niepewnością. Ponadto same badania geofizyczne, bez odniesienia się do wyników badań penetracyjnych, są w ogóle bezużyteczne.

Niekiedy są również stosowane próbne obciążenia, które pozwalają na uzyskanie charakterystyki obciążenie-osiadanie. Na jej podstawie można szacować nośność i odkształcalność podłoża gruntowego, a także kalibrować modele obliczeniowe. Badania te są niestety bardzo drogie i czasochłonne, stąd są wykorzystywane bardzo rzadko. Kolejną trudnością jest logistyka. Aby próbne obciążenia dały wiarygodne odwzorowanie cech gruntów zalegających głęboko w podłożu, należałoby je wykonać na bardzo dużym obszarze (zasięg rozpoznania można oszacować jako 2–3 D , gdzie D to średnica obciążanego obszaru).

Należy zwrócić uwagę, że niektóre z rodzajów badań mogą być bardziej wiarygodne z punktu widzenia oznaczania parametrów wytrzymałościowo-deformacyjnych (sondy statyczne), inne są najlepsze przy określaniu rodzaju gruntów (wiercenia), a kolejne pozwalają na rozpoznanie jeszcze innych właściwości. Aby wiarygodnie rozpoznać podłoże (czyli opracować model geotechniczny podłoża, który będzie podstawą analiz wykonywanych przez projektanta), należy wykonać różne badania, które zapewnią właściwe rozpoznanie oraz weryfikację uzyskanych rezultatów. Ważne jest też, aby wśród autorów dokumentacji badań podłoża gruntowego byli nie tylko specjaliści od budowy i historii geologicznej podłoża, ale również osoby zajmujące się zagadnieniami współpracy podłoża ze wznoszoną na nim konstrukcją. Trzeba wyraźnie podkreślić, że najczęściej schemat

statyczny konstrukcji stawianej na podłożu jest schematem statycznie niewyznaczalnym, co oznacza, że charakterystyki deformacyjne podłoża mają zasadniczy wpływ na pracę tej konstrukcji. Dlatego też oznaczenie tych charakterystyk jest najbardziej istotne w procesie rozpoznawania podłoża. Mimo to, analizując obecnie wykonywane dokumentację, można odnieść wrażenie, że nacisk położony jest na zupełnie inne aspekty, głównie rodzaj i pochodzenie gruntów, które oczywiście są bardzo ważne, jednakże nie są decydujące. Oprócz samego podłoża gruntowego, niezmiernie ważne jest również rozpoznanie warunków wodnych. Konieczne jest zaznaczenie na opracowanych przekrojach geotechnicznych wysokości piezometrycznych poziomów wody gruntowej. Woda ta może mieć charakter wody swobodnej lub naporowej, gdy wywiera parcie od dołu na warstwę gruntów nieprzepuszczalnych. W przypadku robót ziemnych wykonywanych poniżej poziomu wody gruntowej istotne jest określenie właściwości filtracyjnych warstw gruntów, co dosyć rzadko jest wykonywane w praktyce. Bardzo istotny jest również aspekt, że o zakresie rozpoznania podłoża decyduje projektant, który później na bazie tego rozpoznania tworzy projekt. Ta osoba jest również odpowiedzialna za przyjęte rozwiązania konstrukcyjne. Jedynym wyjątkiem jest dokumentacja geologiczno-inżynierska, której wykonanie podlega pod zapisy Prawa geologicznego i górniczego [N2]. Pozostałe dokumentacje powstałe przy rozpoznaniu podłoża: opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego winny być wykonywane zgodnie z Prawem budowlanym i odpowiednimi aktami wykonawczymi [N3]. Obecnie przy drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej należy również opracować projekt geotechniczny, który już jest składową projektu konstrukcji, stąd jego autorem winien być konstruktor, a nie geolog.



Rys. 1. Przykładowe wyniki sondowania statycznego CPTU: a) opór pod podstawą stożka, b) tarcie na tulei, c) ciśnienie wody w porach, d) współczynnik tarcia R_f

PROJEKTOWANIE CZĘŚCI PODZIEMNYCH

Projektowanie części podziemnych budynków wielokondygnacyjnych różni się nieco od projektowania części nadziemnych. Część budynku zagłębiona w podłożu poddana jest oddziaływaniu parcia gruntu. Najważniejszą funkcję pełni płyta denna, która przekazuje oddziaływania z całości budynku na podłoże gruntowe. Na tę płytę z kolei działa odpór gruntu, który powoduje powstanie sił wewnętrznych w płycie. Wyznaczenie tych sił jest kluczowe przy wymiarowaniu zbrojenia płyty i decyduje o prawidłowości opracowania projektu płyty. Znalezienie prawidłowego rozkładu tego oporu jest zadaniem z reguły bardzo trudnym. Wartości oporu zależą zarówno od charakterystyk odkształceniowych gruntów tworzących podłoże, jak i układu konstrukcyjnego budynku, który decyduje o jego sztywności. Ponadto część podziemna może być poddana oddziaływaniu wody gruntowej. Wtedy szczególnie istotne staje się zaprojektowanie warstw gwarantujących szczelność, co jest warunkiem późniejszej eksploatacji. Obecnie bardzo popularne jest wykonanie płyty dennej i ścian kondygnacji podziemnej z betonu wodoszczelnego w tzw. technologii białej wanny. Przy wykonawstwie zwraca się szczególną uwagę na połączenia technologiczne przy betonowaniu, które mają stanowić całkowitą barierę dla wody gruntowej. Należy zwrócić uwagę,

zabezpieczenie wykopu. Ponieważ w zabudowie miejskiej praktycznie nigdy nie ma warunków, aby uformować skarpy (inwestor najczęściej wykorzystuje pod zabudowę praktycznie całą powierzchnię działki, a w pobliżu często stoją inne budynki, często wysokie), zachodzi konieczność wykonania stosownego zabezpieczenia. Może być ono przewidziane jako niezależne (np. obudowa berlińska, ścianki szczelne), niekiedy z możliwością rozebrania i odzysku elementów konstrukcyjnych, a czasami stanowić element konstrukcji kondygnacji podziemnej (np. ściany szczelinowe czy palisady z pali lub kolumn). Bardzo często, szczególnie wtedy, gdy wykonuje się więcej niż jedną kondygnację podziemną, zachodzi potrzeba wykonania rozparcia lub zakotwienia. Instalacja kotew może być kłopotliwa, ponieważ często musiałyby one sięgać poza granice działki, na co praktycznie nigdy nie udaje się uzyskać zgody. Rozparcia z kolei ograniczają powierzchnię wewnątrz wykopu i utrudniają prowadzenie robót. Jako rozparcia można również zastosować przyszłe stropy kondygnacji podziemnych, co wymaga właściwego doboru harmonogramu robót. Cechą szczególną projektowania kondygnacji podziemnych jest etapowanie robót. Bardzo często się zdarza, że dany element konstrukcyjny (dotyczy przede wszystkim elementów zabezpieczenia lub rozparcia) jest poddany

etapach robót oraz wymiarowaniu elementów konstrukcyjnych, a także oszacowanie właściwego oddziaływania. Tego typu analizy są rzadkością przy projektowaniu części nadziemnych budynków, natomiast przy kondygnacjach podziemnych są nieodzowną składową analiz projektowych. Warto tu zauważyć, że duże znaczenie ma

Cechą szczególną projektowania kondygnacji podziemnych jest etapowanie robót

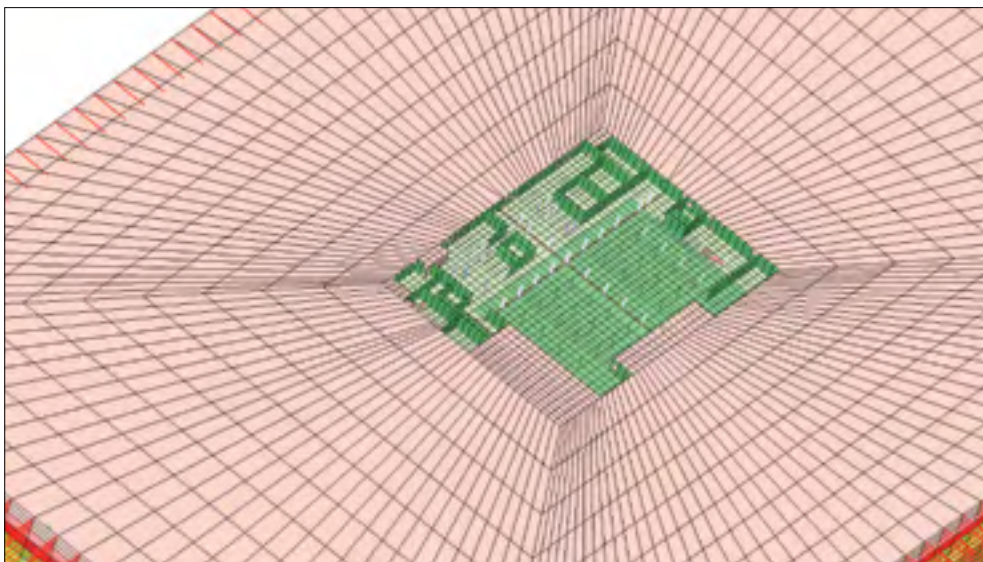
kolejność wykonywania robót oraz czas, w jakim są one realizowane (zjawisko konsolidacji podłoża). Przy analizie zabezpieczenia wykopu, szczególnie istotne jest wyznaczenie parcia na elementy konstrukcyjne zagłębione w gruncie. Tutaj ważne jest uwzględnienie oddziaływań sąsiednich budynków i innych obiektów, które praktycznie zawsze znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie i mają wpływ na oddziaływania gruntu na konstrukcję oporowe. W obecnie stosowanych normach i literaturze technicznej są podane różne sposoby szacowania tego oddziaływania, które w większości oparte są na wzorze Rankine'a. Dokładniejsze analizy wymagają wykorzystania bardziej zaawansowanych metod analizy (np. metody elementów skończonych) oraz modeli materiałowych ośrodka gruntowego.

W zdecydowanej większości przypadków budowy części podziemnej budynków, zachodzi konieczność obniżenia poziomu wody gruntowej. Najczęściej jest to obniżenie doraźne (na czas wykonywanych robót), choć zdarzają się realizacje, w których umożliwienie eksploatacji wymaga zmiany poziomu wody na stałe. W tym ostatnim przypadku zwykle zachodzi konieczność ciągłego lub okresowego pompowania, co podnosi cenę utrzymania, przez co inwestorzy

Projektant decyduje o zakresie rozpoznania podłoża i na tej bazie tworzy projekt, jak i przyjęte rozwiązania konstrukcyjne

że błąd w na tym etapie realizacji może zniweczyć wcześniej wykonane roboty. Szczególnie istotnym aspektem projektowania części podziemnych jest

maksymalnym oddziaływaniom nie w momencie użytkowania, ale na którymś etapie robót (wykopów). Bardzo ważna jest analiza pracy statycznej na wszystkich istotnych



Rys. 2a. Model numeryczny kondygnacji podziemnej wraz z otaczającym ośrodkiem gruntowym

starają się unikać takiego rozwiązania. Projektanci dążą do tego, aby obniżenie poziomu wody było tylko na działce inwestora. W przypadku, gdy wodę obniża się poza tym obszarem, zachodzi konieczność uzyskania pozwolenia wodnoprawnego. Dlatego też stosuje się różnego rodzaju bariery ograniczające z jednej strony zasięg odwodnienia, a przy okazji również i objętość odpompowywanej wody (wydatek). Bariery te są zwykłe elementy zabezpieczenia, które mogą pełnić taką funkcję (ścianki szczelne, ściany szczelinowe, palisady przy odpowiedniej kontroli szczelności). Ważne jest, aby bariera sięgała do gruntów nieprzepuszczalnych i uniemożliwiała filtrację wody poniżej jej podstawy. W przeciwnym przypadku skuteczność bariery jest zdecydowanie mniejsza. Przy opracowaniu projektu odwodnienia konieczna jest współpraca hydrogeologa i projektanta.

ANALIZA WSPÓŁPRACY KONSTRUKCJA – PODŁOŻE GRUNTOWE

Obecnie wykonywane analizy pracy fundamentów współpracujących z podłożem odkształcalnym, najczęściej zakładają wprost proporcjonalną zależność nacisków

od powstałych osiadań. Opisuje to znana zależność:

$$q = k_z \cdot u$$

Zależność ta to model Winklera, gdzie k_z jest współczynnikiem proporcjonalności zależnym przede wszystkim od właściwości deformacyjnych gruntu, ale również sztywności fundamentu, wartości naprężeń w ośrodku gruntowym i wielu innych czynników. Model Winklera jest bardzo prosty i chętnie stosowany w praktyce, a jego największą zaletą jest fakt, że jest to model liniowy. Dzięki temu można stosować zasadę superpozycji, którą zwykle wykorzystuje się przy analizach różnych oddziaływań, którym poddawane są elementy konstrukcyjne. Z drugiej strony jest duży problem z oszacowaniem wartości k_z , który niektórzy nazywają „stałą” zależną od rodzaju gruntu. W rzeczywistości k_z stanowi uśrednienie bardzo złożonej charakterystyki ośrodka gruntowego i tak naprawdę nie da się prawidłowo oszacować tej wartości. Dlatego też obliczenia wykonywane z wykorzystaniem modelu Winklera należy traktować jak bardzo zgrubne oszacowania, a w przypadku odpowiedzialnych projektów zachodzi konieczność wykonania bardziej dokładnych analiz.

Biorąc pod uwagę powyższe zastrzeżenia należałoby stwierdzić, że dziś standardem wykonywanych analiz jest zastosowanie metody elementów skończonych. O ile w analizach typowych konstrukcji budowlanych najczęściej stosuje się model liniowo-sprężysty, to w zagadnieniach współpracy konstrukcji z podłożem takim modelem jest idealnie sprężysto-plastyczny model z powierzchnią plastyczności Coulomba-Mohra. Warto jednak wspomnieć, że model ten jest w stanie właściwie opisać nośność podłoża i umożliwia dobrą symulację powierzchni poślizgu (ważne np. w analizach stateczności), to przy opisie odkształcalności pod typowymi naciskami przekazywanymi przez fundament nie daje większych różnic w porównaniu do modelu sprężystego. Natomiast faktem jest, że model Coulomba-Mohra daje zdecydowanie przeszacowane wyniki przy modelowaniu odprężenia podłoża przy wykopach, co winno być brane pod uwagę przy analizie uzyskanych rezultatów. Lepszym modelem w tym zakresie jest coraz częściej stosowany Hardening Soil small strain [1], który jednakże wymaga wyspecyfikowania aż 16 wartości parametrów tego modelu, co przy dzisiejszym standardzie rozpoznawania warunków gruntowych może być dosyć trudne. Często też pada pytanie, czy należy wykonywać pełne analizy trójwymiarowe, czy też uproszczone 2D. W geotechnice modele płaskie to jedynie przypadki płaskiego stanu odkształcenia przy analizie długich elementów (np. ławy, ściany szczelinowe) lub przypadki osiowej symetrii (zbiorniki). Trzeba jednak pamiętać, że oprócz samej geometrii modelu, również obciążenia winny spełniać warunki zagadnienia płaskiego, co w praktyce bardzo ogranicza możliwości ich stosowania. W przypadku budynków praktycznie zawsze powinny być wykonywane pełne analizy 3D, które jednak wymagają dłuższego czasu potrzebnego na

zdefiniowanie zagadnienia oraz przeprowadzenie samych obliczeń. Z drugiej strony obecnie dostępne programy komputerowe umożliwiają łatwe tworzenie modeli oraz automatyczną generację siatek, w których liczba węzłów to nawet kilkadziesiąt, czy kilkaset tysięcy węzłów.

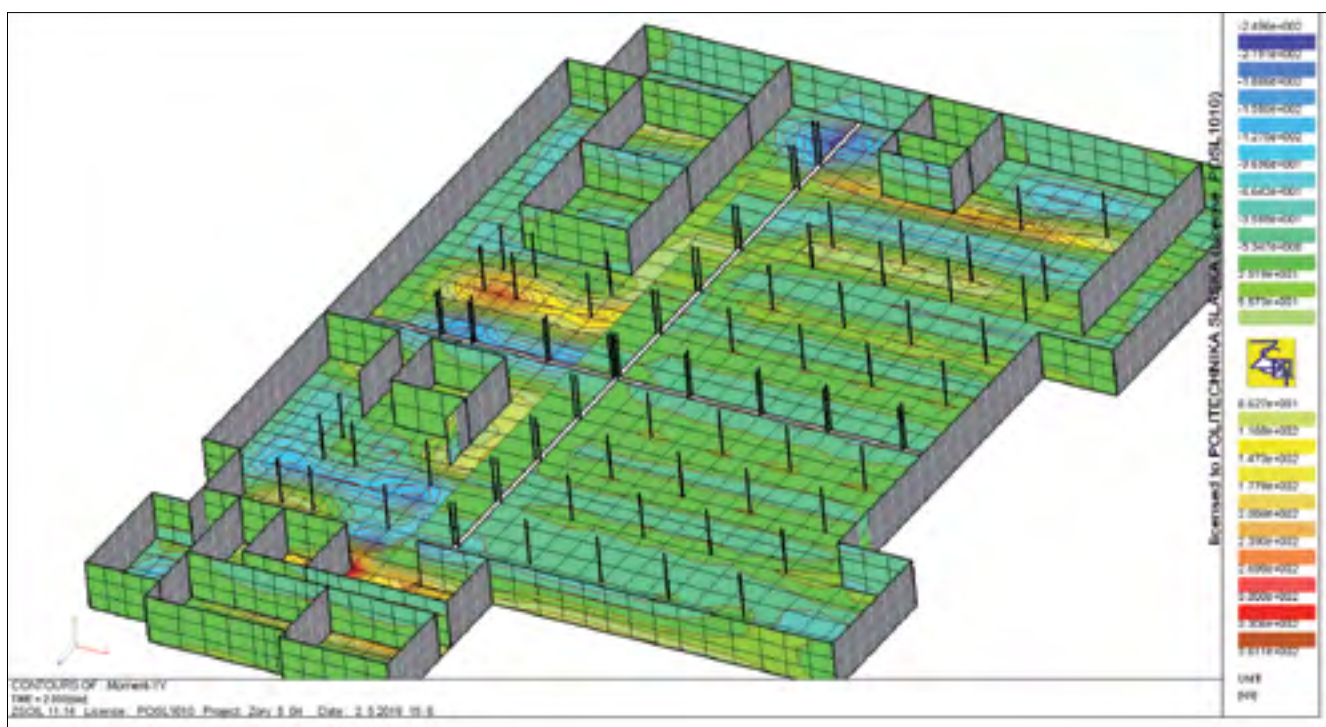
Elementy ośrodka gruntowego zwykle modeluje się elementami kontynualnymi. W przypadku 2D są to 4-węzłowe czworokąty lub 3-węzłowe trójkąty, a w 3D

zdefiniowane zadanie mogłoby być trudne do przeliczenia na typowym sprzęcie komputerowych. Dlatego też bardzo często stosuje się elementy powłokowe symulujące pracę płyt lub ścian oraz elementy belkowe jako słupy. W węzłach tych elementów, oprócz stopni swobody przemieszczeń w odpowiednich kierunkach, poszukuje się również stopni swobody na obrót. Powoduje to konieczność zastosowania wyższego rzędu wielomianu aproksymującego, ale dzięki temu jest możliwość wyznaczenia sił wewnętrznych (siły normalne i styczne oraz momenty zginające i skręcające) w tych elementach konstrukcyjnych przy relatywnie niedużej liczbie węzłów. Oddzielnie należałoby omówić przyjęcie schematów oddziaływań na zbudowany model. W przypadku wykorzystania nieliniowego modelu konstytutywnego, nie ma możliwości wykonania niezależnych analiz poszczególnych prostych schematów obciążeń (np. stałe, zmienne eksploatacyjne, wiatr, śnieg, obciążenia technologicz-

ne itp.) i późniejszego prostego sumowania wpływów wykorzystując zasady kombinatoryki. Przy właściwie wykonywanych analizach pracy części podziemnej konstrukcji należy stosować tzw. scenariusze obciążenia. Polegają one na analizie najbardziej prawdopodobnych zestawień obciążeń (z zastosowaniem odpowiednich współczynników obciążenia i współczynników jednoczesności obciążeń), które umożliwią oszacowanie ekstremalnych wartości sił wewnętrznych umożliwiających zwymiarowanie elementów konstrukcyjnych oraz opracowanie stosownego projektu (najpierw budowlanego, a później wykonawczego). Można oczywiście analizować kilka scenariuszy możliwych do wystąpienia, jednak ze względu na ograniczony czas na analizę zwykle ich liczba nie jest duża – w odróżnieniu od setek i tysięcy kombinacji, które są przeliczane w typowych analizach typowych konstrukcji budowlanych. Optymalną analizą konstrukcji budowlanej byłaby analiza całości konstrukcji (razem kondygnacje

W przypadku budynków praktycznie zawsze powinny być wykonywane pełne analizy 3D

– 8-węzłowe czworokąty. Tego typu elementy bardzo dobrze opisują stan przemieszczeń modelu, jednak w przypadku konieczności wyznaczenia sił wewnętrznych, należałoby zastosować na tyle gęstą siatkę elementów skończonych, że



Rys. 2b. Mapa momentów zginających w płycie dennej i ścianach kondygnacji podziemnych

nadziemne i podziemne) wraz ze współpracującym ośrodkiem gruntowym. Niestety zbudowanie właściwego modelu jest zadaniem bardzo trudnym ze względu na konieczność budowy modelu z bardzo dużą liczbą węzłów. Ponadto programy umożliwiające analizę konstrukcji nie są w stanie właściwie symulować pracę podłoża (stosowany jest często uproszczony opis Winklera). Z drugiej strony, programy branży geotechnicznej często nie mają narzędzi do modelowania elementów konstrukcji i zestawiania wszystkich oddziaływań. Dlatego też często występuje się oddzielne pakiety do analiz, co powoduje konieczność współpracy zespołów projektowych w zakresie przekazywania danych oraz innych informacji, które przyczynią się do opracowania właściwego projektu.

WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

Wynikiem modelowania oraz przeprowadzonych analiz współpracy elementów konstrukcyjnych budynku zagłębionych w podłożu z otaczającym je ośrodkiem gruntowym, są wartości sił wewnętrznych, na podstawie których można dokonać

ostatecznego zwymiarowania tych elementów. Przykładowy model części podziemnej budynku pokazano na rys. 2a, gdzie widoczna jest płyta denna, ściany (zewnątrzne i wewnętrzne stanowiące trzony klatek schodowych) oraz słupy współpracujące z płytą fundamentową w przekazywaniu obciążeń na podłoże. Przykładowe wyniki analiz (momenty zginające w elementach powłokowych) zamieszczono na rys. 2b. Do zwymiarowania danego elementu konstrukcyjnego należy zestawić wartości sił wewnętrznych (wartości ekstremalne danej wielkości oraz wartości odpowiadające pozostałym). Trzeba mieć na uwadze, że czasami przy wymiarowaniu miarodajnymi wartościami nie muszą być te maksymalne. Dlatego też istotne jest doświadczenie projektantów i sprawdzających, którzy będą w stanie określić krytyczne schematy obciążenia i zapewnić opracowanie projektu pozwalającego na bezpieczną eksploatację obiektu. Niektóre z wykorzystywanych programów do analizy statycznej umożliwiają również wymiarowanie elementów, choć często zachodzi konieczność stosowania różnych aplikacji – osobno do analizy statycznej, osobno do wymiarowania. Zautomatyzowanie

działań w tym zakresie umożliwi np. optymalizację zbrojenia. Jednak należy również pamiętać o aspekcie wykonawczym, gdzie zbytnie zróżnicowanie konstrukcji (np. częste zmiany grubości i sposobu zbrojenia) może wpłynąć na wydłużenie czasu realizacji robót, a także być przyczyną pomyłek na budowie.

PODSUMOWANIE

Projektowanie części podziemnych budynków wykazuje pewne różnice w porównaniu do projektowania części nadziemnych. Przede wszystkim konieczne jest uwzględnienie współpracy ośrodka gruntowego, którego zachowanie się zwykle jest opisywane przy wykorzystaniu zaawansowanych modeli nieliniowych. Analizę tej współpracy należy wykonywać metodą elementów skończonych lub innymi zaawansowanymi metodami obliczeniowymi. Aby poprawnie wykonać taką analizę kluczowe jest właściwe rozpoznanie warunków gruntowych z wykorzystaniem współczesnych metod badań in-situ oraz interpretacji otrzymanych wyników. Bezpieczne i optymalne zaprojektowanie części podziemnych jest warunkiem koniecznym powodzenia realizacji danej inwestycji. <

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. PN-81/B-03020 Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie.
- N2. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2017 r., poz. 2126).
- N3. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r., poz. 463).
- N4. PN-EN1997-1:2010 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – cz. 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

LITERATURA

1. Truty A., *Szywność gruntu w zakresie małych odkształceń. Aspekty modelowania numerycznego*, Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 3-Ś, 2008, str. 107–126.
2. Robertson P.K., Cabal K.L., *Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering*, Gregg Drilling & Testing, 2012.
3. Młynarek Z., Wierzbicki J., *Nowe możliwości i problemy interpretacyjne polowych badań gruntów*, Geologos, 11/2007, str. 97–118.

Zobacz na: izbudujemy.pl Programy do geotechniki

LITERATURA



FUNDAMENTOWANIE DLA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA WODNEGO

Stanisław Pisarczyk

Oficina Wydawnicza Politechniki Warszawskiej; wydanie 2 poprawione, 2019 r.; 448 stron

Konieczność opracowania nowego podręcznika z zakresu fundamentowania wynika z wprowadzenia w Polsce nowych norm dotyczących zasad badania i klasyfikacji gruntów oraz obliczania nośności i osiadań fundamentów bezpośrednich i na palach (Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne), jak również szeroko stosowanych nowych technologii wzmocnienia gruntów i wykonywania nowych typów pali.



**Biuro
Inżynierskie**
TITAN POLSKA

PASJONUJE NAS GEOTECHNIKA

OD 15 LAT

Biuro Inżynierskie TITAN Polska dostarcza wydajne, bezpieczne i precyzyjne rozwiązania projektowe dla geotechniki. Bierzemy udział w najciekawszych projektach geotechnicznych w Polsce, niejednokrotnie wytyczając nowe trendy.

Nasz wysoko wykwalifikowany zespół inżynierów to grupa pasjonatów geotechniki, wspieranych dodatkowo przez międzynarodowy zespół grupy Ischebeck. Dysponujemy najnowszymi i najbardziej zaawansowanymi narzędziami projektowymi dostępnymi na rynku, a stale poszerzany zakres wiedzy i kompetencji pozwala nam na kompleksową analizę zagadnień geotechnicznych.



**BIM
READY**

TITAN POLSKA Sp. z o.o.

Miłkowskiego 3/801, 30-349 Kraków

tel.: +48 12 25 55 910

e-mail: bi@titan.com.pl

www.bi.titan.com.pl

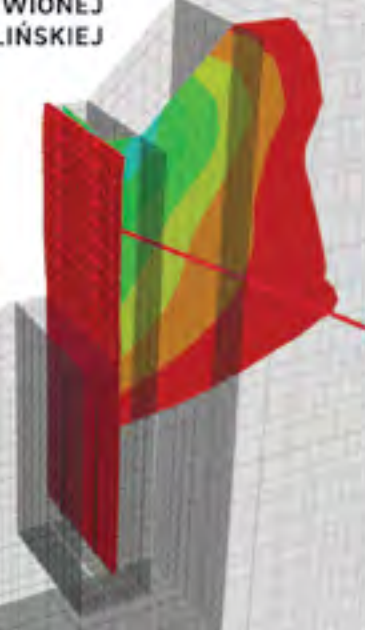


Biuro Inżynierskie TITAN POLSKA oferuje profesjonalne usługi projektowe dla rozwiązywania nawet najbardziej skomplikowanych wyzwań inżynierskich związanych z realizacją obiektów w trudnych warunkach geotechnicznych.

Zapewniamy wsparcie na każdym z etapów projektowych: od koncepcji i kompleksowego projektu rozwiązania technologicznego począwszy, przez nadzór na etapie realizacji, na nadzorowaniu i weryfikacji wykonanych prac skończywszy.

Do każdego zadania podchodzimy indywidualnie, idealnie dopasowując nasze rozwiązanie do potrzeb firm i instytucji z którymi współpracujemy.

**MODEL KOTWIONEJ
OBUDOWY BERLIŃSKIEJ**





Cyfryzacja budownictwa

– pytanie o granice regulacji prawnej

W debacie publicznej można spotkać się ze stwierdzeniem, według którego prawo nie nadąża za technologią. Jest to prawda, ale tylko w przypadku, gdy założymy, że tę technologię powinno ono regulować. Wówczas, u jego podstaw leży przekonanie, że zachodzące w naszej rzeczywistości gwałtowne zmiany powinny znaleźć swoje odzwierciedlenie w prawie, które ma rzekomo stanowić istotną barierę rozwoju.

To prawda, że w poszczególnych przypadkach może to być teza słuszna. Generalnie jednak powinniśmy podejść do niej krytycznie. Wystarczy sobie uświadomić, że zdecydowana większość funkcjonujących dziś pojęć, konstrukcji i instytucji prawnych powstała ponad dwa tysiące lat temu – w świecie jakże różnym od naszego nie tylko, jeśli mowa o technologii, ale i gospodarce i strukturze społeczno-politycznej. Dokonujące się w ciągu setek lat rewolucje technologiczne przebiegały bez gwałtownych zmian prawnych. Okazuje się, że wcale tego nie potrzebowały! Oczywiście, należy wziąć poprawkę na coraz szybciej zmieniającą się rzeczywistość, która może wymagać nowego podejścia, także do kwestii zmian w prawie. Niemniej historia pokazuje, że prawo nie musi odnosić się wprost do zmian technologicznych. Jeśli jednak jego twórcy zdecydują się na takie odniesienie,

to wówczas dopiero twierdzenie o nienadążaniu prawa za technologią staje się istotnie prawdą, którą powinniśmy wziąć pod uwagę. Wydają się bowiem oni z góry skazani na porażkę. Ta refleksja skłoniła mnie do postawienia w jednym szeregu dwóch przykładów związanych z technologią BIM.

KRAJOWE RAMY INTEROPERACYJNOŚCI

Od ponad 14 lat obowiązuje w Polsce ustawa z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne (dalej: Ustawa o informatyzacji). Jak wynika wprost z art. 1 tej regulacji została ona przyjęta między innymi w celu „zachowania przez Państwo możliwości swobodnego wyboru technologii w procesach informatyzacji zadań publicznych”. Artykuł 18 Ustawy o informatyzacji pozwala



na określenie przez Radę Ministrów w drodze rozporządzenia Krajowych Ram Interoperacyjności – obejmujących zagadnienia interoperacyjności semantycznej, organizacyjnej oraz technologicznej, z uwzględnieniem zasady równego traktowania różnych rozwiązań informatycznych, polskich norm oraz innych dokumentów normalizacyjnych zatwierdzonych przez krajową jednostkę normalizacyjną. Pojęcia te zostały oczywiście przeniesione wprost z literatury naukowej dotyczącej interoperacyjności, a ustawodawca uznał, że w drodze aktu prawnego pewnie jej ramy jest w stanie określić. Nadto, w drodze takiego rozporządzenia Rada Ministrów została także upoważniona do tego, aby określić minimalne wymagania dla systemów teleinformatycznych używanych do realizacji zadań publicznych. Między innymi te kwestie uregulowano więc

do załatwiania spraw należących do zakresu ich działania w formatach danych określonych w tymże załączniku nr 2, jak i w załączniku nr 3 do Rozporządzenia. Ten drugi interesuje nas szczególnie, ponieważ wymienia on formaty plików istotne z punktu widzenia projektowania budowlanego, takie jak *.dwg, *.dwf, *.dxf i *.dgn. Brak w nim jednak jakichkolwiek formatów istotnych z punktu widzenia technologii BIM, a przede wszystkim formatu *.ifc – posiadającego zresztą (jak wiele innych formatów wskazanych w załącznikach do rozporządzenia) swoją normę ISO. Oczywiście dodanie tego formatu należy zdecydowanie postulować, jednak nie to jest istotą tego, na co chciałbym zwrócić uwagę. Podkreślenia bowiem wymaga fakt, że dodanie tego formatu wymaga zmiany Rozporządzenia, która będzie konieczna zawsze wtedy, kiedy pojawiają



Rozporządzenie określa minimalne wymagania i tym samym nie jest barierą do stosowania formatów plików wykorzystywanych w technologii BIM

rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 12 kwietnia 2012 r. w sprawie Krajowych Ram Interoperacyjności, minimalnych wymagań dla rejestrów publicznych i wymiany informacji w postaci elektronicznej oraz minimalnych wymagań dla systemów teleinformatycznych (dalej: Rozporządzenie). W § 18 ust. 1 Rozporządzenia przewidziano, że „systemy teleinformatyczne podmiotów realizujących zadania publiczne udostępniają zasoby informacyjne co najmniej w jednym z formatów danych określonych w załączniku nr 2 do rozporządzenia”. Zgodnie zaś z ustępem 2 Rozporządzenia podmioty realizujące zadania publiczne zobowiązane zostały do tego, aby umożliwiać przyjmowanie dokumentów elektronicznych służących

się na rynku nowe formaty w ramach poszczególnych technologii, których obsługiwania w trybie odczytu przez administrację publiczną wydawać się będzie ze wszech miar rozsądne.

Z punktu widzenia cyfryzacji budownictwa nie jest to jednak bariera istotna. Pamiętajmy bowiem, że Rozporządzenie określa minimalne wymagania i tym samym nie jest barierą do stosowania formatów (i standardów) plików wykorzystywanych w technologii BIM. Pewien problem pojawia się jednak w kontekście regulacji prawa zamówień publicznych. W § 4 rozporządzenia z dnia 27 czerwca 2017 r. Prezesa Rady Ministrów w sprawie użycia środków komunikacji elektronicznej w postępowaniu o udzielenie zamó-

wienia publicznego oraz udostępniania i przechowywania dokumentów elektronicznych przewidziano bowiem, że „dokumenty elektroniczne przekazywane za pośrednictwem środków komunikacji elektronicznej, o których mowa w § 2 ust. 1, są sporządzane w jednym z formatów danych określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 18 ustawy z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne”. Tym samym Prezes Rady Ministrów odwołał się wprost do wyżej wskazanego Rozporządzenia i określonych tam formatów danych. Przepis § 4 wyżej wskazanego rozporządzenia trudno jednoznacznie interpretować z uwagi na to, że dysponujemy w tym celu wyłącznie jego literalną treścią. Nawet w uzasadnieniu do projektu rozporządzenia nie poświęcono miejsca temu paragrafowi. Niemniej, biorąc pod uwagę jego charakter oraz umiejscowienie w systemie prawa należy stwierdzić, że nie ogranicza on możliwości zastosowania innych niż wskazane tam formaty plików w ramach postępowania o udzielenie zamówienia publicznego – chociażby dlatego, że nie ogranicza tego sama ustawa. Jednakże mamy do czynienia z pewną niepewnością, która powinna zostać usunięta. Wydaje się jednak, że sama regulacja tych kwestii na poziomie prawa nie wydaje się rozwiązaniem właściwym i jest przykładem tego, o czym wskazano na wstępie.

Ustawodawca, chcący nadążyć za technologią skazany jest na porażkę.

ART. 10e USTAWY PRAWO ZAMÓWIEŃ PUBLICZNYCH

Kolejnym przykładem regulacji, która w sposób zbędny próbuje ingerować w kwestie technologiczne, jest art. 10e ustawy Prawo zamówień publicznych, zgodnie z którym „w przypadku zamówień na roboty budowlane lub konkursów zamawiający może wymagać użycia narzędzi elektronicznego modelowania danych budowlanych lub podobnych narzędzi”, a w przypadku, gdyby nie były one ogólnie dostępne, musi zapewnić alternatywne środki dostępu do nich. Właściwie zaś odpowiadający mu art. 22 ust. 4 dyrektywy 2014/24/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie zamówień publicznych (tzw. dyrektywy klasycznej). Przepis ten odbił się szerokim echem w branży technologii BIM. Wielu widziało w nim regulację, która „skłoni do zastosowania BIM”, „pozwala na zastosowanie BIM”, a wręcz „wprowadza obowiązek zastosowania BIM”. Tymczasem w rzeczywistości nie ma on istotnego znaczenia, a jego rola jest zdecydowanie wyolbrzymiana. Zakres zastosowania tego artykułu ogranicza się przede wszystkim do kwestii komunikacji pomiędzy zamawiającym a wykonawcą na etapie postępowania o udzielenie zamówienia publicznego



– w większości przypadków po prostu przetargu (dlatego dalej będę pisać o przetargu, choć nie jest to jedyny tryb udzielania zamówienia publicznego). Nie dotyka on w żaden sposób kwestii wykorzystania BIM na etapie realizacji zamówienia – tj. w trakcie prac projektowych i następnie robót budowlanych. Problem, na jaki przepis ten ma odpowiadać, wiąże się z samym przebiegiem przetargu. Otóż w jego trakcie mogą się zdarzyć dwie sytuacje, w których narzędzia wykorzystywane w technologii BIM (tj. zasadniczo programy komputerowe) będą mogły być wykorzystane. W pierwszym, zamawiający może jako element specyfikacji istotnych warunków zamówienia opublikować modele BIM. W drugim, może on przyjąć, że wykonawca udostępni zamawiającemu model BIM jako element oferty. Z uwagi na obowiązek prowadzenia przetargu

w sposób otwarty, nieograniczający w żaden sposób konkurencji, jak i przede wszystkim z uwagi na jawność postępowania o udzielenie zamówienia publicznego, ustawodawca musi zagwarantować, że samo tylko zapoznanie się ze specyfikacją istotnych warunków zamówienia oraz złożenie oferty nie będzie nadmiernie ograniczone. Trudno bowiem uznać za racjonalne rozwiązanie, w którym, aby tylko zapoznać się z dokumentacją przetargową, wykonawca musi posiadać wyspecjalizowane oprogramowania. Dlatego właśnie prawo zamówień publicznych reguluje te kwestie, natomiast co do zasady czyni to w sposób ogólny, niezależnie od technologii. Ogólnym przepisem jest tutaj art. 10d ustawy Prawo zamówień publicznych, który ogólnie – pod pewnymi warunkami – pozwala, aby zamawiający mógł wymagać użycia narzędzi, urządzeń

lub formatów plików, które nie są ogólnodostępne.

Natomiast w zakresie ogólnie dostępnych narzędzi, urządzeń lub formatów plików należy przyjąć, że nie ma żadnych przeciwwskazań, aby zamawiający mógł wymagać ich wykorzystania w ramach postępowania o udzielenie zamówienia publicznego – niezależnie od tego, w jakiej branży i technologii są one wykorzystywane. Tym samym regulacja dotycząca narzędzi elektronicznego modelowania danych budowlanych – słusznie kojarzonych z programami komputerowymi wykorzystywanymi w technologii BIM – jest zbędna.

WNIOSKI I POSTULATY

Jak widać odwołanie się w aktach prawnych wprost do technologii może stanowić pułapkę. Prawodawcę decydującego się regulować

takie aspekty można porównać do kierowcy stojącego do wyścigu, którego nie ma możliwości wygrać. Z drugiej strony, doświadczenie historyczne przede wszystkim (ale także często prawnoporównawcze) pozwala przyjąć, że prawo nie jest miejscem szczegółowej regulacji technologii.

Oczywiście, brak jakichkolwiek reguł może być problemem. Dlatego ogólne normy prawne są istotne, ale te mogą jedynie generalnie odnosić się do kwestii technologii – a nawet dopiero na poziomie interpretacji. Widać to na przykładzie, chociażby reguł prawa zamówień publicznych nakazujących zachowanie zasad uczciwej konkurencji, które siłą rzeczy wymuszają na zamawiających publicznych taki opis przedmiotu zamówienia, aby był on możliwie otwarty technologicznie.

Jasne, że osoby stosujące przepisy prawa – w tym prawa zamówień publicznych – będą miały problem z zastosowaniem w praktyce tak ogólnych norm, w kontekście konkretnych technologii. Nie znaczy to jednak, że rozwiązaniem tego problemu powinna być bardziej szczegółowa regulacja prawna.

W miejsce zmian legislacyjnych warto rozwijać tzw. soft law, poprzez wsparcie opracowywania różnego typu wytycznych i standardów. Mogą one skuteczniej odpowiadać na potrzeby rynku. Przykładem, jeśli mowa o BIM, niech będzie standard wymiany danych IFC, opracowany i rozwijany przez buildingSMART International.

Dzięki lokalnej i międzynarodowej współpracy różnych podmiotów z branży budowlanej możliwe stało się opracowanie i rozwój standardów, które w istotny sposób definiują rozwój technologii BIM, szczególnie w modelu openBIM. Takie działanie wydaje się dużo bardziej skuteczne i rodzące mniej problemów niż ścisła, szczegółowa regulacja prawna. ✨



Wieloletnie doświadczenie w projektowaniu i realizacji skomplikowanych konstrukcji fundamentowych.



Istniejemy na rynku
robót fundamentowych
nieprzerwanie od 1989 roku.

Dysponujemy fachową
kadrą i nowoczesnym
zapleczem sprzętowym.

Wykonujemy

- » Zabezpieczenia wykopów
PALISADY, ŚCIANY SZCZELINOWE, ŚCIANY BERLIŃSKIE
- » Wzmocnienia gruntu
PALE CFA, KOLUMNY PRZEMIESZCZENIOWE FDP, OMEGA,
INIEKCJE (NISKO I WYSOKOCIŚNIENIOWE), MIKROPALE, KOLUMNY DSM
- » Posadowienia pośrednie obiektów na palach i kolumnach
- » Projekty budowlane i wykonawcze posadowień
- » Badania nośności i ciągłości kolumn oraz pali

Prowadzimy

- » Konsultacje geotechniczne
- » Doradztwo z zakresu fundamentowania
- » Optymalizacje projektowe przy posadowieniu pośrednim



WYDAWNICTWO
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Wydawnictwo Polskiej Izby
Inżynierów Budownictwa sp. z o.o.
00-924 Warszawa
ul. Kopernika 36/40, lok. 110
tel.: 22 551 56 00
faks: 22 551 56 01

 www.wpiib.pl
biuro@wpiib.pl

