

Przewodnik Projektanta

NR 3/2020
lipiec-wrzesień
ISSN 2543-9146



Przekrycia na drewnianej konstrukcji wsporczej

Projektowanie systemu
odzysku wody szarej

Wytyczne projektowe
żelbetowych zbiorników

Regulacje Prawa
zamówień publicznych

e-wydania dostępne na stronie:

Zamów kolejne
drukowane wydanie publikacji

wypełniając formularz na stronie:

www.izbudujemy.pl/formularze/przewodnikprojektanta

e-wydania

Przewodnik
Projektanta

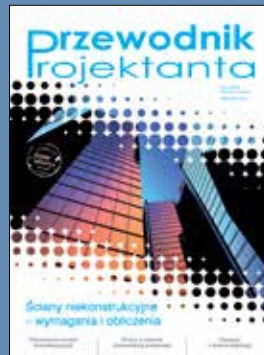
www.izbudujemy.pl/oferta

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

Aplikacja mobilna Przewodnika Projektanta wkrótce będzie dostępna w sklepach Google Play oraz App Store.

Cyfrowe e-wydanie w nowoczesnej formie

– więcej informacji na stronie www.inzynierbudownictwa.pl



wydanie nr 1/2020



wydanie nr 2/2020



wydanie nr 3/2020

Następne wydanie

ukáže się w grudniu 2020 r.

W piib

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.**

00-867 Warszawa
ul. Chłodna 48, lok. 199
tel. 22 255 33 40
biuro@wpiib.pl

Prezes zarządu: Aneta Grinberg-Iwańska
Office manager/asystentka prezesa:
Magdalena Dzbyńska

STRONY INTERNETOWE

wpiib.pl

izbudujemy.pl

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

inzynierbudownictwa.pl

REDAKCJA

Redaktor naczelna:
Aneta Grinberg-Iwańska
Sekretarz redakcji:
Anna Dębińska
Redaktor prowadzący:
Piotr Bień

PROJEKT GRAFICZNY

Jolanta Bigus-Kończak

SKŁAD I ŁAMANIE

Jolanta Bigus-Kończak

BIURO REKLAMY

Szef:
Grzegorz Tarnowski – tel. 662 026 522
g.tarnowski@wpiib.pl

Zespół:

Natalia Golek – tel. 662 026 523
n.golek@wpiib.pl
Beata Gozdur – tel. 882 512 794
b.gozdur@wpiib.pl
Magdalena Nowakowska – tel. 606 548 976
m.nowakowska@wpiib.pl

ZDJĘCIA NA OKŁADCE

Nektarstock – stock.adobe.com

DRUK

ArtDruk Zakład Poligraficzny
Print Management: printCARE



NAKŁAD
5000 egz.



Szanowni Państwo,

W każdym wydaniu Przewodnika Projektanta zamieszczamy istotne informacje, z punktu widzenia naszych czytelników. Tym razem jest podobnie. Od września 2020 r. będą obowiązywać zmiany w Prawie budowlanym, m.in. regulujące kwestię odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych. Natomiast w 2021 r. wejdzie w życie nowa ustawa Prawo zamówień publicznych. O aktualnych i przyszłych regulacjach mogą się Państwo dowiedzieć z zamieszczonych w naszej publikacji artykułów.

Polecam również artykuły techniczne, a wśród nich poświęcone przekryciom na drewnianej konstrukcji wsporczej, żelbetowym zbiornikom na materiały sypkie i cieczę oraz systemom elewacyjnym z zastosowaniem szkła.

Budownictwo ekologiczne jest już nie tylko modne, ale i konieczne. Pod tym pojęciem kryje się wiele zagadnień, jednak my w tym wydaniu skupiliśmy się na temacie oszczędzania wody, poprzez zastosowanie instalacji dualnych oraz wykorzystywania energii uzyskanej dzięki kolektorom słonecznym do podgrzewania c.w.u. w halach produkcyjnych.

W kolejnym wydaniu Przewodnika Projektanta będziemy kontynuować tematy m.in. związane z OZE, projektowaniem komputerowym (BIM), a także dotyczące hydroizolacji czy wentylacji oddymiającej garaży. Zachęcam już teraz do wypełnienia formularza na stronie www.izbudujemy.pl/formularze/przewodnikprojektanta, który umożliwi Państwu złożenie zamówienia na następne drukowane wydanie naszej publikacji.

Anna Dębińska
Sekretarz redakcji

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.

FORUM GDAŃSK

Projekt:
SUD Architekt

Szkło
przeciwsloneczne:
COOL-LITE
XTREME 60/28 II



SAINT-GOBAIN

www.saint-gobain-building-glass.pl
bgp@saint-gobain.com
www.glassolutions.pl

- 6 Aktualności

- 8 Wyposażenie biur projektowych

- 10 Przekrycia na drewnianej konstrukcji

- wsporczej – problematyka i kierunki rozwoju
- *Klaudia Śliwa-Wieczorek*
- *Tomasz Kochański*
- *Dorota Kram*

str.
10

Przekrycia na drewnianej konstrukcji wsporczej – problematyka i kierunki rozwoju

Pod pojęciem przekrycie rozumiemy zazwyczaj formę zadaszania wyodrębnionej funkcjonalnie przestrzeni. Przeważnie ma ono na celu odizolowanie jej od niekorzystnych warunków atmosferycznych, stawiając niejednokrotnie również wymogi z zakresu izolacyjności cieplnej i akustycznej. W artykule omówiono rodzaje przekryć o funkcji zadaszania skupiając się na nowoczesnej konstrukcji wykonanej na bazie drewna, formie i wymaganiach architektoniczno-budowlanych.

str.
16

Obecne i przyszłe regulacje Prawa zamówień publicznych – wybrane aspekty

Nowa ustawa Prawo zamówień publicznych z dnia 11 września 2019 r. zacznie obowiązywać wraz z nastaniem 2021 r. Powiedzieć, że czeka nas rewolucja, jest stwierdzeniem na wyrost. Niemniej zarówno zamawiający, jak i wykonawcy będą musieli zmienić sposób myślenia w kilku bardzo praktycznych kwestiach. Efektów zmian będziemy mogli wypatrywać już w pierwszych miesiącach nowego roku, kiedy Krajowa Izba Odwoławcza wyda pierwsze wyroki na podstawie nowych przepisów.

- 16 Obecne i przyszłe regulacje Prawa zamówień publicznych – wybrane aspekty
- *Jakub Niemieć*
- *Kamil Stolarski*

- 21 Zagadnienia projektowe systemu odzysku wody szarej w instalacjach sanitarnych budynków
- *Agnieszka Ludwińska*
- *Edyta Dudkiewicz*

- 28 Przegląd produktów
- Zaprawy klejowe

str.
30

Żelbetowe zbiorniki na materiały sypkie i ciecze – zastosowanie sprężania, charakterystyka i wytyczne projektowe

Żelbetowe zbiorniki są najczęściej elementami związanymi z przemysłem oraz gospodarką wodno-ściekową. Przeznaczeniem tego typu budowli jest przede wszystkim magazynowanie materiałów sypkich lub cieczy. Kształty zbiorników mogą być zróżnicowane, ale najczęściej są prostopadłościowe lub cylindryczne. Mogą być wykonywane monolitycznie lub z użyciem prefabrykatów. W każdym z rodzajów należy wziąć pod uwagę obciążenia i oddziaływania działające na konstrukcję, ale także aspekt szczelności i trwałości.

- 30 Żelbetowe zbiorniki na materiały sypkie i ciecze
 - zastosowanie sprzężania, charakterystyka i wytyczne projektowe*Kamila Owczarska*
- 35 Uzysk energii z kolektorów słonecznych w halach produkcyjnych z pracą wielozmianową
 - charakterystyka i wytyczne projektowe*Edyta Dudkiewicz*
- 42 Odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych w świetle nowelizacji Prawa budowlanego w 2020 r.
 - analiza przepisów i skutki*Jakub Kornecki*



str.
35

Uzysk energii z kolektorów słonecznych w halach produkcyjnych z pracą wielozmianową

Charakterystyczny dla hal przemysłowych okresowy rozbiór wody na cele sanitarne jest nierównomierny do podaży energii z kolektorów słonecznych. Ilość zmian pracy oraz temperatura wody wodociągowej wpływają na uzysk energii ze słońca.



str.
42

Odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych w świetle nowelizacji Prawa budowlanego w 2020 r.

W związku z wejściem w życie ustawy z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2020 r., poz. 471), nowelizacji ulega treść przepisu art. 9 ustawy Prawo budowlane regulującego kwestię odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych. Zmiana następuje z dniem 19 września 2020 r.

- 45 Praktyczne zastosowanie formatu IFC
 - analiza i zastosowanie*Kostiantyn Protchenko*
Krzysztof Kaczorek
Aleksander Szerner
- 48 Ciekawa realizacja
 - opis i zdjęcia
 Przebudowa stacji Warszawa Zachodnia
- 51 Systemy elewacyjne z zastosowaniem szkła
 - wybrane zagadnienia projektowania i oceny właściwości technicznych*Oleksij Kopyłow*
Iryna Kopylova
- 56 Literatura



str.
51

Systemy elewacyjne z zastosowaniem szkła – wybrane zagadnienia projektowania i oceny właściwości technicznych

Artykuł dotyczy najczęściej spotykanych we współczesnym budownictwie typów elewacji ze szkła: ścian osłonowych, elewacji wentylowanych, elewacji typu „podwójna skóra”. Przytoczono dokumenty pozwalające na wprowadzenie takich wyrobów do obrotu w budownictwie, omówiono metody oceny technicznej wynikające z przepisów oraz doświadczenia badawczo-ekspertskie ITB. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom oceny bezpieczeństwa użytkowania elewacji z okładzinami szklanymi.

Program Mosty dla Regionów – most na Wiśle

Długość nowej przeprawy na Wiśle, pomiędzy Antoniówką Świerżowską a Świerżami Górnymi, wraz z drogami dojazdowymi wyniesie około 1,5 kilometra. Inwestycja powstanie w ciągu drogi powiatowej nr 1350W po stronie powiatu garwolińskiego i drogi powiatowej nr 1718W na terenie powiatu kozienickiego.



Koszt przygotowania dokumentacji projektowej to ponad 29 milionów złotych, z czego 80%, czyli 23,4 miliony złotych sfinansuje budżet państwa w ramach programu Mosty dla Regionów. Szacowany koszt budowy mostu to 650 milionów złotych.

Źródło: Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej

Powstaną obwodnice Siedlec i Zambrowa



Minister infrastruktury Andrzej Adamczyk zatwierdził Programy inwestycji dla obwodnicy Siedlec w ciągu drogi krajowej nr 63 i Zambrowa w ciągu dróg krajowych nr 63 i 66. Obie inwestycje zostaną zrealizowane w ramach Programu budowy 100 obwodnic na lata 2020–2030.

Obwodnica Siedlec

Obwodnica o długości ok. 8 km ominie miasto po północno-zachodniej stronie. Inwestycja, która zostanie zrealizowana w ramach Programu budowy 100 obwodnic na lata 2020–2030, a także ukończenie autostrady A2, zmieni układ komunikacyjny Siedlec i regionu. Pierwszym etapem tej inwestycji będzie opracowanie dokumentacji w zakresie studium

techniczno-ekonomiczno-środowiskowego oraz uzyskanie decyzji środowiskowej. Proces przygotowawczy będzie prowadzony w latach 2020–2024, a realizacja zakończy się w 2029 r.

Obwodnica Zambrowa

W ramach tego zadania powstanie nowy odcinek drogi klasy GP (główniej o ruchu przyspieszonym) o długości 7 kilometrów. Obwodnica Zambrowa zostanie zaprojektowana w nowym śladzie, zgodnie z wynikami analiz wielokryterialnych w zakresie określenia wariantu przebiegu drogi. Pierwszym etapem tej inwestycji będzie opracowanie dokumentacji w zakresie studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowego oraz uzyskanie decyzji środowiskowej, co jest planowane do połowy 2023 r. Ogłoszenie przetargu na wybór wykonawcy planowane jest na II połowę 2024 r., a zawarcie umowy z wykonawcą na początek 2025 r. Roboty budowlane realizowane będą w latach 2026–2028.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

Droga Czerwona do Portu Gdynia

Prace przygotowawcze do budowy tzw. Drogi Czerwonej w Gdyni zostaną sfinansowane z Programu Wieloletniego CPK w latach 2020–2023. Porozumienie w sprawie poprawy dostępu do Portu Gdynia zostało podpisane 6 lipca 2020 r. Droga Czerwona zapewni bezpośrednie połączenie Portu Gdynia z siecią dróg krajowych, w tym z trasą ekspresową S6. Nowy dwujezdniowy odcinek poprowadzi od Portu Gdynia do skrzyżowania ul. Morskiej z Obwodnicą Trójmiasta i ma zastąpić remontowaną Estakadę Kwiatkowskiego.

Szacowana łączna wartość budowy Drogi Czerwonej, bezpośredniego łącznika z obwodnicą trójmiejską, to ponad 1,5 mld zł, a jej realizacja przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad zaplanowana jest w latach 2020–2028.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

Nowy wiadukt w Terespolu

PKP Polskie Linie Kolejowe SA, Województwo Lubelskie i Gmina Miasto Terespol podpisały 3 lipca 2020 r. porozumienie w zakresie opracowania dokumentacji przedprojektowej – koncepcji programowo-przestrzennej dla budowy skrzyżowania dwupoziomowego w Terespolu. To pierwszy etap inwestycji, która całkowicie wyeliminuje ryzyko kolizji w ruchu drogowym

i kolejowym oraz usprawni komunikację. Nowy obiekt zastąpi dotychczasowy przejazd kolejowo-drogowy. Inwestycja obejmie budowę bezkolizyjnego skrzyżowania wraz z budową przyległego układu drogowego.

Porozumienie przewiduje wspólne przygotowanie dokumentacji przedprojektowej obejmującej koncepcję programowo-przestrzenną i wstępne oszacowanie kosztów przedsięwzięcia. PKP PLK SA ogłosi przetarg i wyłoni wykonawcę koncepcji, która określi warunki techniczne oraz wskaże możliwe warianty budowy. Szacunkowy koszt to ok. 180 tys. zł. Koncepcja powinna być gotowa w II kwartale 2021 r. Zasady współpracy w zakresie realizacji i finansowania kolejnych etapów zostaną określone w odrębnych porozumieniach.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

Przetarg na realizację pierwszego odcinka DK75 Brzesko-Nowy Sącz

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad ogłosiła przetarg na zaprojektowanie i wykonanie robót budowlanych dla II etapu łącznika brzeskiego. Podpisanie umowy z wykonawcą zadania jest planowane w I kw. 2021 r., a realizacja inwestycji w latach 2022–2024.

II część łącznika brzeskiego, a jednocześnie zachodnia obwodnica miasta przebiegająca w ciągu DK75, powstanie jako droga dwujezdniowa ruchu przyspieszonego (klasy GP).

Trasa rozpocznie się od zrealizowanego już i oddanego do ruchu w 2016 r. I etapu łącznika, który przebiega od węzła Brzesko na A4 do DK94. Będzie miała długość ok. 3 km.

Zakres zadania obejmuje:

- budowę drogi głównej ruchu przyspieszonego
- przebudowę istniejących dróg i skrzyżowań
- budowę łącznic
- budowę dodatkowych jezdni, zlokalizowanych w pasie drogowym drogi głównej ruchu przyspieszonego
- budowę lub przebudowę infrastruktury dla pieszych i rowerzystów
- wykonanie obiektów inżynierskich i systemu odwodnienia terenu, w tym urządzeń odwadniających korpus drogowy
- wyburzenie budynków i obiektów budowlanych, rozbiórkę elementów dróg i przepustów
- przełożenie koryta rzeki Uszwicy
- wzmocnienie podłoża gruntowego i zapewnienie stateczności skarp wykopów i nasypów w zakresie dostosowanym do warunków gruntowo-wodnych



- wykonanie zabezpieczenia akustycznego, przejść dla zwierząt, przepustów ekologicznych wraz z ogrodzeniem ochronno-naprowadzającym
- wycinkę drzew i krzewów oraz nasadzenia zieleni wynikające z decyzji środowiskowej (w tym odtworzenie lasu łęgowego)
- przebudowę urządzeń teletechnicznych i energetycznych, sieci wodociągowych, kanalizacji deszczowej i odprowadzającej ścieki, sieci gazowych, urządzeń melioracyjnych i hydrologicznych, urządzeń kolejowych.

Nowa droga krajowa nr 75 między Brzeskiem a Nowym Sączem będzie miała standard drogi dwujezdniowej ruchu przyspieszonego. Z uwagi na wczesny etap prac przygotowawczych realizacja inwestycji planowana jest na lata 2023–2027.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

Nowe inwestycje kolejowe na Pomorzu związane z CPK



Nowa trasa kolei dużych prędkości Grudziądz-Gdańsk i modernizacja linii 202 Gdynia-Słupsk to najważniejsze inwestycje kolejowe na Pomorzu, które powstaną dzięki CPK.

Centralny Port Komunikacyjny to nie tylko lotnisko. Równocześnie z powstaniem nowego portu lotniczego rząd zamierza stworzyć cały system transportowy, którego głównym elementem będą inwestycje kolejowe zapewniające dojazd do CPK i Warszawy z większości miast w Polsce w czasie do 2,5 godziny. Na Pomorzu zlokalizowana jest tzw. szprycha nr 1, która obejmuje 378 km, co stanowi prawie jedną trzecią wszystkich tras w województwie.

Od samego początku budowy CPK zakładano różne warianty trasy kolejowej Warszawa-Gdańsk i ostatecznie został wybrany ten,

w którym zostanie wybudowana całkowicie nowa linia kolei dużych prędkości. Dzięki temu pociągi pokonają ten odcinek szybciej o prawie 40% – w 1 godz. 45 min zamiast obecnych 2 godz. 50 min.

Drugim ważnym elementem Programu Kolejowego CPK w województwie pomorskim jest linia kolejowa nr 202 Gdynia Chylonia-Słupsk, której modernizacja już się rozpoczęła. PKP PLK zleciły prace projektowe oraz wykonanie przyłączy do podstacji trakcyjnych. Zakończą się one w 2021 r., zaś cała inwestycja, razem z robotami budowlanymi, potrwa do 2027 r. Dzięki niej podróż skróci się o jedną czwartą. Linia nr 202 to nie jedyna inwestycja prowadzona przez PKP PLK w województwie pomorskim. Aktualnie realizowanych jest 17 przedsięwzięć, których łączna wartość wynosi prawie 5,5 mld zł. To najszerzej zakrojony program modernizacji kolei w historii województwa. Łączna długość remontowanych tras wynosi prawie 823 km.

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury

Retencja na wsi z budżetem 50 mln zł

Od 22 lipca 2020 r. jednostki samorządu terytorialnego mogą sięgać po pomoc na realizację zadań w zakresie retencji na obszarach wiejskich. Zgodnie z zapowiedziami Ministerstwa Klimatu i Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na ten cel przeznaczono 50 mln zł w formie dotacji do 70% kosztów kwalifikowanych. Nabór potrwa aż do 17 grudnia 2021 r. lub do wyczerpania budżetu. Źródłem krajowych dotacji będzie program NFOŚiGW „Adaptacja do zmian klimatu oraz ograniczanie skutków zagrożeń środowiska”, który po modyfikacji przewiduje finansowanie samorządowych zadań w zakresie retencji korytowej lub przykorytowej na obszarach wiejskich. Za takie uznaje się obszar kraju z wyłączeniem miast liczących powyżej 5 tys. mieszkańców.

Źródło: NFOŚiGW

Konkurs „Wdrażanie innowacji przez MŚP”

Konkurs skierowany jest do mikro, małych i średnich przedsiębiorstw, które chcą zwiększyć swoją konkurencyjność przez wprowadzenie na rynek innowacyjnego produktu lub wdrożenie innowacyjnego procesu technologicznego. Dzięki dotacji przedsiębiorcy mogą

sfinansować każdy z etapów inwestycji – począwszy od analizy rynku przez zakup licencji, prace dostosowawcze po nabycie niezbędnych maszyn i urządzeń. Przyjmowanie wniosków w konkursie rozpoczęło się 25 sierpnia i potrwa do 24 września 2020 r.

Aby skorzystać z dotacji i stworzyć innowację, nie trzeba zaczynać od zera – często wystarczy znaleźć nowe zastosowanie dla już istniejących materiałów, czy technologii. Innowacje są dostępne dla każdej firmy.

Nowością w tegorocznym konkursie jest możliwość pozyskania uzupełniającego dofinansowania na te inwestycje, które pozwolą dostosować przedsiębiorstwo do funkcjonowania w czasie pandemii. Dotację można przeznaczyć na zakup środków trwałych, usługi doradcze, wartości niematerialne lub prawne. Jest to możliwe na każdym etapie procesu inwestycyjnego.

Łączny budżet tegorocznego konkursu to 150 milionów złotych, a maksymalna możliwa do pozyskania przez przedsiębiorcę wartość pojedynczej dotacji to nawet 20 milionów złotych. Wnioski będzie przyjmować Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.

Źródło: Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej

Porty morskie z dotacjami z funduszy unijnych

Port w Szczecinie uzyskał, największe z trzech projektów, dofinansowanie z UE w wysokości 100 mln zł, na projekt „Modernizacja dostępu drogowego do portu w Szczecinie: przebudowa układu komunikacyjnego w rejonie Międzyodrza”. Wartość całkowita projektu to 270 mln zł. Projekt ma się zakończyć w marcu 2023 r.

Port w Gdyni ma obecnie zbyt małą głębokość, która uniemożliwia przyjmowanie oceanicznych statków kontenerowych. Ma się to zmienić za sprawą projektu „Pogłębienie toru podejściowego i akwenów wewnętrznych Portu Gdynia. Etap II – Pogłębienie toru podejściowego”. W gdyńskim porcie, dzięki dofinansowaniu z Programu Infrastruktura i Środowisko w wysokości 65 mln zł, powstanie głębszy i szerszy tor podejściowy. Inwestycja, której wartość całkowita to 77 mln zł, ma się zakończyć w październiku 2022 r.

Źródło: Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej

Fujitsu CELSIUS J5010

Najnowsza profesjonalna stacja robocza Fujitsu CELSIUS J5010 to urządzenie, które zapewnia ogromne możliwości i wysoką wydajność przetwarzania danych w kompaktowej formie. Najnowsze procesory 10 generacji z linii Intel® Core™ oraz Xeon®, do 128 GB pamięci DDR4 2933 MHz (w tym z ECC) oraz karty graficzne NVIDIA® Quadro® i AMD® Radeon™ Pro zapewniają komfortową pracę z profesjonalnymi aplikacjami. Nieważne czy chodzi o przetwarzanie danych 3D CAD, projektowanie, wizualizację, multimedia, produkcję czy o obsługę wielu monitorów jednocześnie – ta niewielka (o 17% mniejsza od poprzednika) stacja robocza sprosta każdemu wyzwaniu.

Jak przystało na rozwiązanie dla profesjonalistów CELSIUS J5010 przystosowany jest do pracy w trybie 24/7, ma certyfikację ISV i wyposażony jest w poprawiające bezpieczeństwo i stabilność pracy akcesoria takie jak filtr przeciwkurzowy czy fizyczna osłona okablowania. Dodatkowym atutem urządzenia jest bardzo cicha praca, którą umożliwiło m.in. zastosowanie super wydajnych, a przy tym całkowicie bezgłośnych dysków SSD NVMe oraz zaawansowane zarządzanie chłodzeniem.

Producent: Fujitsu



Wysokociśnieniowy plazmowy oczyszczacz powietrza WOODPECKER Q7

Woodpecker Q7 neutralizuje wirusy, bakterie i grzyby unoszące się w powietrzu. Absorbuje cząsteczki do 100 razy mniejsze niż w tradycyjnych oczyszczaczach powietrza. Idealnie sprawdzi się do sterylizacji i dekontaminacji pomieszczeń do 110 m². Dzięki czterem sekcjom filtracji, powietrze jest wolne od wirusów i grzybów już po godzinie od włączenia. Każda z nich usuwa inne zanieczyszczenia: filtr wstępny – zbiera zanieczyszczenia tj. włosy, filtr właściwy – neutralizuje wirusy, bakterie i grzyby, generator lub kolektor plazmy – wchłania pozostałości po zneutralizowaniu patogenów, urządzenie katalityczne – pochłania zapachy i redukuje stężenie ozonu i dwutlenku węgla. Woodpecker Q7 ma opcję automatycznego oczyszczania powietrza lub daje możliwość manualnego wyboru strumienia przepływu powietrza od 300 do 800 m³/h. Dodatkową funkcją jest „tryb nocny”, w którym urządzenie nadal filtruje powietrze, ale na mniejszych obrotach, przez co działa ciszej oraz wyłączają się podświetlane elementy. Na ledowym wyświetlaczu na bieżąco pojawia się informacja o stanie zanieczyszczenia powietrza w danym pomieszczeniu.

Producent: Woodpecker

Jabra Evolve 65t

Jabra Evolve 65t to bezprzewodowe słuchawki douszne dla biznesu, które pozwalają w prosty i wygodny sposób kontaktować się z klientami, współpracownikami oraz bliskimi, stanowiąc doskonale wsparcie zarówno w biurze, jak i w podróży służbowej. Zaprojektowane jako pierwsze na świecie, prawdziwie i w 100% bezprzewodowe wkładki douszne z certyfikatem UC zapewniają profesjonalny dźwięk w dowolnym miejscu. Technologia czterech mikrofonów z certyfikatem Skype for Business gwarantuje optymalną jakość połączeń. Za dotknięciem jednego przycisku użytkownik łączy się z asystentem głosowym na bieżąco otrzymując potrzebne informacje. Zestaw zapewnia do 15 godzin pracy na baterii (ze stacją ładującą), a funkcja szybkiego ładowania pozwala dodatkowo korzystać z urządzenia nawet do 1,5 godziny przy zaledwie 15-minutowym ładowaniu. Evolve 65t eliminują niepożądane odgłosy z otoczenia, można je także sparować jednocześnie z laptopem (za pomocą Jabra Link 360) oraz smartfonem. Wiele opcji dopasowania zapewnia dobre zamocowanie w uchu, które izoluje dźwięk, gwarantując pasywną redukcję szumów ułatwiającą skupienie się na pracy.

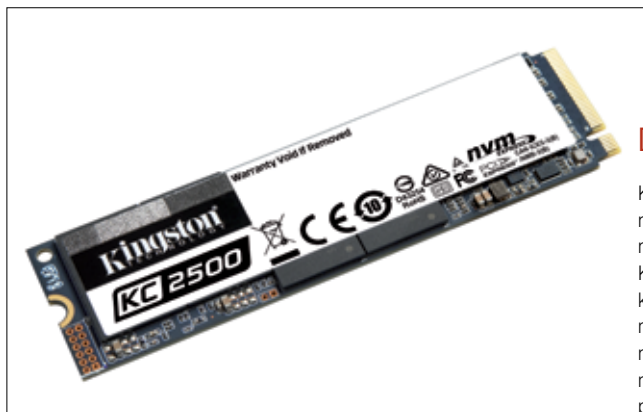
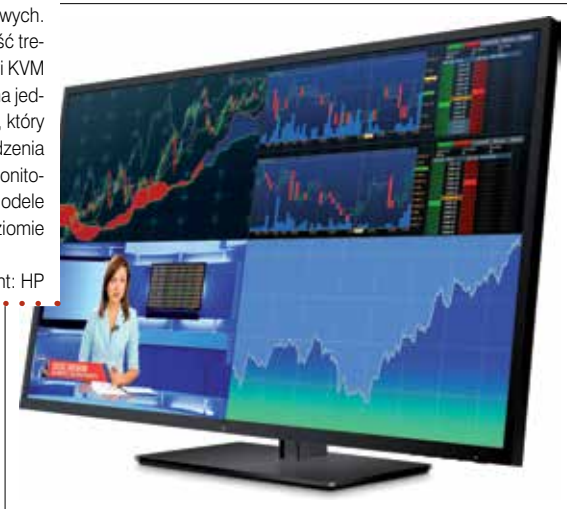
Producent: Jabra GN



Monitor HP Z43

HP Z43 to monitor 4K UHD z parametrami umożliwiającymi swobodną pracę w biurach projektowych. Oferuje wyraźny obraz o żywych kolorach (IPS z podświetleniem LED) oraz doskonałą czytelność treści dzięki rozdzielczości 3840 × 2160 pikseli i jasności 350 cd/m². Ponadto, dzięki przełącznikowi KVM użytkownicy mają możliwość wyświetlenia obrazu nawet z czterech komputerów jednocześnie, na jednym ekranie o przekątnej 42,5". Dodatkowym atutem monitora jest wyposażenie w port USB-C, który pozwala wyeliminować plątaninę kabli w miejscu pracy, przesyłać filmy i dane oraz zasilac urządzenia typu laptop, stacja mobilna czy PC, jak Z2 mini G4 (maks. 65 W). Warto podkreślić, że wszystkie monitory serii Z od HP są wstępnie skalibrowane pod kątem profesjonalnych zastosowań, a wybrane modele (np. Z27x oraz Z31x) oferują autorską technologię HP DreamColor, z odwzorowaniem barw na poziomie miliarda kolorów. Sugerowana cena monitora HP Z43 to 3670 zł (z VAT).

Producent: HP



Dysk SSD KC2500

KC2500 to nośnik SSD M.2 NVMe™ PCIe od Kingston Digital Inc. Urządzenie nowej generacji przeznaczone do komputerów biurowych, stacji roboczych i systemów do wydajnych obliczeń (HPC). Z maksymalną szybkością odczytu 3500 MB/s i zapisu 2900 MB/s KC2500 usprawnia pracę systemów niezależnie od zastosowań. Jest nie tylko wyjątkowo wydajny, lecz również trwały. Można go nabyć w wersjach o różnej pojemności, maksymalnie do 2 TB. Kompaktowa obudowa M.2 2280 pozwala zaoszczędzić miejsce na inne komponenty, a szybkość magistrali PCIe przynosi dodatkowe korzyści. Ten samoszyfrujący nośnik SSD obsługuje pełny pakiet zabezpieczeń, które zapewniają kompleksową ochronę danych opartą na 256-bitowym szyfrowaniu sprzętowym AES-XTS. Rozwiązania do zarządzania zabezpieczeniami TCG Opal 2.0 umożliwiają używanie produktów niezależnych dostawców oprogramowania. W urządzenie wbudowano też obsługę Microsoft eDrive, standardu zabezpieczeń pamięci masowej przeznaczonego do użytku z rozwiązaniami BitLocker.

Producent: Kingston Technology

Surface Book 3

To najbardziej zaawansowane urządzenie z rodziny Surface, które łączy w sobie szybkość działania z wszechstronnością laptopa, tabletu i przenośnego komputera do pracy twórczej. Surface Book 3 wykonuje zadania wymagające dużej mocy obliczeniowej – edytuje duże pliki wideo i umożliwia profesjonalną obróbkę zdjęć. Laptop jest o ponad 50% szybszy niż Surface Book 2, co zawdzięcza wydajnemu procesorowi Intel® Core™ dziesiątej generacji. Za generowanie grafiki w sprzęcie odpowiada układ graficzny NVIDIA® GTX GeForce, który wspiera dysk o pojemności nawet 1 TB i maksymalnie 32 GB pamięci RAM. Surface Book 3 to także do 17,5 h pracy na jednym ładowaniu, a ulepszony tryb wstrzymania zadba o baterię, wydłużając czas jej działania, gdy nie korzystamy z komputera. Do wyboru są wersje 13,5" oraz 15" wyposażone w czytelny ekran PixelSense™ o wysokiej rozdzielczości. Za sprawą dwóch ulepszonych mikrofonów studyjnych dalekiego zasięgu, rozmówcy usłyszą nas głośno i wyraźnie. Technologia Dolby Atmos® pozwoli zanurzyć się w świecie dźwięku, a na wysokiej jakości, podświetlanej klawiaturze szybko napiszemy wielostronicowe teksty. Zaletą urządzenia jest odczepiany ekran, który zamienia laptopa w tablet.

Producent: Microsoft



Przekrycia na drewnianej konstrukcji wsporczej – problematyka i kierunki rozwoju

Pod pojęciem przekrycie rozumiemy zazwyczaj formę zadania wyodrębnionej funkcjonalnie przestrzeni. Przeważnie ma ono na celu odizolowanie jej od niekorzystnych warunków atmosferycznych, stawiając niejednokrotnie również wymogi z zakresu izolacyjności cieplnej i akustycznej.

W artykule omówiono rodzaje przekryć o funkcji zadania skupiając się na nowoczesnej konstrukcji wykonanej na bazie drewna, formie i wymaganiach architektoniczno-budowlanych.

Obraz rozwiązań konstrukcyjnych dla przekryć na bazie drewna ulegał zmianie wraz z rozwojem obróbki i przetworzenia drewna oraz dynamicznym rozwojem połączeń. Początkowo proste belkowe formy rozwinęły się w więźby, a potem w ustroje ramowe, łuki, kopuły itp. Architekci w poszukiwaniu form swobodnych (z minimalną ilością podpór i zróżnicowaną krzywizną) chętnie sięgają po drewno wyznaczając nowe kierunki dla przekryć strukturalnych. Ciekawymi reprezentantami tych form niech będą projekty japońskiego architekta Shigeru Ban m.in. siedziba firmy Swatch w Szwajcarii (2019 r., fot. 1a) czy Centre Pompidou-Metz we Francji (2010 r.). Statyczne ilustracje 2D nie oddają dynamiki

rozwoju tych przekryć, dlatego aby lepiej zobrazować współczesne możliwości kształtowania form architektonicznych na bazie drewna polecamy do obejrzenia przykładowe realizacje, w tym celu korzystając z kodów QR załączonych do fot. 1.

Dziś rozpiętości drewnianych przekryć przekraczają 100 m. Większość tych rozwiązań bazuje na układach prętowych, najczęściej z wykorzystaniem drewna przetworzonego i bambusa, jednak szereg form opartych jest też na rozwiązaniach płytowych – na bazie drewna (CLT), sklejk czy LVL. W tym zakresie nowe kierunki rozwoju to „drewniane ORIGAMI” i stypizowane segmenty powłokowe z powtarzalnych elementów jedno- lub dwupowłokowych (rys. 1).

WYMAGANIA OGÓLNE

W budynkach przekrycie powiązane jest z przeznaczeniem obiektu i stanowi konstrukcję wsporczą dla poszycia zapewniając mu „szkielet”. Szereg zasad kształtowania poszycia podają Warunki Techniczne (WT) [N1], jednak technologiczne wymagania użytkowników nie są tu bez znaczenia. W budynkach dobór typu stropodachu (pełny czy wentylowany) zależy od wielu kryteriów, m.in. od wymagań termicznych dla wyizolowanej przestrzeni, od możliwości odprowadzenia pary z przestrzeni przekrytej, od nachylenia połączy dachowej i zapewnienia szczelności poszycia, od rozpiętości tego przekrycia i wielu innych.

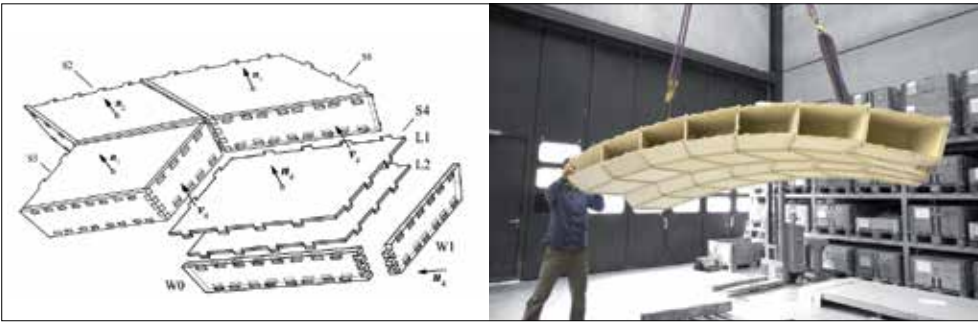


1a) Swatch Szwajcaria

1b) Destylarnia w Szkocji

1c) Drewniane ORIGAMI

Fot. 1. Przykładowe formy przekryć strukturalnych – z kodami QR do obejrzenia na Youtube [1]



Rys. 1. Fragmenty powłoki z brzoźowego LVL: a) model układu konstrukcyjnego skrzynkowej powłoki z styżizowanymi segmentami, b) prototyp 4x7 segmentów wykonany z 15-milimetrowych paneli z LVL [2]

Tabela 1. Klasa odporności ogniowej elementu budynku [N1]

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku		
	Główna konstrukcja nośna	Konstrukcja dachu	Przekrycie dachu
A	R 240	R 30	RE 30
B	R 120	R 30	RE 30
C	R 60	R 15	RE 15
D	R 30	–	–
E	–	–	–

Tabela 2. Przykładowe dopuszczalne pochylenia połaci dachowej w zależności od sposobu pokrycia [N4]

Sposób pokrycia	Dopuszczalne pochylenie połaci dachowej			Zalecane pochylenie
	h:a	α [°]	%	%
Powłoka bezpoinowa z mas asfaltowych i asfaltowo-polimerowych na trzech warstwach pap asfaltowych na podłożu drewnianym	od 0,02 do 0,20	od 1 do 11	od 2 do 20	od 2 do 3
Gonty asfaltowe mocowane mechanicznie na podłożu drewnianym lub na jednej warstwie papy na podłożu drewnianym	od 0,20 do 3,70	od 12 do 75	od 20 do 370	od 20 do 100
Błachy dachówkopodobne z dużych arkuszy blachy	0,12	9	15	> 25
Pojedynczo dachówka ceramiczna karpiówka	od 0,80 do 1,20	od 39 do 50	od 80 do 120	od 80 do 100

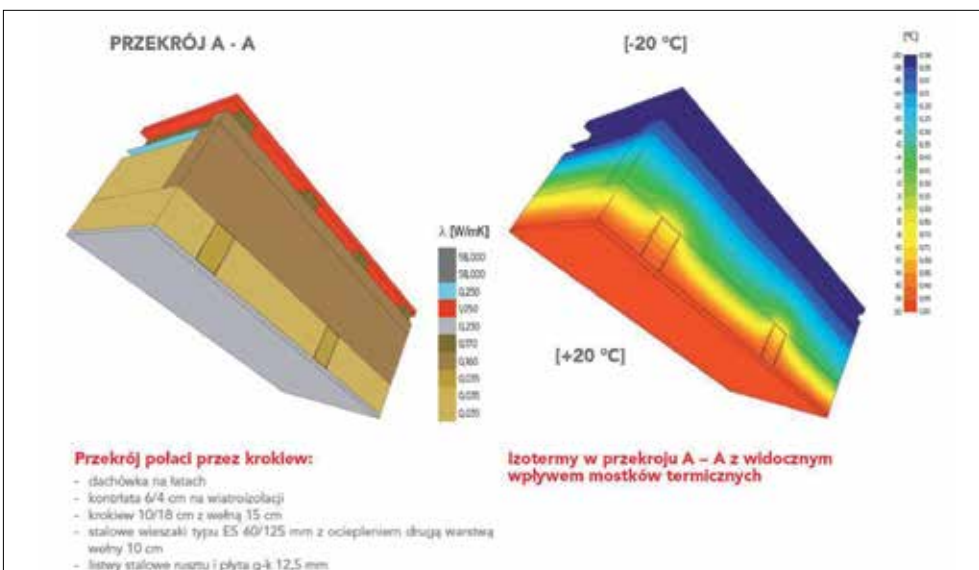
Warunkiem konstrukcyjnym jest spełnienie SGN (stan graniczny nośności) w tym wymagania związane z bezpieczeństwem pożarowym zgodnie z ECS oraz SGU (stan graniczny użytkowności) [N2]. W kwestii bezpieczeństwa pożarowego podstawowe wytyczne, pomijając indywidualne wymagania inwestora, znajdziemy w dziale VI WT [N1], gdzie wymagania stawiane są zarówno konstrukcji dachu (elementy nośne: krokiew, dźwigar itp.), jak również „wypełnieniu” dachu (tabela 1). Nośność ogniową elementów konstrukcji głównej uzyskamy poprzez analizę przekroju, natomiast informacji dotyczących nośności i szczelności ogniowej „pełnego systemowego przekrycia” będziemy zazwyczaj szukać u producentów uwzględniając kryteria normy PN-EN 13501-2:2016-07 [N3].

Dobierając pokrycie (wierzchnią warstwę poszycia) kierujemy się założeniami normy PN-B-02361:2010 [N4], gdzie podano minimalne i maksymalne wartości pochylenia połaci dachów i stropodachów w zależności od materiałów stosowanych na pokrycie i sposobu krycia – przykładowe wartości przedstawiono w tabeli 2.

W wielu przekryciach zamykających przestrzeń użytkową musimy uwzględnić również współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę U_{Cmax} , którego wartość nie może przekroczyć wartości podanych w Warunkach Technicznych [N1]. W tym miejscu warto przypomnieć, że 1 stycznia 2021 r. wartość ta ponownie ulegnie zmianie i nie będzie mogła przekroczyć wartości podanych w tabeli 3. Współczynnik ten należy wyznaczyć na podstawie normy PN-EN ISO 6946:2008 [N5] uwzględniając niejednokrotnie mostki termiczne kształtowane przez konstrukcję nośną wykonaną z drewna (rys. 2).

KONSTRUKCJE

Współczesne przekrycia obiektów sportowych, przemysłowych czy sakralnych opierają się głównie na elementach z drewna klejonego GL



Rys. 2. Mostki termiczne dachu stromego [3]

Tabela 3. Graniczne wartości współczynnika przenikania ciepła $U_{C(max)}$ [W/(m²·K)] dla dachów i stropodachów wg WT jakie będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r. [N1]

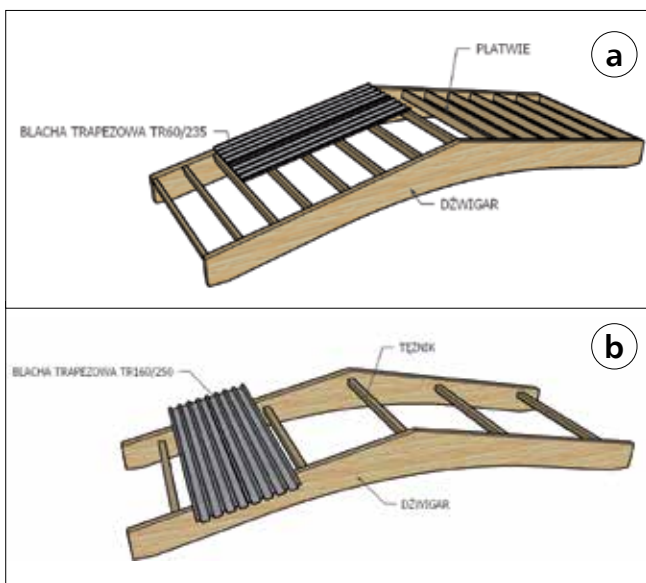
Temperatura w pomieszczeniu	$U_{C(max)}$ [W/(m ² ·K)]
a) $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,15
b) $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30
c) $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70

(ang. *Glulam*) – fot. 2. Do rozpiętości 30 m są to zazwyczaj dźwigary pełnościennie o proporcjach 1:10, powyżej 30 m ze względów logistycznych i transportowych, głównie rozwiązania kratowe. Podczas projektowania takich konstrukcji bardzo ważnym aspektem staje się dobór części nośnej poszycia, gdyż wpływa on na rozplanowanie

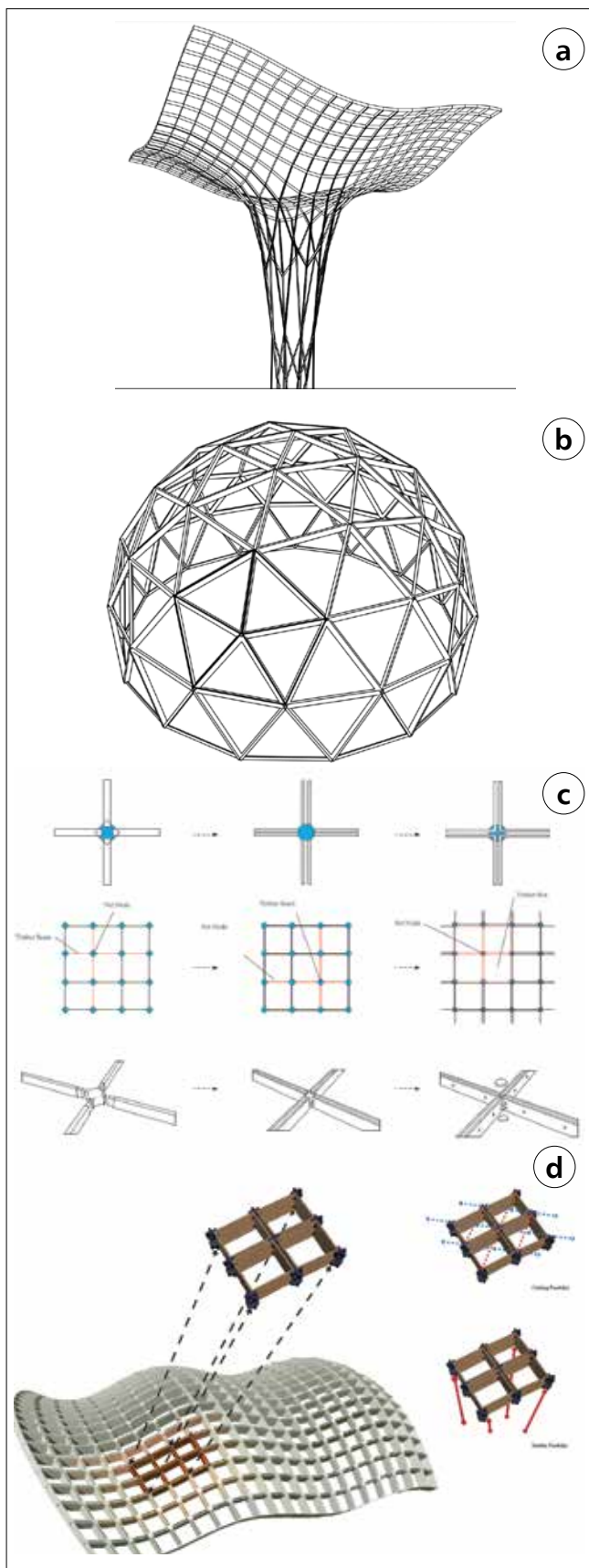
dźwigarów. Dla obiektów sportowych częstym rozwiązaniem jest blacha trapezowa i poszycie typu sandwich. W zależności od tego, czy jest to blacha o niskiej faldzie np. TR50/260 lub TR60/235, czy też blacha wysokofaldowa np. TR 130/345 lub TR 160/250, projektowane są przekrycia płatwiowe (rys. 4a), gdzie blacha układana jest na płatwiach lub przekrycia bezpłatwiowe (rys. 4b), gdzie blacha układana jest na dźwigarach. Tym samym przekłada się to na ilość i gabaryty elementów konstrukcyjnych. Dla rozwiązania przekrycia płatwiowego z blachą trapezową TR60/235 w zależności od wielkości występujących obciążeń, przyjętego schematu blachy (belka jedno-, dwu- lub trójprzęsłowa)



Fot. 2. Przykładowa konstrukcja z drewna klejonego



Rys. 3. Typowe rozwiązanie przekrycia na konstrukcji z drewna klejonego warstwowo w układzie: a) płatwiowym, b) bezpłatwiowym (poszycie z blach lub typu sandwich)



Rys. 4. Przykłady form przestrzennych: a) struktura siatkowa kształtująca formę architektoniczną, b) kopuła geodezyjna (rys. autorów), c) geometria rusztów na planie kwadratu – możliwości realizacji węzłów [4], d) układ segmentów tworzących powłokę [4]

rozstaw osiowy płatwi zazwyczaj wynosi od 2,0 do 3,5 m. Natomiast dla układu bezpłatwowego, gdzie blacha trapezowa (sandwich) oparta jest na dźwigarach, płatwie zastąpione są tężnikami zabezpieczającymi dźwigar przed utratą stateczności, a rozstaw dźwigarów wynosi od 3,5 do 6,0 m.

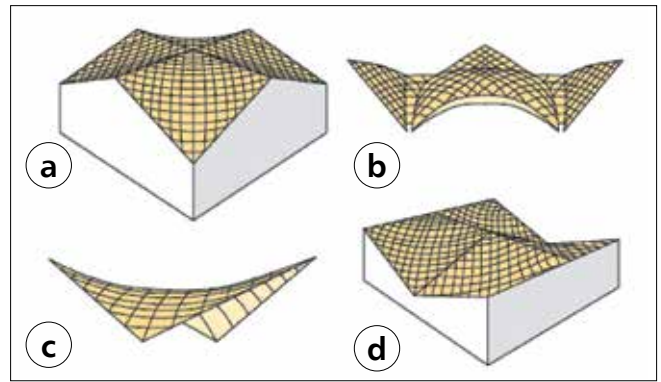
W reprezentacyjnych obiektach użyteczności publicznej formy przekrycia wynikają z poszukiwania przez architekta inspirującej bryły obiektu oraz dostępności coraz to nowszych rozwiązań materiałowo-technologicznych. Wadami tych konstrukcji są: wrażenie lekkości, stosunkowo duża nośność i możliwość uzyskiwania znacznych rozpiętości. Rys. 4 przedstawia przykładowe kierunki rozwoju form i konstrukcji tych przekryć. Struktury przestrzenne tworzone są z „rytmicznie” rozmieszczonych prętów (rys. 4c i 4d), a ich wzajemna współpraca zapewniona jest przez generację nowych połączeń.

Poza rozwiązaniami prętowymi dużym zainteresowaniem w świecie cieszy się budownictwo masywne

(MBD – Masywne Budownictwo Drewniane) oraz budownictwo systemowe. Technologia CLT (ang. Cross Laminated Timber) będąca wiodącym reprezentantem MBD w świecie cechuje się: dużą sztywnością przy niskim ciężarze, wysoką pojemnością cieplną co przekłada się na dobrą izolacyjność termiczną i akustyczną, szybkim i łatwym montażem, jest przyjazna dla środowiska, zapewnia bezpieczeństwo pożarowe oraz sama w sobie może stanowić wykończenie wnętrz.

Stosując płyty CLT jako konstrukcję dachu możemy zrezygnować z niektórych elementów niezbędnych w tradycyjnej więźbie (m.in. stężenia). Wykorzystanie paneli CLT pozwala również kształtować ciekawe formy (rys. 5 i 7).

W lekkich obiektach np. handlowych, gdzie zależy nam na szybkiej realizacji, gdzie decydują aspekty ekonomiczne jako konstrukcję wsporcą coraz częściej stosuje się smukłe kratownice drewniane z użyciem PHYTEK KOLCZASTYCH. Kratownice te wykonuje się najczęściej z elementów o grubości 45 mm, z wykorzy-



Rys. 5. Przykłady struktur powłokowych: a) hiperboliczna powłoka paraboloidalna (HP), b) przecinające się powłoki, c) i d) parabola hiperboliczna [5]

staniem odpowiedniego jakościowo drewna poddanego procesowi certyfikacji. Rozmieszcza się je w stosunkowo niewielkich rozstawach (w porównaniu do pełnościennych dźwigarów hal) ok. 1,2 m w warunkach niewielkiego obciążenia. W terenach górzystych, w elementach gdzie występują większe obciążenia np. w cieniach aerodynamicznych, przy attykach rozstaw ten może spaść nawet do 0,5 m.

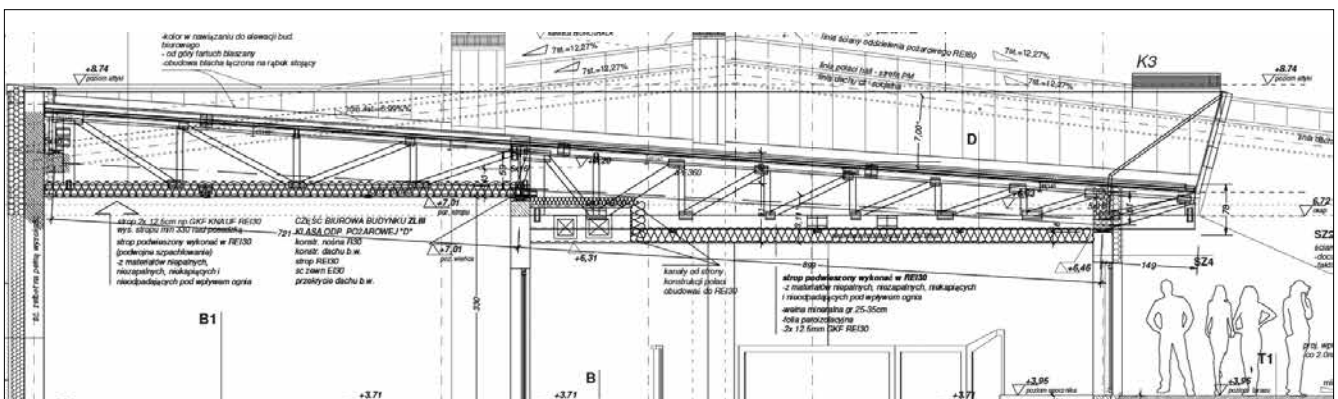
Dlaczego kratownice drewniane o tak niewielkich rozstawach mogą być opłacalne? Wpływ na to mają

m.in.: łatwy dostęp do surowca (deski) – dzięki temu niska cena surowca, nieskomplikowana technologia (mało zależna od pogody, tolerująca niedokładności), niskie koszty transportu i montażu, duża swoboda prowadzenia instalacji.

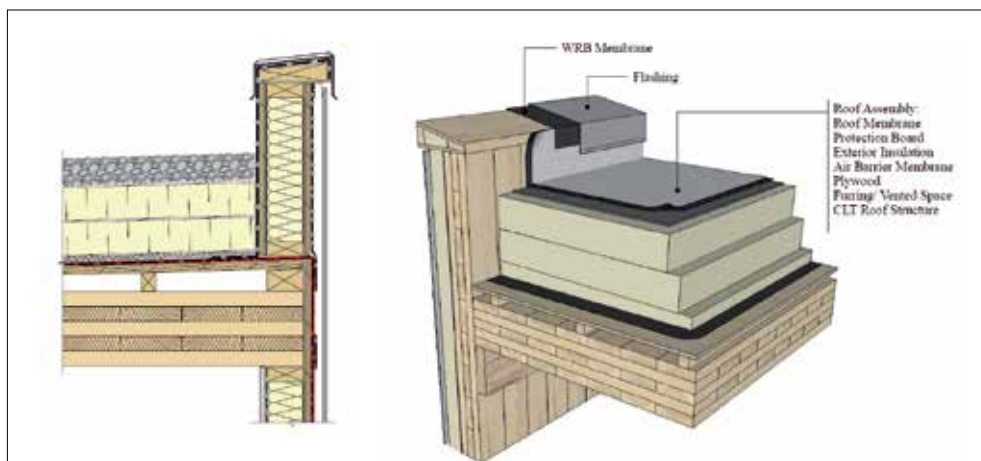
W halach o mało efektywnych dźwigarach z konstrukcją kratownicową warstwy izolacji termicznej dość często podwiesza się do pasa dolnego kratownicy (rys. 6 oraz fot. 3), ograniczając tym samym ogrzewaną kubaturę budynku. Niestety ta zamknięta przestrzeń



Fot. 3. Lekka konstrukcja stropodachu dwudzielnego – kratownice na płytki kolczaste (fot. K. Śliwa-Wieczorek)



Rys. 6. Przykładowe rozwiązanie projektowe



Rys. 7. Detale wykończenia elementów dachowych z płyt CLT [7]

stropodachu dwudzielnego wymaga odpowiedniej wymiany powietrza, co precyzuje norma PN-EN ISO 6946:2008 [N5] oraz szereg zaleceń projektowych m.in. zawartych w pracy *Dwudzielne stropodachy wentylowane o drewnianej konstrukcji nośnej* [6].

ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE POSZYCIA I POKRYCIA – TRENDY

W dużej mierze warstwy poszycia są związane z przeznaczeniem obiektu. Dla przekryć stanowiących doraźne zabezpieczenie przed opadami atmosferycznymi (tj. wiaty, amfiteatry) poszycie może być jednowarstwowe, np. szkło, PVC, membrany materiałowe lub wielowarstwowe z warstwą nośną (z drewna, płyt OSB, sklejki) i pokryciem (począwszy od papy, a kończąc na powłokowych natryskach). W budynkach warstwa poszycia zazwyczaj dodatkowo powiązana jest z materiałem termoizolacyjnym i wykończeniem wnętrza. W konstrukcjach prętowych dobór materiałów termoizolacyjnych zależy od ich umiejscowienia. W rozwiązaniach międzykrokwowych materiał termoizolacyjny musi być sprężysty, aby szczelnie wypełniał przestrzeń między belkami. Dla rozwiązań nad- lub podbelkowych dobiera się materiały o większej sztywności, a małej ściśliwości. Podobnie kształtujemy w tym zakresie poszycia na systemach MBD.

Dla systemów masywnych (MBD) ważną rolę poszycia jest szczelność. Warstwy muszą zostać wykonane z należytą starannością, aby w trakcie i po montażu stanowiły szczelną całość, nie narażając konstrukcji na ewentualne zawilgocenie. Na przykład na płytach CLT układa się membrany umożliwiające wysychanie CLT, a przy okazji stanowiące zabezpieczenie przed warunkami zewnętrznymi (wodą oraz promieniowaniem UV), gdy dodatkowo harmonogram budowy przewiduje przesunięcia czasowe w montażu zewnętrznych warstw poszycia. Kolejną warstwą to izolacja termiczna, zazwyczaj z twardej wełny mineralnej – pozostałe warstwy są już analogiczne, jak w tradycyjnych systemach (rys. 7) spotykanych w konstrukcjach stropodachu odwróconego lub dachów zielonych.

Poza technologiami masywnymi na rynku przebijają się również lekkie rozwiązania systemowe. Przykładem są chociażby puste panele wielkoformatowe z uźebrowaną konstrukcją lub rozwiązania SIP (*Structural Insulated Panel*). Zaletą tych systemów jest stosunkowo nieduży ciężar, a przy okazji duża nośność i sztywność w obu kierunkach.

Jako wierzchnią warstwę przekrycia, czyli pokrycie, dla układów konstrukcyjnych na bazie drewna zasadniczo

można zastosować wszystkie rodzaje pokryć, jednak na wyróżnienie zasługują:

- pokrycia cienkowarstwowe z gumy EPDM, PVC oraz TPO (dachfolie) – mają obecnie coraz większą rzeszę zwolenników, stanowią produkt dostępny na rynku i coraz bardziej popularny; pokrycia te (zgodnie z kartą techniczną produktu) można stosować na pokryciach z deskowania, najlepiej struganego, a w każdym przypadku bez ostrych krawędzi lub drzazg; uszkodzenia membrany można z łatwością naprawiać łąkami (jak dętkę rowerową); membrany TPO są wynikiem połączenia materiałów EPDM oraz PVC
- poliwęglan komorowy – w miejscach, gdzie architekci chcą swobodnie doświetlać przestrzeń przekrytą zamiast szkła, sięga się chętnie po prefabrykowane płyty komorowe wykonane z poliwęglanu; wyroby z poliwęglanu mają możliwość zakrzywienia płaszczyzny płyty, dostosowując ją do krzywizny połaci dachowej; oprócz możliwości kształtowania krzywizn zaletą płyt komorowych jest ich izolacyjność termiczna – dla niektórych współczynnik przenikania ciepła osiąga wartość $U = 0,99 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- papy – mimo że pokutuje przekonanie, że papa jest materiałem przestarzałym, warto po niego sięgać w nowoczesnych rozwiązaniach. ↙

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity z dnia 8 kwietnia 2019 r., Dz.U. z 2019 r., poz. 1065).
2. PN-EN 1995-1-1:2010 Eurokod 5 – Projektowanie konstrukcji drewnianych – Część 1-1: Postanowienia ogólne – Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków (EC5).
3. PN-EN 13501-2:2016-07 Klasyfikacja ogniova wyrobów budowlanych i elementów budynku – Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej.
4. PN-B-02361:2010 Pochylenia połaci dachowych.
5. PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania.

LITERATURA

1. [youtube.com/watch?v=jcVio-NV-G_A&t=101s](https://www.youtube.com/watch?v=jcVio-NV-G_A&t=101s), [youtube.com/watch?v=d19OZQcg0&list=PLYSb3TNYbPPYUjYGHt2pgDa9w-vpcra&index=14](https://www.youtube.com/watch?v=d19OZQcg0&list=PLYSb3TNYbPPYUjYGHt2pgDa9w-vpcra&index=14), [youtube.com/watch?v=kr7P9LuBuw&list=PLYSb3TNYbPPYUjYGHt2pgDa9w-vpcra&index=49](https://www.youtube.com/watch?v=kr7P9LuBuw&list=PLYSb3TNYbPPYUjYGHt2pgDa9w-vpcra&index=49)
2. Robeller C., et al. *A double-layered timber plate shell-computational methods for assembly, prefabrication, and structural design. Advances in Architectural Geometry*, 2016, 5.CONF (2016): 104–122.
3. Rockwool – Zeszyt 5, *Stropodachy wentylowane i poddasza. Wytyczne projektowe i wykonawcze*.
4. Shi B., *Renovation of van Gendthallen: Digital fabrication of timber roof*, 2015.
5. Borgström E., Fröbel J., *The CLT Handbook CLT structures – facts and planning*, Swedish Wood, 2019.
6. Byrdy A., Byrdy Cz., *Dwudzielne stropodachy wentylowane o drewnianej konstrukcji nośnej*, Izolacje, nr 2/2011, str. 72–75.
7. Karacabryli E., Gagnon S., *Canadian CLT Handbook 2019 Edition, Volume 1, Chapter 10, FPinnovations*, 2019.

WIPRO[®]

POLSKI PRODUCENT WIND



WINDY DLA TWOICH POTRZEB



TYP DŹWIGÓW (WIND) :

Osobowe
Szpitalne
Towarowo-osobowe
Towarowe
Samochodowe
Gastronomiczne
Indywidualny projekt
Platformy dla osób niepełnosprawnych

ZAKRES:

Doradztwo
Projekty
Wsparcie architektów
Produkcja i montaż
Konservacja i utrzymanie w ruchu
Modernizacje
Wymiana urządzeń na nowe

SZYBY WINDOWE:

Konstrukcje stalowe
Szyby panoramiczne
Indywidualne projekty

SKONTAKTUJ SIĘ Z NAMI

791 880 100
791 880 200
OFERTY@WINDYWIPRO.PL



POSTAW
NA POLSKĄ
FIRMĘ

ZAPRASZAMY NA STRONĘ
WINDYWIPRO.PL

WWW.FACEBOOK.COM/WINDYWIPRO

Obecne i przyszłe regulacje Prawa zamówień publicznych – wybrane aspekty

Nowa ustawa Prawo zamówień publicznych z dnia 11 września 2019 r. (dalej: nowe Pzp) zacznie obowiązywać wraz z nastaniem 2021 r. Powiedzieć, że czeka nas rewolucja, jest stwierdzeniem na wyrost. Niemniej zarówno zamawiający, jak i wykonawcy będą musieli zmienić sposób myślenia w kilku bardzo praktycznych kwestiach. Efektów zmian będziemy mogli wypatrywać już w pierwszych miesiącach nowego roku, kiedy Krajowa Izba Odwoławcza (dalej: KIO) wyda pierwsze wyroki na podstawie nowych przepisów.

WSTĘP

W artykule koncentrujemy się na aspektach postępowania o udzielenie zamówienia publicznego interesujących z punktu widzenia projektantów budowlanych. Artykuł dotyczy opisu przedmiotu zamówienia, przesłanek wykluczenia wykonawcy oraz skąpych uregulowań w zakresie Building Information Modelling (BIM). W artykule znalazło się również zwięzłe omówienie zmian, jakim poddane zostaną regulacje w nowym Pzp.

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA, CZYLI PRECYZYJNOŚĆ PRZED WSZYSTKIM

Opis przedmiotu zamówienia (dalej: OPZ) może dla zamawiających stanowić wyzwanie, któremu nie są w stanie sprostać, szczególnie jeśli do jego sporządzenia wymagana jest wiedza profesjonalna. Bywa też, że zamawiający wybiera ofertę niezgodną z OPZ, który sam sporządził. Skąd trudności? Otóż przepisy Prawa zamówień publicznych wymagają, aby opisywać przedmiot zamówienia w określony sposób. Przepis art. 29 ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (dalej: stare Pzp) stanowi, że przedmiot zamówienia opisuje się w sposób jednoznaczny i wyczerpujący, za pomocą dostatecznie dokładnych i zrozumiałych określeń, uwzględniając wszystkie wymagania i okoliczności mogące mieć wpływ na sporządzenie oferty. Co więcej, art. 29 starego Pzp stanowi, że zamawiający nie może opisywać przedmiotu zamówienia w sposób, który mógłby

utrudniać uczciwą konkurencję. Przepis ten jest często wykorzystywanym orężem w walce wykonawców o wybór ich oferty. Realizacja ujętych w nim przez ustawodawcę wymagań niejednokrotnie jest dla zamawiających problematyczna, a im bardziej skomplikowany przedmiot zamówienia, tym większe wyzwanie w sporządzeniu OPZ zgodnego z przepisami prawa.

Każda branża ma swoją specyfikę. Tymczasem przepis art. 29 starego Pzp jest sformułowany w sposób wysoce ogólny, dlatego w różnych postępowaniach jego stosowanie przejawia się w szczególności dla danego zamówienia sposób. Pomocą w rozumieniu art. 29 starej Pzp jest orzecznictwo KIO, które wyznacza sposób jego rozumienia. Co KIO rozumie przez jednoznaczny i wyczerpujący OPZ, wyjaśnia wciąż aktualny wyrok z dnia 21 lipca 2014 r., sygn. akt KIO 1389/14: „Obowiązkiem Zamawiającego jest dokonanie opisu przedmiotu zamówienia, tak aby wykonawca miał jasność co do tego, jaki produkt jest wymagany przez zamawiającego i na podstawie jakich kryteriów będzie oceniana jego oferta. Brak precyzji przy formułowaniu treści SIWZ nie może być usprawiedliwiony możliwością wyjaśnienia treści złożonych ofert na etapie ich analizy i oceny. To właśnie na etapie konstruowania treści SIWZ Zamawiający winien dołożyć należytej staranności i wyeliminować w stopniu możliwie najwyższym wszelkie niejasności i nieprecyzyjne zapisy tak, aby podczas



© photobyphotoboy - stock.adobe.com

badania i oceny ofert wyeliminować element subiektywnej oceny. Również argument Zamawiającego, że Odwołujący nie kierował zapytań, co do treści SIWZ (Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia), nie stanowi usprawiedliwienia dla braku precyzji opisu. Izba wielokrotnie podkreślała, że instytucja wyjaśnienia treści SIWZ nie wstrzymuje biegu terminu do wniesienia odwołania wobec treści SIWZ. Z tego też względu wykonawcy winni działać niejako dwutorowo – wystosować odpowiednie zapytanie do Zamawiającego oraz skorzystać ze środków ochrony prawnej jako jedynej drogi gwarantującej rozstrzygnięcia wątpliwości, co do brzmienia SIWZ”.



© Pio Si - stock.adobe.com

W cytowanym wyroku KIO wskazała też wykonawcom sposób, w jaki mogą dążyć do skłonienia zamawiających do skonstruowania bardziej „przychylnego” im OPZ. Wykonawcy mają możliwość zadawania zamawiającym pytań do treści SIWZ, w tym opisu przedmiotu zamówienia. Możliwość tę daje art. 38 ust. 1 starego Pzp. Warto z niej korzystać, bo zamawiający często skłonni są zmieniać treść SIWZ pod wpływem trafnie sformułowanego pytania, zwłaszcza, że sami często nie są pewni jak skonstruować OPZ.

Wykonawcy mają możliwość zadawania zamawiającym pytań do treści SIWZ, w tym opisu przedmiotu zamówienia

Z kolei zakaz opisywania OPZ w sposób utrudniający uczciwą konkurencję, KIO tłumaczy nazywając zamawiającego gospodarzem postępowania o udzielenie zamówienia publicznego, na którym spoczywa obowiązek takiego przygotowania SIWZ, by z jednej strony nie wzbudzała ona wątpliwości interpretacyjnych, a z drugiej strony nie ograniczała w sposób nadmierny

uczciwej konkurencji (wyrok z 18 marca 2019 r., sygn. akt KIO 359/19). Warto zwrócić uwagę na określenie „nadmierny”. Zakaz ograniczania konkurencji nie oznacza, że o zamówienie może ubiegać się ktokolwiek. Zamawiający udzielając zamówienia ma na celu zaspokojenie swoich określonych potrzeb. By osiągnąć ten cel, wymaga od wykonawców pewnego poziomu jakości czy kompetencji, którego nie może obniżyć bez szkody dla swoich potrzeb.

Na tym nie koniec wymagań co do treści OPZ. Przepis art. 29 ust. 3 starej Pzp zawiera kolejną regułę co do jego konstruowania oraz wyjątek od niej. Zasadą jest zakaz opisywania przedmiotu zamówienia przez wskazanie znaków towarowych, patentów lub pochodzenia, źródła lub szczególnego procesu, który charakteryzuje produkty lub usługi dostarczane przez konkret-

nego wykonawcę, jeżeli mogłoby to doprowadzić do uprzywilejowania lub wyeliminowania niektórych wykonawców lub produktów. Z kolei wyjątkiem jest wyłączenie wspomnianej reguły w sytuacji, gdy uzasadnia to specyfika przedmiotu zamówienia i zamawiający nie może opisać przedmiotu zamówienia za pomocą dostatecznie dokładnych określeń, a wskazaniu takiemu towarzyszą wyrazy „lub równoważny”.

W praktyce zamawiający posługują się w OPZ nazwami konkretnych produktów, dopuszczając rozwiązania równoważne. Mają przy tym obowiązek określić tzw. warunki brzegowe (inaczej: zakres równoważności) umożliwiające z jednej strony zamawiającemu ocenę, czy oferowany produkt spełnia wymagania określone w SIWZ, z drugiej zaś strony pozwalające wykonawcy ustalić w sposób jasny zakres oczekiwań zamawiającego względem oferowanego produktu zamiennego (wyrok KIO z dnia 22 lipca 2019 r., sygn. akt KIO 1271/19). Jeżeli zakres oczekiwań nie będzie jasno określony, zamawiający nie będzie miał podstaw do odrzucenia oferty z powodu jej niezgodności z OPZ zgodnie z art. 89 ust. 1 pkt 2 starej Pzp.

Używając określenia „warunki brzegowe”, KIO ma na celu wyeliminowanie sytuacji, w której zamawiający zażądałby rozwiązania czy produktu identycznego z referencyjnym (tj. tym, którego nazwę wskazano w OPZ). Zazwyczaj skończyłoby się to tym, że oferta na każde inne rozwiązanie niż referencyjne mogłaby podlegać odrzuceniu. Co do zasady urządzenia referencyjne składają się z całego konglomeratu cech technicznych, z których niektóre mają charakter kluczowy, inne zaś są pozbawione większego znaczenia. Konieczność, aby wszystkie bez wyjątku parametry techniczne były równe lub lepsze jest niewykonalne i wymusza na wykonawcach obowiązek zaofiarowania wyłącznie rozwiązania referencyjnego, czyniąc dopuszczenie równoważności pozornym (wyrok KIO z dnia 10 stycznia 2019 r., sygn. akt KIO 2638/18).

Wymagania, które KIO wypracowała w orzecznictwie, w nowym Pzp zawarto w art. 99 ust. 6 w jednym zdaniu. Stanowi on, że jeżeli przedmiot zamówienia został opisany przez wskazanie znaków towarowych, patentów lub pochodzenia, źródła lub szczególnego procesu, który charakteryzuje produkty lub usługi dostarczane przez konkretnego wykonawcę,



© Sergey Yarochkin - stock.adobe.com

zamawiający wskazuje w opisie przedmiotu zamówienia kryteria stosowane w celu oceny równoważności.

Na gruncie nowych przepisów zamawiający nadal obowiązani będą określać zakresy równoważności, tyle że ten obowiązek wynikać będzie wprost z przepisów ustawy.

Zmiana ta ma więc charakter doprecyzowania, które ograniczyć ma preferowanie przez zamawiających określonych produktów lub usług i zwiększenie dostępności zamówień. To samo można powiedzieć o pozostałej części przepisów nowego Pzp w zakresie OPZ. Ustawodawca bowiem zawarł w nowym Pzp dotychczas obowiązującą i ugruntowaną w orzecznictwie terminologię i instytucje związane z opisem przedmiotu zamówienia. Niezmieniony pozostanie obowiązek jednoznacznego i dokładnego opisu przedmiotu zamówienia czy zakaz utrudniania uczciwej konkurencji.

PRZESŁANKI WYKLUCZENIA – KIEDY NALEŻY, A KIEDY NIE WOLNO WYKLUCZAĆ

W starym Pzp obowiązuje przepis art. 24, który zawiera przesłanki

wykluczenia wykonawcy z postępowania o udzielenie zamówienia publicznego. Przepis ten dzieli przesłanki wykluczenia na obligatoryjne oraz fakultatywne. Jeżeli w odniesieniu do danego wykonawcy wystąpią te pierwsze (art. 24 ust. 1 starego Pzp), zamawiający ma obowiązek wykluczyć go z postępowania o udzielenie zamówienia publicznego. Nie ma wówczas znaczenia, czy zamawiający zawarł bądź nie zawarł obligatoryjnych przesłanek wykluczenia w ogłoszeniu lub SIWZ. Bezwzględnie wyklucza się więc np. spółkę/wykonawcę, której urzędującego członka zarządu prawomocnie skazano za przestępstwo skarbowe.

Wystąpienie drugiej kategorii przesłanek wykluczenia, tj. przesłanek fakultatywnych (art. 24 ust. 5 starego Pzp), nie zawsze powoduje wykluczenie wykonawcy. Jeżeli zamawiający zamierza ograniczać dostęp do postępowania o udzielenie zamówienia wykonawcom, co do których występują przesłanki określone art. 24 ust. 5 starego Pzp, zamawiający wskazuje podstawy wykluczenia w ogłoszeniu o zamówieniu, w specyfikacji istotnych

warunków zamówienia lub w zaproszeniu do negocjacji.

Zamawiający może wskazać wszystkie wymienione w art. 24 ust. 5 Pzp fakultatywne przesłanki, bądź niektóre z nich. Mając na uwadze doniosłość czynności wykluczenia wykonawcy z postępowania nie można przyjąć założenia, że skorzystanie przez zamawiającego z chociaż jednej fakultatywnej przesłanki powoduje de facto możliwość odwołania się do innych wymienionych w art. 24 ust. 5 Pzp przesłanek, które nie zostały przez zamawiającego zastosowane (wyrok KIO z dnia 13 lutego 2020 r., sygn. akt KIO 199/20).

Przykładowo, zamawiający może wykluczyć z postępowania o udzielenie zamówienia wykonawcę, który w sposób zawiniony poważnie naruszył obowiązki zawodowe, co podważa jego uczciwość, w szczególności, gdy wykonawca w wyniku zamierzonego działania lub rażącego niedbalstwa nie wykonał lub nienależycie wykonał zamówienie, co zamawiający jest w stanie wykazać za pomocą stosownych dowodów. Zastosowanie tego przepisu wymaga wystąpienia wszystkich wymienionych

w nim okoliczności. Zamawiający chcąc wykluczyć wykonawcę na tej podstawie musi dysponować dowodami na to, że wykonawca poważnie naruszył obowiązki zawodowe, że naruszenie to było zawinione, a w konsekwencji należy uznać go za nieuczciwego. Wykluczenie wykonawcy z postępowania na skutek uznania go za nieuczciwego w rozumieniu ww. przepisu stanowi formę stygmatyzacji – wykonawca taki może spodziewać się wykluczenia z kolejnych postępowań, w których zamawiający przewidzieli stosowanie tej przesłanki (wyrok KIO z dnia 13 stycznia 2020 r., sygn. akt KIO 2641/19). Dlatego na zamawiających spoczywa obowiązek szczególnej staranności dowodowej, aby wykonawcy nie doznali niesłusznej krzywdy. Zamawiający nie może wykluczyć wykonawcy na tej podstawie, jeżeli od dnia wystąpienia zdarzenia będącego podstawą wykluczenia upłynęły 3 lata.

Taki sam termin stosuje się do wykluczenia wykonawcy, który, z przyczyn leżących po jego stronie, nie wykonał albo nienależycie wykonał w istotnym stopniu wcześniejszą umowę w sprawie zamówienia publicznego lub



© tippapatt - stock.adobe.com

umowę koncesji, zawartą z zamawiającym publicznym, co doprowadziło do rozwiązania umowy lub zasądzenia odszkodowania (art. 24 ust. 5 pkt 4 starego Pzp). Zamawiający nie może wykluczać wykonawcy z tych przyczyn w sposób automatyczny. Nie wystarczy, że doszło do rozwiązania wcześniejszej umowy zawartej z wykonawcą lub zasądzenia odszkodowania. Zamawiający musi ponadto wykazać, że do rozwiązania umowy lub zasądzenia odszkodowania doszło z powodu niewykonania lub nienależytego wykonania umowy przez wykonawcę, a zatem musi wykazać, czego konkretnie wykonawca nie zrobił lub jakiego obowiązku wynikającego z wcześniejszej umowy nie wykonał. Aby to uczynić zamawiający musi się odwołać do konkretnych postanowień zawartej umowy, do których wykonawca się nie dostosował. Ponadto zamawiający zobligowany jest wykazać, iż wykonawca albo nie wykonał umowy w ogóle albo wykonał ją nienależyte w stopniu znaczącym lub nienależyte wykonywanie miało charakter uporczywy, nawet

jeśli niedociągnięcia nie były znaczące (wyrok KIO z dnia 14 czerwca 2019 r., sygn. akt KIO 988/19).

Z dwóch omawianych przesłanek w nowym Pzp zmieniona zostanie ta ostatnia (art. 109 ust. 1 pkt 5 i 7 nowego Pzp). Jeżeli zamawiający zdecyduje się na wykluczenie

wykonawcy, który nie wykonał lub nienależyte wykonał wcześniej łączącą ich umowę w sprawie zamówienia publicznego, to będzie mógł to uczynić także wówczas, gdy doprowadziło to do wypowiedzenia lub odstąpienia od umowy, odszkodowania, wykonania zastępczego lub realizacji uprawnień z tytułu rekojmii za wady.

O BIMie NADAL LAKONICZNIE

Przepisy starego Pzp regulują kwestię elektronicznego modelowania danych budowlanych jedynie w kontekście komunikacji zamawiającego z wykonawcami. Zgodnie z tą regulacją zamawiający może wymagać od wykonawców komunikacji przy użyciu narzędzi, urządzeń

Nowe Pzp nie zmieni stanu regulacji w zakresie BIM. Przepisy Pzp w żaden sposób nie ograniczają zastosowania metodyki BIM do realizacji inwestycji budowlanych. Zamawiający publiczny może jako element dokumentacji przetargowej opublikować model BIM – z zachowaniem pozostałych przepisów prawa zamówień publicznych¹⁾.

Jak zauważa stowarzyszenie buildingSMART Polska w przywołanym tutaj stanowisku, w praktyce zamówień publicznych w zasadzie nie występuje metodyka BIM. Z tego względu nie wypracowano dotychczas interpretacji sformułowania „narzędzia ogólnie dostępne”. Stowarzyszenie buildingSMART Polska stwierdza, że „ogólnie dostępne są te narzędzia, które oferowane są przez liczne podmioty na rynku, przez to łatwo dostępne, dla praktycznie nieograniczonej grupy podmiotów”¹⁾.

WNIOSKI

Omówione tu regulacje opisu przedmiotu zamówienia oraz przesłanek wykluczenia mają kapitalne znaczenie praktyczne. Ich stosowanie obecnie opiera się w dużej mierze na utrwalonych w doktrynie i orzecznictwie KIO poglądach.

Nowe Pzp, które zacznie obowiązywać 1 stycznia 2021 r. nie powinno zmienić praktyki w powyższym zakresie. Uchwalając je ustawodawca w zakresie OPZ oraz przesłanek wykluczenia miał głównie na celu doprecyzowanie tych regulacji. Uczynił to w dużej mierze poprzez odzwierciedlenie dotychczas funkcjonujących poglądów orzecznictwa wprost w treści nowego aktu prawnego. <

lub formatów plików, które nie są ogólnie dostępne. Może również wymagać składania ofert lub prac konkursowych przygotowywanych przy użyciu narzędzi elektronicznego modelowania danych budowlanych. Zamawiający ma wówczas obowiązek zapewnić dostęp do tych narzędzi, gdy takie narzędzia nie są ogólnie dostępne.

Przepisy Pzp w żaden sposób nie ograniczają zastosowania metodyki BIM dla realizacji inwestycji budowlanych

¹⁾ Zob. stanowisko stowarzyszenia buildingSMART Polska: <https://buildingsmart.org.pl/pierwsze-wspolne-stanowisko-legalroom/>

EKOLOGIA i EKONOMIA
dla wszystkich



NOWA GENERACJA

Separatorów hybrydowych DELFIN

Innowacyjna technologia redukcji zanieczyszczeń $<0,1 \text{ mg/dm}^3$



Prof. dr hab. inż. Zbigniew Heidrich rekomenduje

Separator Hybrydowy DELFIN projektantom, inwestorom i każdemu, kto dba o środowisko naturalne

„Po przeanalizowaniu budowy i funkcjonowania Hybrydowego Separatora Węglowodorów DELFIN potwierdzam, że zostało w nim zastosowane nieskomplikowane, ale jakże innowacyjne i skuteczne rozwiązanie techniczne. Innowacyjnym rozwiązaniem w separatorach hybrydowych DELFIN jest to, że wysoki stopień separacji uzyskiwany jest poprzez zastosowanie podwójnego układu rozdzielającego ciecze lekkie z wykorzystaniem procesu flotacji i koalescencji....”

Normy Europejskie dopuszczają zawartość substancji ropopochodnych do 5 mg/dm^3 na odpływie, natomiast w przypadku Separatorów Hybrydowych DELFIN osiągnięto 50-krotnie lepsze wyniki oczyszczania – stężenie substancji ropopochodnych $<0,1 \text{ mg/dm}^3$.

Oferowany zakres nominalnych przepływów od 3 do 200 l/s.



/Technologia redukcji stężenia substancji ropopochodnych $<0,1 \text{ mg/dm}^3$



/Pierwszy w Europie opatentowany separator hybrydowy



/Patent europejski nr 3238801 obowiązujący w 21 krajach

Hybrydowe separatory DELFIN dostępne są w dwóch wariantach: z polietylenu i betonu.

■ wersja bez by-passa



■ wersja z by-passem 5 lub 10-krotnym



Zapytaj o szczegóły: handlowy: 516 025 517 | marketing: 512 319 390 | infolinia: 0 801 080 082

www.delfin-polska.pl

Zagadnienia projektowe systemu odzysku wody szarej w instalacjach sanitarnych budynków

Projektowanie dualnych instalacji wodno-kanalizacyjnych należy wykonać z uwzględnieniem funkcji budynku, rodzaju zastosowanych baterii czerpalnych i odpowiedniej wielkości układu magazynującego i oczyszczającego ścieki.

WSTĘP

Wodę pitną do prania, sprzątania, nawadniania terenów zielonych, mycia samochodów, splukiwania misek ustępowych i pisuarów można zastąpić wodą szarą przez zastosowanie instalacji dualnych. Wymagają one odpowiedniego podejścia projektowego do instalacji wodociągowej i kanalizacyjnej z uwzględnieniem specyficznego wyposażenie sanitarnego w zależności od funkcji budynku. W artykule omówiono zagadnienie konieczności oszczędzania wody pitnej i celowość stosowania instalacji dualnych. Podane są także wymagania instalacyjne i metodologia do obliczania układu dualnego w zależności od typu budynku.

Populacja ludzka jest zgodna co do tego, że woda jest jednym z najważniejszych zasobów naturalnych, który warunkuje życie. Z biegiem lat zużycie i popyt na słodką wodę pitną wzrosły ze względu na wzrost liczby ludności, intensyfikację rolnictwa i przemysłu. Jednocześnie, na skutek zmian klimatu, zanieczyszczenia środowiska i niewłaściwego zarządzania zasobami wody, obserwuje się rosnący deficyt wody pitnej. Zgodnie z raportem UNESCO, bez wprowadzenia działań, które pozwolą na racjonalne wykorzystanie zasobów wody pitnej, w 2030 r. społeczność międzynarodowa będzie musiała się zmierzyć z nawet 40% spadkiem dostępności do wody. Zdając sobie sprawę z narastającego problemu, w 2018 r. ONZ ogłosiła Międzynarodową Dekadę Wody określaną jako „Woda dla Zrównoważonego Rozwoju”. Celem tej akcji jest zmobilizowanie państw do działań, które wpłyną na zmianę sposobu gospodarowania zasobami wodnymi. Pożądane jest stosowanie rozwiązań mających na celu racjonalne użytkowanie i ograniczających zużycie wody pitnej. Problematyka oszczędzania wody łączy aspekt ochrony środowiska i ma wymiar ekonomiczny. W ostatnich latach dużą rolę na zachowanie i świadomość odbiorców wody odegrały działania edukacyjne, kampanie reklamowe, upowszechnianie problematyki przez mass media. Niemniej prognozy ekonomiczne wskazują, że cena wody, już obec-

nie wysoka, będzie rosła. Wiąże się to również ze wzrostem opłat za odprowadzanie ścieków, a istotnym czynnikiem, który wpływa na zużycie wody jest świadomość użytkowników oraz wzrost opłat za wodę.

W celu ograniczenia jej zużycia, w instalacjach sanitarnych budynków powinny być stosowane urządzenia czy też całe systemy instalacyjne [1]. Najprostszymi i najpowszechniejszymi rozwiązaniami są stosowane obecnie baterie z perlatorami, baterie bezdotykowe i z ogranicznikami wypływu, płuczki zbiornikowe do misek ustępowych wyposażone w podwójne przyciski i o mniejszych pojemnościach wody (maksymalna pojemność zbiornika wody zgodnie z dyrektywą UE wynosi obecnie 6 dm³). Mieszkania wyposażono w wodomierze, umożliwiając użytkownikom kontrolowanie poboru wody. Ponadto zaczęto stosować coraz bardziej nowoczesny sprzęt domowy, zużywający mniej wody – pralki i zmywarki [2]. Usprawniane są również obiegi ciepłej wody użytkowej, zapobiegające jej stratom, powstającym podczas oczekiwania na dopływ wody o odpowiedniej temperaturze. Wprowadzenie w przemyśle nowych technologii (m.in. o zamkniętych obiegach wody, o małej wodochłonności i bezwodnych) i upadek wielu przestarzałych zakładów przemysłowych przyczyniły się również do jej racjonalnego zużycia.

W ostatnich latach coraz bardziej popularne stają się również instalacje dualne, czyli systemy umożliwiające doprowadzenie do punktów czerpalnych, służących celom higienicznym i spożywczym, wody wodociągowej, zaś do pozostałych punktów czerpalnych wody odzyskanej (szarej lub deszczowej). Wykonanie dodatkowej instalacji zwiększa koszt budowy całego systemu wodno-kanalizacyjnego, jednak rozwiązywanie problemu ograniczenia deficytu wody pitnej musi pochłaniać dodatkowe środki finansowe [1]. Należy jednak podkreślić, że decyzja o podejmowaniu konkretnych działań nie powinna bazować wyłącznie na wynikach analizy finansowej i opłacalności takiego przedsięwzięcia.

ZAPOTRZEBOWANIE NA WODĘ W BUDYNKACH

Zapotrzebowanie na wodę dla budynku zależy od jego przeznaczenia, a tym samym wyposażenia. Wymagane wyposażenie sanitarne wynika z przepisów właściwych dla danego budynku. Można wyróżnić różne typy budynków i sposoby ich podziału. Różne kraje stosują swoje podziały zgodnie z właściwymi przepisami. Ogólny podział budynków w Polsce zgodnie z Rozporządzeniem ustalającym warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i związane z nimi urządzenia [N1] dzieli je na budynki mieszkalne, zamieszkania zbiorowego, budynki użyteczności publicznej, rekreacji indywidualnej, gospodarcze.

Zgodnie z Rozporządzeniem [N1] budynek użyteczności publicznej, to budynek przeznaczony na potrzeby administracji publicznej, wymiaru sprawiedliwości, kultury, kultu religijnego, oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki, wychowania, opieki zdrowotnej, społecznej lub socjalnej, obsługi bankowej, handlu, gastronomii, usług, w tym usług pocztowych lub telekomunikacyjnych, turystyki, sportu, obsługi pasażerów w transporcie kolejowym, drogowym, lotniczym, morskim lub

Tabela 1. Procentowy rozkład zużycia wody w budynkach użyteczności publicznej

Struktura zużycia wody	Budynki publicznie ogólnie	Pokoje hotelowe	Budynki biurowe
Część gastronomiczna	9	–	–
Mycie rąk	27	44,7	10,0
Mycie ciała	–	32,6	–
Splukiwanie miski ustępowej	43	22,4	49,9
Splukiwanie pisuarów	20	–	–
Sprzątanie i inne potrzeby	1	–	40,1
Przecieki wodne	–	0,3	–
Razem	100%	100%	100%

wodnym śródlądowym oraz inny budynek przeznaczony do wykonywania podobnych funkcji (za budynek użyteczności publicznej uznaje się także budynek biurowy lub socjalny). Należy zauważyć, że w przypadku budynków niemieszkalnych, w Polsce trzy czwarte całkowitej powierzchni przypada na budynki biurowe, placówki oświatowe oraz budynki handlowe, z których każdy rodzaj stanowi około jedną czwartą całości [3].

Natomiast budynek zamieszkania zbiorowego to budynek przeznaczony do okresowego pobytu ludzi: hotel, motel, pensjonat, dom wypoczynkowy, dom wycieczkowy, schronisko młodzieżowe, schronisko, internat, dom studencki, budynek koszarowy, budynek zakwaterowania na terenie zakładu karnego, aresztu śledczego, zakładu poprawczego, schroniska dla nieletnich, a także budynek do stałego pobytu ludzi, w szczególności dom dziecka, dom rencistów i dom zakonny.

Jeżeli przepisy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy nie stanowią inaczej, to w Polsce w budynkach użyteczności publicznej i w zakładach pracy w ustępach ogólnodostępnych przypada co najmniej jedna umywalka na 20 osób. W ogólnych przepisach nie ma obowiązku instalowania natrysków. W budynkach szkół w Polsce toalety powinny być wyposażone w:

- jedną miskę ustępową na 20 dziewcząt
- jedną miskę ustępową na 20 chłopców
- w sytuacji, gdy są pisuary – jedną miskę ustępową na 30 chłopców
- minimum jedną umywalkę na 15 osób [4].

Strukturę zużycia wody w budownictwie użyteczności publicznej na podstawie różnych publikacji przedstawiono w tabeli 1.

W budynku zamieszkania zbiorowego łazienki związane z pomieszczeniami mieszkalnymi powinny być wyposażone w wannę lub natrysk

oraz umywalkę. Miska ustępowa może być usytuowana w łazience lub w wydzielonej kabinie ustępowej wyposażonej w umywalkę. W budynkach z łazienkami do wspólnego użytku na każdej kondygnacji umywalnie wyposażone będą w 1 urządzenie natryskowe dla 15 osób i 1 umywalkę dla 5 osób. W gospodarstwach domowych zapotrzebowanie na wodę zależy głównie od standardu wyposażenia pomieszczeń w przybory i urządzenia sanitarne, nawyków higienicznych użytkowników instalacji, a także powierzchni jednostkowej mieszkania przypadającej na jednego mieszkańca. Dla budynków zasilanych z sieci wodociągowej z mieszkaniami z kuchnią i łazienką zapotrzebowanie na wodę wynosi 80–160 dm³/(M·doba). W tabeli 2 zestawiona została struktura zużycia wody przeznaczonej na potrzeby bytowo-gospodarcze w budynku mieszkalnym [5].

Budynki użyteczności publicznej, dla których ustalono dodatkowe wymogi wyposażenia sanitarnego to przykładowo kluby fitness, zakłady odnowy biologicznej, siłownie. W takich obiektach każde pomieszczenie sanitarne powinno być wyposażone w 1 natrysk dla 10 osób i 1 umywalkę dla 10 osób.

Przeciętne normy zużycia wody dla poszczególnych grup odbiorców podaje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody [N2].

Tabela 2. Struktura zużycia wody na potrzeby bytowo-gospodarcze w budynku mieszkalnym [5]

Struktura zużycia wody	Zużycie [dm ³ /(M·doba)]		Zużycie
	min.–maks.	średnie	
Picie i gotowanie	3–5	4	3%
Mycie naczyń	10–15	12	10%
Mycie ciała	10–15	12	10%
Kąpiel	25–40	33	26%
Splukiwanie miski ustępowej	30–45	38	30%
Pranie	16–20	18	15%
Sprzątanie i inne potrzeby	6–10	8	6%
Razem	100–150	125	100%
Mycie samochodu: z użyciem wiadra z użyciem węża Podlewanie zieleni z użyciem węża		20–30 dm ³ /samochód 50–100 dm ³ /samochód 10–20 dm ³ /minutę	

Z przedstawionych w tabelach 1 i 2 potrzeb bytowo-gospodarczych tylko część wymaga zasilania wodą pitną, spełniającą wymagania Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [N3]. Wode służąca do prania, sprzątania, nawadniania terenów zielonych, celów porządkowych, mycia samochodów czy splukiwania misek ustępowych lub pisuarów można zastąpić wodą deszczową lub szarą. Dzięki temu można zmniejszyć zapotrzebowanie na wodę pitną o około 50% w budynkach mieszkalnych. Z kolei dla budynków użyteczności publicznej, gdzie woda zużywana jest w głównej mierze do splukiwania toalet i pisuarów, oszczędności wody pitnej będą wyższe i wyniosą około 65%. Istnieje obecnie ogólny pogląd, że zużywanie wody pitnej do splukiwania toalet jest największym marnotrawstwem wody. W celu zastąpienia części wody pitnej wodą odzyskaną należy wykonać w budynku instalację dualną.

INSTALACJA DUALNA – WYMAGANIA INSTALACYJNE

Instalacja dualna definiowana jest jako zintegrowany system zaopatrzenia w wodę, umożliwiający dostarczenie wody (szarej lub deszczowej), która nie jest przeznaczona do celów pitnych, lecz może być zastosowana do innego wykorzystania [6]. Wyjaśnienia wymagają określenia ścieki szare i woda szara. W polskim prawodawstwie funkcjonuje definicja ścieków szarych. Pojawia się w normie PN-EN 12056-2:2002 [N4] i oznacza ścieki niezawierające fekalii i moczu. Zatem będą to ścieki powstające w wyniku prania, kąpeli czy zmywania naczyń. W literaturze występuje dodatkowy ich podział: ścieki jasnoszare (mało zanieczyszczone), pochodzące z umywalek, wanien i natrysków oraz ścieki ciemnoszare (mocno zanieczyszczone), pochodzące ze zlewozmywaków, zmywarek i pralek. Do ponownego wykorzystania najbardziej odpowiednio są

mało zanieczyszczone ścieki szare powstające w łazienkach. W Europie nieczystości pochodzące z kuchni nie są poddawane recyklingowi, przede wszystkim z uwagi na obecność tłuszczu i resztek pokarmu w ściekach kuchennych, które nie rozpuszczają się w wodzie i zapychają filtry służące do jej oczyszczania [7].

Instalacja dualna definiowana jest jako zintegrowany system zaopatrzenia w wodę, umożliwiający dostarczenie wody szarej lub deszczowej

Wykorzystanie ścieków szarych możliwe jest po poddaniu ich procesowi oczyszczania, po którym definiowane są jako woda szara. Dostęp do niej jest równomierny i praktycznie stały w ciągu roku oraz niezależny od warunków atmosferycznych, jak w przypadku różnych źródeł odnawialnych, co stanowi ją doskonałym rozwiązaniem alternatywnym. Decyzja o zastosowaniu instalacji dualnej do odzysku ścieków szarych powinna być podjęta na etapie projektowania budynku, gdyż wymaga ona odmiennego podejścia do rozwiązania instalacji wodno-kanalizacyjnej w budynku.

W projekcie instalacji wodociągowej należy przewidzieć dodatkową instalację wody szarej

Zastosowanie instalacji dualnej wymaga zapewnienia dodatkowego miejsca na układ zapewniający gromadzenie i uzdatnianie ścieków szarych (oczyszczanie i dezynfekcja) oraz gromadzenie wody szarej, która następnie za pomocą odpowiedniego urządzenia pompowego będzie doprowadzana do punktów jej poboru. Zbiornik magazynujący ma zapewnić możliwość wyrównywania nierównomierności zrzutu podczas nocy

i weekendów. Zaleca się, aby czas reencji ścieków szarych w zbiorniku nie przekraczał 24 godzin ze względu na ryzyko rozwoju patogenów, wystąpienia procesów gnilnych i powstawania nieprzyjemnych zapachów. System gromadzenia i uzdatniania ścieków szarych najczęściej montowany jest na poziomie kondygnacji piwnicznej

w budynku. Układ zabezpieczony jest przed przepełnieniem za pomocą przelewów.

W projekcie instalacji wodociągowej należy przewidzieć dodatkową instalację wody szarej. Wykonuje się ją z tworzywa sztucznego, a określenie przepływu wody szarej w przewodach i dobór średnic rur przeprowadza się według typowych zasad obowiązujących w Polsce przy projektowaniu instalacji wodociągowej, kierując się wytycznymi normy PN-92/B-01706 [N5]. Należy też zapewnić możliwość awaryjnego zasilania zbiornika wody szarej wodą pitną

w razie niedoboru ścieków szarych. Dodatkowo należy pamiętać o wytycznych w normie PN-EN 1717:2003 [N6], która wymaga zastosowania odpowiedniego zabezpieczenia przed przepływem zwrotnym na przewodzie doprowadzającym wodę pitną do systemu odzysku ścieków szarych. W tym przypadku można zachować wymagania normy tylko poprzez zastosowanie przerwy powietrznej (zabezpieczenia z grupy A).

Tradycyjnie w Polsce stosowany jest zgodnie z normą PN-EN 12056-2:2002 [N4] I system kanalizacji bytowo-gospodarczej z pojedynczym pionem odprowadzającym ścieki szare i czarne i wypełnieniem podejść 50%. Przy projektowaniu instalacji kanalizacyjnej dualnej, należy kierować się wytycznymi normy PN-EN 12056-2:2002 [N4] dotyczącymi IV systemu kanalizacji, czyli instalacji kanalizacyjnej odprowadzającej oddzielnymi przewodami ścieki czarne i ścieki szare. Schemat dwóch systemów pokazano na rys. 1. Przy projektowaniu IV systemu należy zwrócić uwagę na odmienne, w porównaniu do I systemu kanalizacyjnego, wartości odpływu jednostkowych z przyborów i urządzeń sanitarnych DU. W tabeli 3 podano wartości DU dla systemu I i IV. Widoczne są niższe wartości odpływów jednostkowych dla systemu IV w porównaniu do I. Wartości DU wpływają na określenie natężenia przepływu ścieków sanitarnych Q_{ww} i dobór średnic dla poszczególnych odcinków instalacji kanalizacyjnej. Natężenie przepływu ścieków sanitarnych określa się wg zależności [N4]:

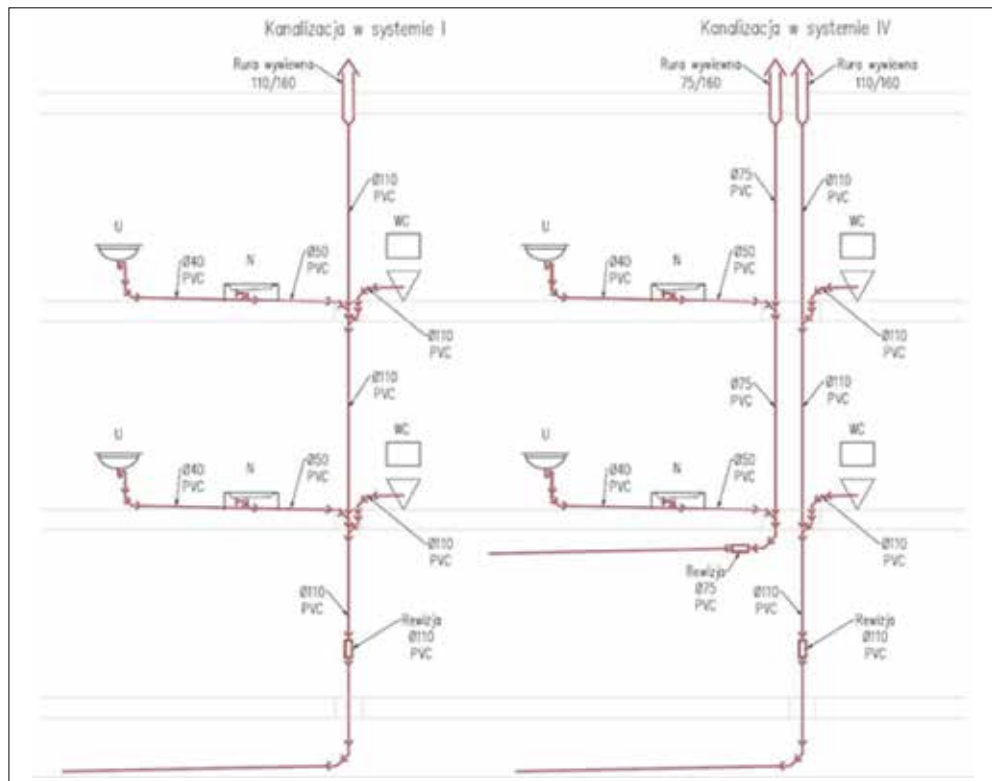
$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU} \quad [\text{dm}^3/\text{s}]$$

oraz $Q_{ww} \geq DU_{max}$ (1)

w której:
K – współczynnik częstości, zależny od sposobu użytkowania instalacji w budynku
DU – odpływ jednostkowy, zależny od rodzaju przyboru lub urządzenia sanitarnego oraz od przyjętego systemu kanalizacyjnego (zgodnie z tabelą 3)
 DU_{max} – największa wartość z odpływów pojedynczych.

Przy doborze średnic rur kanalizacyjnych należy zwrócić uwagę na typoszereg dostępnych na rynku w Polsce rur do instalacji kanalizacyjnej z tworzywa sztucznego i średnice odpływu z urządzeń. Średnica rury nie może być mniejsza od średnicy otworu odpływowego z przyboru bądź urządzenia sanitarnego,

zatem zależy od przyłączonego urządzenia. Zastosowanie mniejszej średnicy utrudniałoby swobodny odpływ ścieków z tego przyboru. U podstawy obydwu pionów kanalizacyjnych, przed przejściem w przewód odpływowy, muszą być zamontowane otwory rewizyjne (czyszczaki), umożliwiające dostęp do wnętrza przewodu (rys. 1). Przez rewizję można wyczyścić zapchany przewód. Wszystkie przewody odpływowe powinny być prowadzone najkrótszą drogą, równoległe lub prostopadłe do przegród budowlanych i fundamentów tak, aby nie naruszyć ich stateczności, koniecznie z zachowaniem odpowiedniego spadku. Spadek przewodu powinien być jednakowy na całej długości, co zapewnia samooczyszczanie się przewodu i powinien być przyjęty odpowiednio dla średnicy przewodu. Należy zapewnić prędkość przepływu ścieków minimum 0,7 m/s.



Rys. 1. Schemat instalacji kanalizacji w systemie I i IV

PROJEKTOWANIE INSTALACJI ŚCIEKÓW SZARYCH W ASPEKTCIE FUNKCJI BUDYNKU

W Polsce nie ma regulacji prawnych dotyczących projektowania systemów odzysku oczyszczonych ścieków szarych w budynkach. Powodem jest to obawy przed powszechniejszym stosowaniem instalacji dualnych zarówno wśród inwestorów i użytkowników, jak i projektantów instalacji. Jako nowatorskie koncepcje rozwiązania technicznego instalacji dualne stosowane są w budynkach spełniających wymagania certyfikacji wielokryterialnej LEED lub BREEAM i wpisywane są wówczas, zgodnie z ustawą o wyrobach budowlanych [N7], do indywidualnej dokumentacji projektowej. Projektanci systemów odzysku ścieków szarych w Polsce bazują na przepisach i wymaganiach obowiązujących za granicą, m.in. na normie brytyjskiej BS 8525, dotyczącej projektowania i wymagań dla instalacji recyklingu ścieków szarych [N8, N9].

W celu zaprojektowania systemu recyklingu ścieków szarych w budynku potrzebne jest:

- określenie dobowego zapotrzebowania na oczyszczone ścieki szare w zależności od ilości urządzeń zasilanych z instalacji wody szarej dla planowanych zastosowań (splukiwanie toalet, pisuarów, nawadnianie terenów zielonych wokół budynku, cele porządkowe), a także
- określenie dobowego uzysku ścieków szarych w budynku w zależności od ilości przyborów i urządzeń sanitarnych podłączonych do systemu recyklingu.

Określenie powyższych wartości pozwala na dobór odpowiedniego systemu uzdatniania ścieków szarych w celu ich ponownego wykorzystania. Zapotrzebowanie i uzysk odnoszone są do jednej doby, aby woda szara uzyskana w procesie oczyszczania ścieków szarych była wykorzystana w ciągu 24 godzin. Dzięki określeniu dobowego zapotrzebowania i uzysku ścieków szarych, można zdecydować o wyborze urządzeń podłączonych do recyklingu ścieków szarych i zasilanych wodą szarą. Dodatkowo można stwierdzić, czy na etapie użytkowania wymagane będzie uzupełnienie

zbiornika oczyszczonych ścieków szarych wodą wodociągową i w jakiej ilości, w przypadku, gdy dobowy uzysk ścieków jest niewystarczający do zasilania wybranych punktów poboru. Daje to inwestorowi możliwość przeanalizowania opłacalności stosowania systemu odzysku ścieków szarych w budynku.

Brytyjska norma BS 8525 [N8] podaje dwie metody obliczania uzysku ścieków szarych i zapotrzebowania na wodę szarą:

- metodę uproszczoną, którą można stosować dla indywidualnych systemów odzysku, np. dla budynków jednorodzinnych lub pojedynczych mieszkań
- metodę szczegółową dotyczącą dużych systemów w budynkach wielorodzinnych czy użyteczności publicznej.

W podejściu uproszczonym przyjmuje się:

- zapotrzebowanie na wodę do splukiwania toalety – 25 dm³/(M·doba)

Tabela 3. Odpływy jednostkowe DU dla systemu I i IV [N4]

Urządzenie/przybór	System I	System IV
	DU [dm ³ /s]	DU [dm ³ /s]
Umywalka, bidet	0,5	0,3
Natrysk bez korka	0,6	0,4
Natrysk z korkiem	0,8	0,5
Pojedynczy pisuar ze zbiornikiem	0,8	0,5
Pisuar z zaworem splukującym	0,5	0,3
Wanna	0,8	0,5
Zlew kuchenny	0,8	0,5
Zmywarka (gospodarstwo domowe)	0,8	0,5
Pralka automatyczna – do 5 kg	0,8	0,5
Pralka automatyczna – do 12 kg	1,5	1,0
Ustęp splukiwany ze zbiornikiem 6 dm ³	2,0	2,0
Wpust podłogowy DN 50	0,8	0,6
Wpust podłogowy DN 70	1,5	1,0
Wpust podłogowy DN 100	2,0	1,3

- zapotrzebowanie na wodę do prania – 15 dm³/(M·doba)
- zapotrzebowanie na wodę dla innych celów, gdzie nie ma potrzeby stosowania wody zdatnej do picia (np. podlewanie ogrodu) – 10 dm³/(M·doba)
- dobowy uzysk ścieków szarych z natrysków, wanien i umywalk w budynkach – 50 dm³/(M·doba).

W innych wytycznych [N10] dostępne są wartości szacunkowego dobowego uzysku ścieków szarych dla budynków innych niż mieszkalne, a mianowicie:

- dla szkół (bez stołówki) – 6,9 dm³/(M·doba)
- dla budynków biurowych (bez stołówki) – 16,5 dm³/(M·doba)
- dla budynków usługowych takich jak sklepy – 21 dm³/(M·doba)
- dla restauracji i stołówek – 0,5 m³/(m² powierzchni kuchni·doba).

W metodzie szczegółowej należy określić dobowy uzysk ścieków szarych Y_G według równania (2) oraz dobowe zapotrzebowanie na oczyszczoną wodę szarą C według równania (3) [N8]:

$$Y_G = n \cdot (\Sigma \{S \cdot U_S\} + \{B \cdot U_B\} + \{(H_{WB} \cdot U_{H_{WB}}) + F_{WB}\} + \{(\frac{W}{L}) \cdot U_{WM}\}) \quad (2)$$

$$C = n \cdot (\Sigma \{V_{WC} \cdot U_{SF}\} + \{V_{PWC} \cdot U_{FF} + V_{PWC} \cdot U_{PF}\} + \{(\frac{W}{L}) \cdot U_{WM} \cdot P_{WM}\}) \quad (3)$$

w których:

- n – liczba osób [-]
- S – średni wypływ z natrysku [dm³/min]
- U_S – współczynnik użytkowania natrysku [-]
- B – objętość wanny do przelewu (wanna niezajęta przez człowieka) [dm³]
- U_B – współczynnik użytkowania wanny [-]

- H_{WB} – maksymalne natężenie wypływu z baterii umywalkowej [dm³/min]
- $U_{H_{WB}}$ – współczynnik użytkowania umywalk [-]
- F_{WB} – stały wypływ z baterii używany do napełnienia umywalki [dm³/M·doba]
- W – zużycie wody przez pralkę w jednym cyklu prania [dm³]
- L – maksymalny załadunek suchego prania zalecany przez producenta pralki dla prania bawełny w +60°C [kg]
- U_{WM} – współczynnik użytkowania pralki [-]
- V_{WC} – objętość spłukania dla toalet z systemem pojedynczego spłukiwania [dm³]
- U_{SF} – współczynnik użytkowania toalety z systemem pojedynczego spłukiwania [-]
- V_{PWC} – pełna objętość spłukania dla toalet z systemem podwójnego spłukiwania [dm³]
- U_{FF} – współczynnik użytkowania trybu pełnego spłukiwania toalety z systemem podwójnego spłukiwania [-]
- V_{PWC} – częściowa objętość spłukania dla toalet z systemem podwójnego spłukiwania [dm³]
- U_{PF} – współczynnik użytkowania trybu częściowego spłukiwania toalety z systemem podwójnego spłukiwania [-]
- P_{WM} – ilość wody zużywanej przez pralkę, którą można zastąpić wodą niezdatną do picia [-].

Wartości przyjmowanych parametrów do wzorów (2) i (3) powinny być uzależnione od funkcji budynku. Ze względu na charakter wyposażenia sanitarnego i dynamikę rozbioru wody budynku można podzielić, tak jak opisano w pierwszym rozdziale, na zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. W tabeli 4 zestawiono, zgodnie z [N8, 8], wymagane wartości dla występujących we wzorach (2) i (3) oznaczeń, w zależności od przeznaczenia

Tabela 4. Zestawienie wymaganych wartości dla oznaczeń występujących w równaniach (2) i (3) w zależności od przeznaczenia budynku [N8, 8]

Oznaczenie w równaniu (2) i (3)	Przyjmowane wartości	
	Budynki o charakterze mieszkalnym	Budynki użyteczności publicznej
S [dm ³ /min]	Zależy od typu baterii natryskowej – przyjmowany wg [N8]: – 5 dm ³ /min dla baterii wodooszczędnych i zasilanych z podgrzewaczy elektrycznych – 9 dm ³ /min dla normalnych baterii mieszających – 12 dm ³ /min dla baterii o wysokim wypływie	
U_S [-]	5,6 – gdy w budynku są tylko natryski [N8] 4,37 – gdy w budynku są także wanny [N8]	procentowy udział osób w budynku korzystających z natrysków razy 5,6 [8]
B [dm ³]	120–250 dm ³ [N8]	nie dotyczy
U_B [-]	0,5 – gdy w budynku są tylko wanny [N8] 0,11 – gdy w budynku są także natryski [N8]	nie dotyczy
H_{WB} [dm ³ /min]	5–15 dm ³ /min [N8]	
$U_{H_{WB}}$ [-]	1,58 [N8]	częstość mycia rąk w ciągu dnia razy 0,25 [8]
F_{WB} [dm ³ /M·doba]	1,58 dm ³ /M·doba [N8]	nie dotyczy
W [dm ³]	30–60 dm ³ [N8]	nie dotyczy
L [kg]	4–10 kg [N8]	nie dotyczy
U_{WM} [-]	2,1 [N8]	nie dotyczy
V_{WC} [dm ³]	6 dm ³	
U_{SF} [-]	4,42 [N8]	
V_{PWC} [dm ³]	4–6 dm ³	
U_{FF} [-]	1,46 [N8]	1 [8]
V_{PWC} [dm ³]	2–3 dm ³	
U_{PF} [-]	2,96 [N8]	2 [8]
P_{WM} [-]	1 [N8]	nie dotyczy

Tabela 5. Wydajności dla natrysków w zależności od klasy [N12]

Klasa przepływu	Zakres przepływu		Typowe zastosowanie
	[dm ³ /s]	[dm ³ /min]	
ZZ	0,025–0,12	1,5–7,2	wodooszczędne rączki natrysku
Z	0,12–0,20	7,2–12	typowe rączki natrysku, wodooszczędne deszczownie
A	0,20–0,25	12–15	typowe rączki natrysku, wodooszczędne panele natryskowe, deszczownie
S	0,25–0,33	15–20	panele z hydromasażem deszczownie
B	0,33–0,42	20–25	panele z hydromasażem duże deszczownie

budynku. Wyróżniono budynki o charakterze mieszkalnym i budynki użyteczności publicznej ze względu na inny charakter rozbioru wody.

W Wielkiej Brytanii wytyczne projektowania instalacji dualnych [9] zwracają uwagę na typy baterii natryskowych i ich wypływy wody. Zgodnie z normami [N11, N12] baterie i zestawy natryskowe produkowane są w kilku klasach wydajności według tabeli 5. Istnieją również różne modele do określania wydajności baterii [2]. Obecnie w wielu budynkach zarówno mieszkalnych, jak i o przeznaczeniu hotelowym (o wysokim standardzie) inwestorzy i użytkownicy decydują się na bardziej rozbudowane zestawy natryskowe. Wartości wypływów wody będą więc inne niż przytoczone w brytyjskiej normie.

Po określeniu zapotrzebowania na wodę szarą należy dobrać system odzysku ze zbiornikiem o pojemności jak najbardziej zbliżonej do obliczonej wartości C według wzoru (3). Zagwarantuje to brak stagnacji ścieków i oczyszczonej wody szarej, a tym samym zachowanie odpowiedniej jakości oczyszczonych ścieków.

PODSUMOWANIE

Część zapotrzebowania na wodę pitną można zastąpić wodą szarą, dostarczaną do baterii czerpalnych z dualnej instalacji kanalizacyjnej. Właściwie zaprojektowana instalacja zapewnić może znaczną oszczędność w zużyciu wody wodociągowej, której deficyt jest

ważnym problemem od kilku lat.

Wobec braku regulacji prawnych dotyczących projektowania instalacji dualnych w Polsce, projektanci mogą korzystać z wytycznych brytyjskich z uwzględnieniem wymagań instalacyjnych i obowiązujących w kraju norm wodociągowych i kanalizacyjnych. W artykule podano metodologię obliczania instalacji w sposób uroszczony i szczegółowy. Właściwe wykorzystanie wody szarej, w odpowiednim czasie, jest możliwe, gdy zaprojektowana instalacja uwzględni rodzaj budynku i związane z tym wyposażenie sanitarne. ↵

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r., poz. 1065).

- N2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody.
- N3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- N4. PN-EN 12056-2:2002 Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków – Część 2: Kanalizacja sanitarna – Projektowanie układu i obliczenia.
- N5. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe – Wymagania w projektowaniu.
- N6. PN-EN 1717:2003 Ochrona przed wtórnym zanieczyszczeniem wody w instalacjach wodociągowych i ogólne wymagania dotyczące urządzeń zapobiegających zanieczyszczeniu przez przepływ zwrotny.
- N7. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych.
- N8. BS 8525-1:2010 Greywater Systems – Part 1: Code of Practice.
- N9. BS 8525-2:2011 Greywater Systems – Part 2: Specification and method of test for treatment equipment.
- N10. Technical specifications on grey water reuse and rainwater harvesting, 2015.
- N11. PN-EN 817:2008 Armatura sanitarna – Baterie mechaniczne (PN 10) – Ogólne wymagania techniczne.
- N12. PN-EN 1112:2008 Armatura sanitarna – Wyloty natrysków do armatury sanitarnej do systemu zasilania typu 1 i 2 – Ogólne wymagania techniczne.

LITERATURA

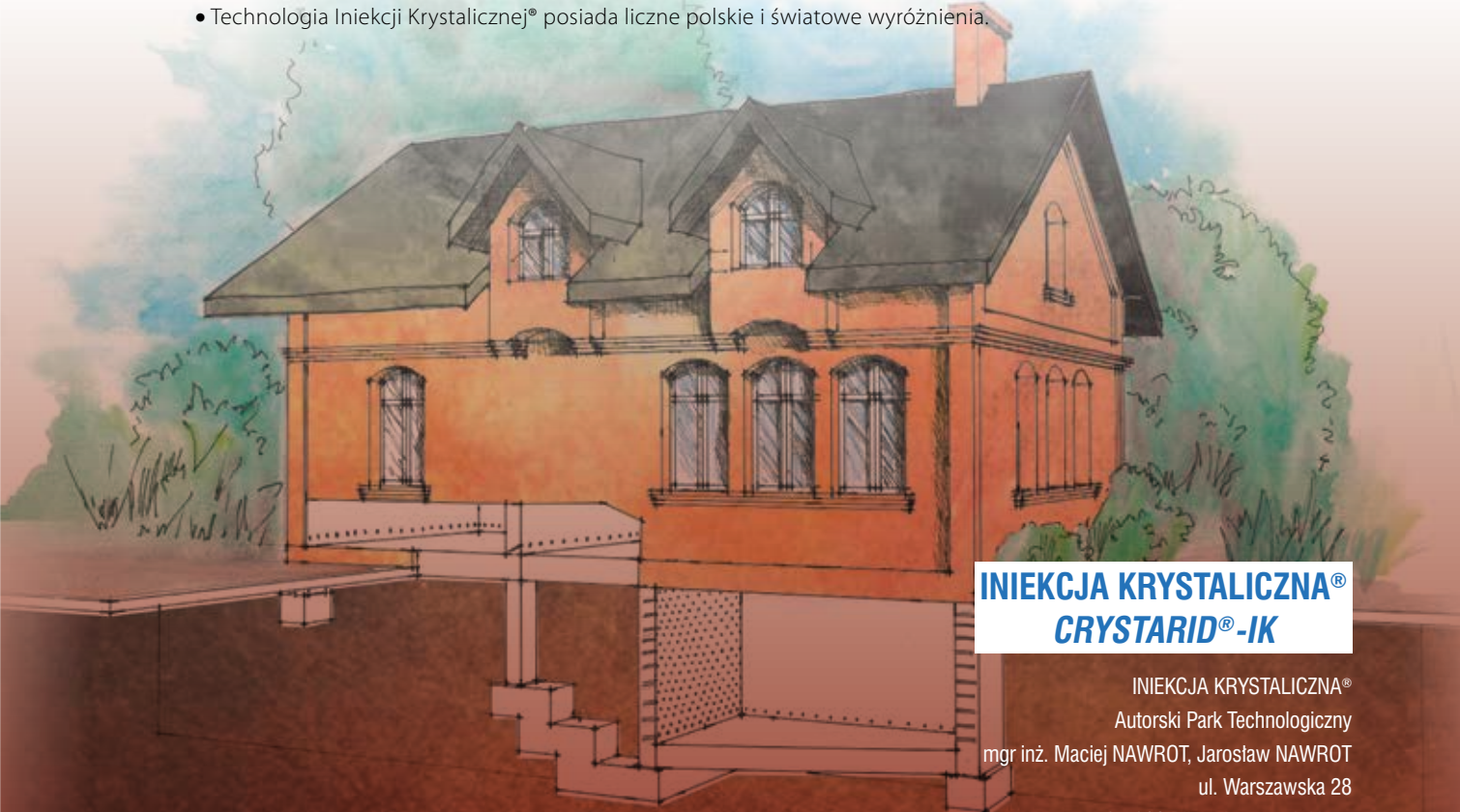
- Ludwińska A., Paduchowska J., *Analiza opłacalności wykorzystania systemu odzysku ścieków szarych w budynku mieszkalnym*, Rynek Instalacyjny, nr 1–2/2017.
- Englart S., Jedlikowski A., *The influence of different water efficiency ratings of taps and mixers on energy and water consumption in buildings*, SN Appl. Sci. 1, 2019, doi:10.1007/s42452-019-0539-8.
- Staniaszek D., Firląg S., *Finansowanie poprawy efektywności energetycznej budynków w Polsce*, Raport, BPIE, 2016, str. 1–50.
- Wymagania dotyczące pomieszczeń higieniczno-sanitarnych w szkołach*, dzieckowwarszawie.pl/artykul/wymagania-dotyczace-pomieszczen-higieniczno-sanitarnych-w-szkolach/ (dostęp z dn. 24.01.2020).
- Sosnowski S., Chudziński J., Tabernacki J., *Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne*, Warszawa, 2000.
- Suchorab P., Iwanek M., Kęska P., *Analiza ekonomiczna wybranych instalacji dualnych*, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, tom 4, 2018.
- Grzelak A., Fiałkiewicz-Kozieł B., *Perspektywy i potencjalne zagrożenia ponownego wykorzystania szarej wody*, Inżynieria i Ochrona Środowiska, tom 20, 2017.
- Lipska M., *Wykorzystanie oczyszczonych ścieków szarych w instalacjach wodnych w budynkach i ich otoczeniu*, Instal, 4/2016.
- SHBCC, *The Water Efficiency Calculator for new dwellings*, 2009, www.shbcc.org.uk/sites/default/files/documents/WaterEfficiencyCalculatorforNewDwellings.pdf (dostęp z dn. 03.07.2020).

INIEKCJA KRYSZTALICZNA® CRYSTARID®-IK

Trwale osuszanie budynków poprzez wytworzenie blokady przeciwwilgociowej

Iniekcja Krystaliczna®, opracowana przez dr. inż. Wojciecha NAWROTA, jest technologią iniekcyjną, która służy do osuszania budynków poprzez wytwarzanie poziomej i pionowej izolacji przeciwwilgociowej w murach zawilgoconych na skutek kapilarnego podciągania wody z gruntu. Przy czym izolację można wykonać od wnętrza budynku bez potrzeby odkopywania murów zewnętrznych.










- Technologia Iniekcji Krystalicznej® jako pierwsza w świecie wykorzystuje do wytwarzania blokady przeciwwilgociowej unikalne zjawisko samoorganizacji kryształów (nagroda Nobla w 1977 r.).
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® daje tym lepsze efekty, im bardziej mur jest zawilgocony, ponieważ wykorzystuje w odróżnieniu od innych znanych technologii osuszeniowych tzw. „moką ścieżkę”.
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® nie wymaga wstępnego osuszania muru w strefie planowanej iniekcji.
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® ma wielopokoleniową trwałość, ponieważ krystalizujące w kapilarach składniki mieszaniny iniekcyjnej nie ulegają starzeniu.
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® nie powoduje osłabienia muru w strefie iniekcji.
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® jest absolutnie ekologiczna.
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® dzięki swej innowacyjności i skuteczności znalazła szerokie zastosowanie do osuszania zawilgoconych budynków.
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® została opracowana od podstaw w Polsce i stosowane w niej materiały iniekcyjne są wytwarzane wyłącznie w Polsce przez jej autorów.
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® stosowana jest nieprzerwanie w Polsce i Europie od 1987 r.
- Technologia Iniekcji Krystalicznej® posiada liczne polskie i światowe wyróżnienia.



INIEKCJA KRYSZTALICZNA®
CRYSTARID®-IK

INIEKCJA KRYSZTALICZNA®
Autorski Park Technologiczny
mgr inż. Maciej NAWROT, Jarosław NAWROT
ul. Warszawska 28
05-082 Blizne Łaszczyńskiego
tel. 601 328 233, 601 335 756
www.i-k.pl, info@i-k.pl

www.izbudujemy.pl » Produkty » Materiały budowlane » Chemia budowlana » Zaprawy klejowe

Zaprawy klejowe			
	USUŃ Z PORÓWNIANIA 	USUŃ Z PORÓWNIANIA 	USUŃ Z PORÓWNIANIA 
Nazwa:	Klej uelastyczniony OK!	Wysokoelastyczny klej żelowy ATLAS GEOFLEX	Klej żelowy wysokoelastyczny odkształkalny ATLAS ULTRA GEOFLEX
Producent:	 ATLAS Sp. z o.o.	 ATLAS Sp. z o.o.	 ATLAS Sp. z o.o.
Klasa kleju:	C1TE	C2TE	C2TES1
Stosowany do klejenia:	ceramiki i kamienia (glazura, terakota, gres polerowany i laminowany, kamień naturalny, klinkier, kamionka, mozaika ceramiczna i szklana, płytki szklane i barwione)	ceramiki i kamienia (glazura, terakota, gres polerowany, klinkier, kamionka, mozaika ceramiczna i szklana, płytki: szklane, barwione, drukowane)	ceramiki i kamienia (glazura, terakota, gres polerowany i laminowany, kamień naturalny, klinkier, kamionka, mozaika ceramiczna i szklana, panele izolacyjne i dźwiękochłonne, płytki), w systemach ociepleń (duże formaty)
Zastosowanie:	wewnątrz, na zewnątrz	wewnątrz, na zewnątrz	wewnątrz, na zewnątrz
Skład:	mieszanka cementów	mieszanka cementów	mieszanka cementów
Rodzaj podłoża:	podkłady cementowe, anhydrytowe, tynki cementowo-wapienne i gipsowe, beton komórkowy, cegły, bloczki	podkłady cementowe, anhydrytowe, tynki cementowo-wapienne i gipsowe, beton komórkowy, cegły, bloczki gipsowe	podkłady cementowe, anhydrytowe, tynki cementowo-wapienne i gipsowe, beton komórkowy, cegły, bloczki, OSB, drewno, trudne podłoża
Proporcje mieszania [dm ³ /kg]:	(od 0,22 do 0,25)/1,0	(od 0,26 do 0,33)/1,0	(od 0,27 do 0,36)/1,0
Czas przydatności do użycia [h]:	ok. 4	ok. 4	ok. 4
Czas otwarty pracy [min]:	ok. 30	ok. 30	ok. 30
Czas schnięcia/użytkowanie [h]:	po 24	po 12	po 12
Spoinowanie [h]:	12	po 12	12
Zużycie [kg/m ²]:	w zależności od grubości zęba i pow. aplikacji	w zależności od grubości zęba i pow. aplikacji	w zależności od grubości zęba i pow. aplikacji
Grubość warstwy [mm]:	2–10	2–15	2–15
Reakcja na ogień:	klasa A1/A1f	klasa A1/A1f	klasa A1/A1f
Opakowanie [kg]:	5; 22,5; 25	5; 22,5; 25	5; 22,5; 25

Zaprawy klejowe

FIRMY

INWESTYCJE



więcej na www.izbudujemy.pl

USUŃ Z PORÓWNIANIA	USUŃ Z PORÓWNIANIA	USUŃ Z PORÓWNIANIA	USUŃ Z PORÓWNIANIA
Elastyczna zaprawa klejowa MONOFLEX-XL	AK 520 Klej żelowy elastyczny GELOSIL	AK 511 Klej do płytek UELASTYCZNIONY	AK 515 Klej do płytek ODKSZTAŁCALNY S1
SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.	ZSCiM PIOTROWICE II Sp. z o.o.	ZSCiM PIOTROWICE II Sp. z o.o.	ZSCiM PIOTROWICE II Sp. z o.o.
C2TES1	C2TE	C1TE	C2TES1
ceramiki i kamienia	ceramiki i kamienia: płytki gresowe, glazurowane, terakotowe, cementowe, kamienne (poza marmurowymi), kamionkowe, klinkierowe i inne o różnej nasiąkliwości i wielkości, w tym płytki wielkoformatowe	ceramiki i kamienia: płytki ceramiczne (np. gresowe, glazurowane, terakotowe), kamienne (niewrażliwe na przebarwienia), betonowe, cementowe oraz inne płytki o różnej wielkości, w tym wielkoformatowe	ceramiki i kamienia: płytki ceramiczne (np. gresowe, glazurowane, terakotowe, kamionkowe, klinkierowe), kamienne (niewrażliwe na przebarwienia), betonowe, cementowe oraz inne płytki o różnej wielkości, w tym wielkoformatowe
wewnątrz, na zewnątrz	wewnątrz, na zewnątrz	wewnątrz, na zewnątrz	wewnątrz, na zewnątrz
piasek, cement, dodatki (modyfikowana tworzywami sztucznymi)	mieszanina cementu i piasku, dodatków mineralnych, domieszek oraz włókien	mieszanina cementu i piasku oraz dodatków mineralnych, domieszek i włókien polimerowych	mieszanina cementu i piasku oraz dodatków mineralnych, domieszek i włókien polimerowych
beton, beton komórkowy, tynk, jastrych anhydrytowy/ogrzewany, mury, płyty g-k, stare mocno związane okładziny ceramiczne	tynki cementowe, cem.-wap., gipsowe, beton, posadzki cementowe, anhydrytowe, kamienne, lastrykowe, mury z ceramiki, silikatów gazobetonu, płyty g-k i włóknowe, stare płytki (wewnątrz), powłoki malarskie, płyty OSB, warstwy hydroizolacji	tynki cementowe, cem.-wap., gipsowe, podłoża betonowe, posadzki cementowe i anhydrytowe, mury z cegieł i pustaków ceramicznych, silikatowych i bloczków z betonu komórkowego, bloczki ścienne gipsowe i płyty gipsowo-kartonowe	tynki cementowe, cem.-wap., gipsowe, beton, posadzki cementowe, anhydrytowe, kamienne, lastrykowe, mury z ceramiki, silikatów i gazobetonu, płyty g-k i włóknowe, stare płytki, powłoki malarskie, płyty OSB oraz warstwy zbrojące ETICS, hydroizolacje
(9,5–11,0)/25,0 (woda/proszek)	od 0,26 (6,5 dm ³ /25 kg) do 0,33 (8,25 dm ³ /25 kg)	ok. 0,24 (6,0 dm ³ /25 kg)	ok. 0,26 (ok. 6,5 dm ³ /25 kg)
2	ok. 4	ok. 3	ok. 3
> 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
po ok. 24	po 18	po 24	po 24
po ok. 24 (posadzki), po ok. 12 (ściany)	po 18	po 24	po 24
ok. 1,6 (paca o zębach 6 mm); ok. 2,1 (paca o zębach 8 mm); ok. 2,6 (paca o zębach 10 mm)	od 1,8 do 3,2 (w zależności od użytej pacy)	od 1,8 do 3,2 (w zależności od użytej pacy)	od 1,5 do 2,9 (w zależności od użytej pacy)
do 5	2–8	2–8	2–8
klasa E	klasa A2-s1,d0/A2fi-s1	klasa A2-s1,d0/A2fi-s1	klasa A2-s1,d0/A2fi-s1
25 (worki)	25		

więcej na www.izbudujemy.pl

Żelbetowe zbiorniki na materiały sypkie i ciecze – zastosowanie sprężania, charakterystyka i wytyczne projektowe

Żelbetowe zbiorniki są najczęściej elementami związanymi z przemysłem oraz gospodarką wodno-ściekową. Przeznaczeniem tego typu budowli jest przede wszystkim magazynowanie materiałów sypkich lub cieczy. Kształty zbiorników mogą być zróżnicowane, ale najczęściej są prostopadłościenne lub cylindryczne. Mogą być wykonywane monolitycznie lub z użyciem prefabrykatów. W każdym z rodzajów należy wziąć pod uwagę obciążenia i oddziaływania działające na konstrukcję, ale także aspekt szczelności i trwałości.

WPROWADZENIE

Główne wymagania dotyczące projektowania zbiorników żelbetowych zawarto w normach [N1, N2]. Coraz częściej obserwuje się zastosowanie technologii sprężania podczas realizacji takich obiektów jak zbiorniki. Co równie ważne, idea sprężania jest wykorzystywana także w naprawach konstrukcji zbiorników, będących w stanie awaryjnym. W niniejszej pracy opisano krótką charakterystykę zbiorników na materiały sypkie i ciecze. Poruszono też tematykę wymogów normowych i wytycznych projektowych także w aspekcie uwzględnienia technologii sprężania.

ZBIORNIKI NA MATERIAŁY SYPKIE

Zbiorniki, silosy na materiały sypkie przybierają najczęściej kształty bryły o przekroju kołowym, prostokątnym lub wielokątnym. Wymiary zbiorników są zazwyczaj podyktowane technologią składowania materiałów oraz cechami tych materiałów. Są to pojedyncze konstrukcje lub wielokomorowe baterie. Zasady obliczania obciążeń silosów, szczególnie parć wywieranych na ściany i dno, opisane są w normie [N3]. Zgodnie z informacjami zawartymi w [N1], podstawowymi parametrami geometrycznymi silosów są miarodajny wymiar komory silosu d_c i wysokość komory h_c (rys. 1).

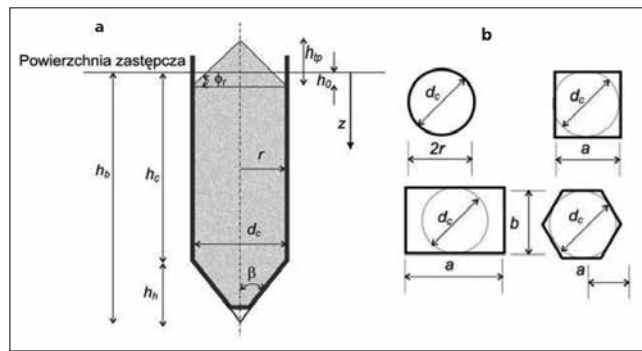
W zależności od smukłości komór w [N1] wyróżniono (rys. 2):

- silosy smukłe: $h_c/d_c \geq 2,0$
- silosy średniosmukłe:
 $1,0 < h_c/d_c < 2,0$
- silosy niskie: $0,4 < h_c/d_c \leq 1,0$
ze wszystkimi rodzajami den oraz $h_c/d_c \leq 0,4$ z dnem w postaci lejki
- silosy retencyjne: $h_c/d_c \leq 0,4$
z dnem płaskim.

Podstawowym obciążeniem w silosach jest parcie materiału sypkiego na ściany silosu. Obliczeniowe parcie składa się z parcia poziomego p_n (rozkład na wysokości silosu w zależności od smukłości komory pokazano na rys. 2) i parcia stycznego p_{st} , wynikającego z tarcia materiału



© eunikas - stock.adobe.com



Rys. 1.

Parametry geometryczne silosu zgodnie z [N1]: a) przekrój pionowy, b) przekroje poziome [1]

o ściany. Na dno płaskie działa parcie pionowe p_v , a w przypadku leja – parcie normalne do jego ścian p_n i styczne do nich p_t . Wewnątrz składowanego materiału występuje parcie pionowe p_v i poziome p_h . Według [N1] należy uwzględnić obliczeniowo parcie po napełnieniu oraz podczas opróżniania. Wartość parcia zależy od wielu zmiennych, takich jak:

- cech składowanego materiału – ciężaru objętościowego γ , współczynnika tarcia wewnętrznego ϕ_i , stosunku parcia poziomego do pionowego K_z
- wysokości słupa materiału nad rozpatrywanym poziomem z
- geometrii silosu – smukłości komory, przekroju poprzecznego komory A i jej obwodu wewnętrznego U
- oddziaływania między ścianą a materiałem.

Zgodnie z [1] projektując silosy, poza parciem materiału sypkiego, należy uwzględnić:

- ciężar konstrukcji (dno, ściany, przekrycie, galeria transportowa) wraz z powłokami i izolacjami oraz ciężar urządzeń i konstrukcji opartych na tych elementach

(urządzenia transportowe, pomosty itp.)

- obciążenie wiatrem
- obciążenie przekrycia śniegiem
- obciążenie technologiczne przekrycia
- obciążenie temperaturą – istotne w przypadku silosów, do których materiały wysypywane są w stanie gorącym
- odkształcenia wymuszone – skurcz betonu oraz odkształcenia (osiadania) podłoża
- obciążenie wyjątkowe nadciśnieniem pojawiającym się przy wybuchu pyłów przy składowaniu materiałów, takich jak: węgiel, cukier, zboże, mąka
- inne obciążenia wyjątkowe, np. uderzenia pojazdów.

ZBIORNIKI NA CIECZE

Zbiorniki na ciecze mogą przybierać kształt prostopadłościenny lub cylindryczny. Mogą być zagłębione w gruncie lub wyniesione ponad podłoże. Determinującym obciążeniem w zbiornikach tego typu jest ciśnienie cieczy wywierane na dno i ściany. W wyniku parcia cieczy w zbiornikach cylindrycznych powstają rozciągające siły, a w przypadku zbiorników prostopadłościennych ponadto poziome momenty zginające. W zbiornikach podziemnych i zagłębionych należy uwzględnić parcie gruntu, działające przeciwnie do parcia cieczy.

podłościennych ponadto poziome momenty zginające. W zbiornikach podziemnych i zagłębionych należy uwzględnić parcie gruntu, działające przeciwnie do parcia cieczy.

Zbiorniki na ciecze kwalifikowane są do drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej, wobec czego należy dokonać analizy obiektu we współpracy z podłożem

Chcąc prawidłowo zaprojektować konstrukcję zbiornika podziemnego lub zagłębionego, należy wziąć pod uwagę następujące warianty:

- analiza stanu zbiornika pełnego i odkopanego (maksymalne rozciąganie od ciśnienia cieczy)
- analiza stanu zbiornika pustego i zasypanego (maksymalne ściskanie od parcia gruntu).

Zgodnie z wytycznymi normy [N1] obciążenie od ciśnienia cieczy traktowane jest jako oddziaływanie zmienne, umiejscowione i przyłożone w osi ściany. Analizując trwałą sytuację obliczeniową, należy

stosować współczynnik obciążenia $\gamma_F = 1,2$, a w sytuacji wyjątkowej $\gamma_F = 1,0$. Co ważne, ustalając maksymalny poziom cieczy w istniejącym zbiorniku, czy też możliwe najcięższej cieczy, którą można zbiornik napełnić, należy przyjmować $\gamma_F = 1,35$. Parcie gruntu obliczane jest według [N4] z uwzględnieniem obciążenia nazimiu.

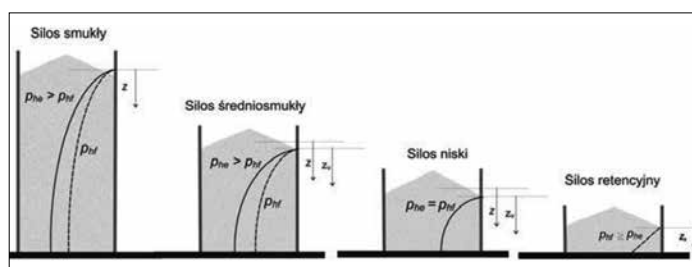
Warto podkreślić, że zbiorniki na ciecze kwalifikowane są do drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej, wobec czego należy dokonać analizy obiektu we współpracy z podłożem. Ważny jest także poziom wód gruntowych, aby nie doszło do wypłynięcia zbiornika. Projektując

zbiorniki na ciecze należy uwzględnić następujące obciążenia:

- ciężar własny konstrukcji wraz z powłokami i urządzeniami technicznymi
- obciążenie wiatrem
- obciążenie przekrycia śniegiem
- oddziaływania termiczne, takie jak różnica między temperaturą zewnętrzną i wewnętrzną powierzchni ściany, różnice temperatur różnych części zbiornika występujące wskutek:
 - zróżnicowanego nasłonecznienia poszczególnych ścian zbiornika
 - przyrost parcia biernego gruntu na ściany w zbiornikach zagłębionych jako dodatkowy skutek przyrostu temperatury
 - wpływ temperatury na wielkość pęcznienia, a także na cechy betonu
- odkształcenia wymuszone – skurcz betonu oraz odkształcenia (osiadania) podłoża
- obciążenia wyjątkowe, takie jak wybuchy, uderzenia, pożary w strefach przyległych, eksplozje,

Rys. 2.

Wykresy rozkładu symetrycznego parcia poziomego na wysokości silosów różnych smukłości według [N1]: linia przerywana – parcie po napełnieniu p_{he} , linia ciągła – parcie przy opróżnianiu p_{hv} [1]



przecieki czy obciążenia sejsmiczne.

Warto podkreślić fakt, że zbiorniki zarówno na materiały sypkie, jak i ciecze są konstrukcjami przestrzennymi i tak powinny zostać uwzględnione w obliczeniach. Zbiorniki cylindryczne traktujemy jak powłoki. Zbiorniki prostopadłościenne można obliczać na podstawie metody podziału zbiornika prostopadłościennego na płyty analizowane oddzielnie, ale z uwzględnieniem sił podłużnych oraz tzw. wyrównania momentów.

Konstrukcje sprężone wymagają uwzględnienia wyższego stopnia ochrony przed korozją niż typowe konstrukcję żelbetowe

W prostopadłościennych zbiornikach długich i rozległych w planie, ściany mogą być traktowane jako ściany oporowe lub jednokierunkowo pracujące ramy jedynie w środkowej części. Analiza obliczeniowa może być też oparta o MES.

IDEA ZJAWISKA SPRĘŻANIA ZBIORNIKÓW

Sprężanie w zbiornikach jest realizowane z uwagi na to, że są to bardzo ważne konstrukcje, wymagające odpowiednio dłuższego okresu użytkowania. Sprężone zbiorniki żelbetowe muszą spełniać nie tylko kryteria wytrzymałościowo-konstrukcyjne, ale co równie ważne użytkowości. W przypadku zbiorników użyteczność definiowana jest najczęściej jako szczelność.

Wysokie wymagania dotyczące szczelności powodują, że determinującym czynnikiem dla ustalenia grubości ściany i ilości zbrojenia są

Fot. 1.
Przykład naprawy zbiornika za pomocą cięgien sprężających zewnętrznych [7]



w czasie. Wyróżniamy zbiorniki sprężone w technologii strunobetonu i kablebetonu. Najczęściej sprężone w technologii strunobetonu konstrukcje wykonywane są w nowo wybudowanych obiektach (rys. 3), natomiast kablebetonowe jako wzmocnienie i/lub naprawa konstrukcji (fot. 1). Cięgna umieszczane są wewnątrz konstrukcji lub na zewnątrz. Przy projektowaniu i realizacji konstrukcji sprężonych należy spełnić wymagania zawarte w normie [N5]. Część wymagań została opisana przez autora w [3].

W literaturze opisano wiele przypadków awarii zbiorników, zarówno w fazie eksploatacji, jak i realizacji. Zgodnie z [4] do ewentualnej awarii może doprowadzić np. źle dobrana kolejność sprężania, niewłaściwe poziomy siły sprężającej w poszczególnych etapach sprężania, odchyłki montażowe i wykonawcze lub w przypadku prefabrykatów, niewłaściwe podparcie elementu podczas procesu sprężania. Autor [4] zwraca szczególną uwagę na zapewnienie odpowiedniego poziomu naprężenia ściskającego w fazie eksploatacji w kierunku równoleżnikowym na poziomie od 0,5 do 1,5 N/mm².

W projektowaniu konstrukcji sprężonych należy zwrócić uwagę na bardzo ważny aspekt, czyli trwałość.

Konstrukcje sprężone wymagają uwzględnienia wyższego stopnia ochrony przed korozją niż typowe konstrukcje żelbetowe. Zgodnie z [5] wymóg ten wynika z:

- wrażliwości tych konstrukcji na lokalne uszkodzenia, prowadzące najczęściej do katastrofy budowlanej
- podatności stali sprężającej na korozję naprężeniową, objawiającą się gwałtownym zerwaniem w zakresie sprężystym.

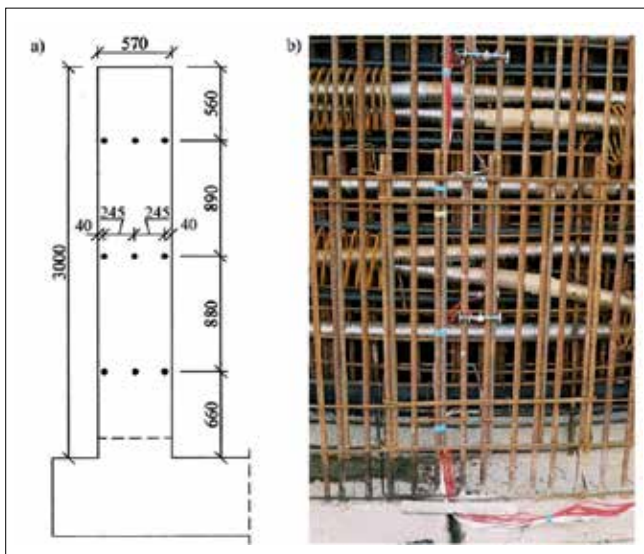
Wyróżniamy następujące mechanizmy zniszczenia konstrukcji żelbetowej i sprężonej w aspekcie trwałości:

- korozja zbrojenia w wyniku karbonatyzacji betonu
- korozja zbrojenia inicjowana przez chlorki
- niszczenie mrozowe.

Ponadto konstrukcje te narażone są na agresywne składniki materiałów w nich przechowywanych. W związku z tym niezbędne jest zaprojektowanie odpowiedniej ochrony powierzchni konstrukcji. Wśród środków ochronnych wyróżnić można:

- mineralne i organiczne powłoki nakładane ręcznie lub za pomocą natrysku
- wykleiny i okładziny.

Co ważne, mogą one równocześnie pełnić funkcję uszczelnienia zbiornika. Należy także uwzględnić



Rys. 3. Konstrukcja zbiornika w technologii strunobetonu: a) przekrój przez ścianę zbiornika z rozmieszczeniem cięgien sprężających, b) zdjęcie z realizacji [2]

ścieranie powierzchni betonu przez przepływające ciecz, a zwłaszcza zawiesiny oraz kawitację w pobliżu lustra przy przepływie cieczy napowietrzanych. Ścieranie powodowane jest także przez urządzenia mechaniczne kontaktujące się z powierzchnią betonu. W strefach ścierania należy stosować beton trudnościeralny lub utwardzony powierzchniowo.

Na rynku dostępna jest technologia prefabrykowanych zbiorników sprężonych. Zagadnienie odpowiedniego zaprojektowania procesu realizacji takich zbiorników oraz wybrane problemy wykonawcze z tym związane opisano w [4].

Sprężanie zbiorników może być realizowane z użyciem systemu przyczepnościowego lub bezpryczepnościowego. Nowe rozwiązania i technologie do sprężania i wzmacniania zbiorników opisano w [6]. Analizując literaturę, system bezpryczepnościowy wydaje się być bardziej odpowiedni do stosowania w naprawach zbiorników



© GratielaLoredana - stock.adobe.com

PODSUMOWANIE

Zbiorniki żelbetowe są budowlami powszechnie spotykanymi w przemyśle i gospodarce wodnej. Są to konstrukcje o dużym stopniu skomplikowania i wymagają odpowiedniej analizy obliczeniowej. Podczas projektowania należy uwzględnić wiele czynników, nie tylko w aspekcie

nośności, ale i trwałości konstrukcji. Zastosowanie technologii sprężania w przypadku zbiorników pozwala nie tylko na optymalne ich projektowanie, ale także daje możliwość napraw istniejących budowli będących w bardzo złym stanie technicznym. Technologia ta wiąże się jednak z większym reżimem wykonawczym i wzrostem nakładów finansowych. Dlatego też każdy przypadek powinien być rozpatrywany indywidualnie, analizując wady i zalety stosowania danej metody. ◀

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. PN-EN 1991-4 Eurokod 1 – Oddziaływanie na konstrukcje – Część 4: Silosy i zbiorniki.
- N2. PN-EN 1992-3 Eurokod 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 3: Silosy i zbiorniki na ciecz.
- N3. PN-EN 1990 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.
- N4. PN-EN 1997-1 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
- N5. PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.

LITERATURA

1. Halicka A., *Żelbetowe zbiorniki na materiały sypkie. Podstawy projektowania według norm europejskich*, Inżynier Budownictwa, nr 1/2012.
2. Zydłowski R., Seruga A., *Analiza odkształceń i naprężeń w żelbetowym pilastrze sprężonego zbiornika kołowego*, Konferencja Naukowo-Techniczna KONSTRUKCJE SPRĘŻONE, Kraków, 2018.
3. Owczarska K., *Konstrukcje stropów strunobetonowych i kablabetonowych*, Przewodnik Projektanta, nr 1/2019.

4. Kamiński M., Bywalski C., *Wybrane problemy projektowe i wykonawcze prefabrykowanych zbiorników cylindrycznych sprężonych zewnętrznymi ciągami bez przyczepności*, Przegląd Budowlany, nr 6/2011, str. 61–64.
5. Kosior-Kazberuk M., Prusiel J., *Aspekty trwałości w projektowaniu konstrukcji sprężonych*, Przegląd Budowlany, nr 9/2018, str. 33–37.
6. Lewiński P., *Nowe rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne do sprężania oraz wzmacniania silosów i zbiorników*, Materiały Budowlane, nr 11/2011, str. 36–38.
7. Runkiewicz L., Lewiński P., *Diagnostyka, wzmacnianie i monitorowanie żelbetowych i sprężonych zbiorników na materiały sypkie i ciecz*, Przegląd Budowlany, nr 10/2014, str. 25–32.
8. L. Runkiewicz, P. Lewiński, *Efektywność nowych technologii wzmacniania żelbetowych i wstępnie sprężonych silosów i zbiorników w świetle wieloletniego monitoringu*, Przegląd Budowlany, nr 11/2015, str. 36–42.

W strefach ścierania należy stosować beton trudnościeralny lub utwardzony powierzchniowo

(fot. 1). Pozwala on na powtórne przeprowadzenie naciągu, pozostawienie możliwości wymiany kabla oraz kontrolowanie siły naciągu w kablu sprężającym. Natomiast bardzo ważne jest odpowiednie zaprojektowanie zakotwienia. Analiza odkształceń i naprężeń w żelbetowym pilastrze została przedstawiona w [2]. Przy wykorzystaniu technologii sprężania wymagany jest odpowiedni monitoring procesu oraz konstrukcji zbiornika, aby móc analizować jej stan techniczny w czasie użytkowania. Omówienie napraw zbiorników żelbetowych poruszono w pracach [7, 8].

LAHTI PRO[®]

BEZPIECZEŃSTWO W MODZIE

IDEALNE
DO PRACY

NOWA
KOLEKCJA

2020/2021

Uzysk energii z kolektorów słonecznych w halach produkcyjnych z pracą wielozmianową

Charakterystyczny dla hal przemysłowych okresowy rozbiór wody na cele sanitarne jest nierównomierny do podaży energii z kolektorów słonecznych. Ilość zmian pracy oraz temperatura wody wodociągowej wpływają na uzysk energii ze słońca.

WSTĘP

Systemy wykorzystania energii słonecznej można użyć do przygotowania ciepłej wody użytkowej na cele sanitarne w halach przemysłowych. Podaż energii odnawialnej jest nierównomierna i zależy od warunków atmosferycznych, natomiast zapotrzebowanie na c.w.u. jest stałe w ciągu roku i charakteryzuje się okresowym użytkowaniem po zakończeniu każdej zmiany pracy. W artykule zaprezentowano wyniki przeprowadzonej w kroku godzinowym analizy pracy układu przygotowania c.w.u. zasilanej z kolektorów słonecznych w zależności od rozbioru ciepłej wody w halach przemysłowych i temperatury wody z sieci wodociągowej.

Popularnym i dobrze rozwiniętym sektorem odnawialnych źródeł energii (OZE) w Polsce są kolektory słoneczne, produkowane na eksport i rynek krajowy. Polska od kilku lat jest w czołówce rynków kolektorów słonecznych na świecie, zarówno pod względem liczby, jak i powierzchni rocznie instalowanych tych systemów. Według Międzynarodowej Agencji Energii w 2013 roku Polska była na ósmym miejscu w rankingu światowym obejmującym 57 wiodących krajów w instalowaniu kolektorów słonecznych i na trzecim miejscu w Europie pod względem sprzedaży instalacji słonecznych z udziałem 9% [1]. Energię z kolektorów słonecznych można wykorzystać do przygotowania ciepłej wody użytkowej, podgrzewania wody w basenach, do zasilania instalacji ogrzewania pomieszczeń i ciepła technologicznego. Najpopularniejsze jest przygotowanie ciepłej wody użytkowej ze względu na korzystny stosunek kosztów systemu do uzyskiwanych efektów energetycznych. Ograniczona możliwość wykorzystania kolektorów w instalacjach przemysłowych wynika ze znacznych nakładów inwestycyjnych oraz niedostatecznie poznanych sposobów integracji ciepła solarne z procesem technologicznym. Wykorzystanie energii słonecznej w procesach przemysłowych wymaga indywidualnego podejścia do każdego przypadku i przeprowadzenia szczegółowej analizy, obejmującej



© Pavlo Vakhrushev – stock.adobe.com

charakterystykę procesu przemysłowego, dystrybucję ciepła, określenie dopuszczalnej temperatury ciepła przemysłowego, powierzchni dachu i fasad do montażu instalacji solarnej i zapotrzebowanie na chłód przemysłowy. Znane są jednak przykłady efektywnych realizacji kolektorów słonecznych w branży spożywczej, przemyśle piwowarskim, garbarskim, chemicznym [2]. Istnieją również nowe rozwiązania technologiczne, które można wykorzystać w instalacjach specjalnego przeznaczenia [2].

Szacuje się, że instalacja wykorzystująca kolektory słoneczne do podgrzewania c.w.u. może pokryć około 60% rocznego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową na obszarze szerokości geograficznej Polski, przy czym ilość energii jest wyższa w okresie od maja do września i wynosi do 90%, natomiast w pozostałym okresie spada do około 30%.

Parametry, które określają potencjał wykorzystania energii promieniowania słonecznego to: napromieniowanie i usłonecznienie. Napromieniowanie całkowite, obejmujące sumy napromieniowania bezpośredniego, rozproszonego i odbitego, określa ilość energii padającą na jednostkę powierzchni w ciągu przyjętego okresu czasu i podawane jest z reguły w kWh/m². Usłonecznienie zależy od długości dnia, zachmurzenia, przejrzystości atmosfery.

Podstawowe parametry wpływające na wielkość instalacji solarnej to sprawność systemu solarnej i wskaźnik pokrycia solarnej. Sprawność systemu solarnej definiowana jest jako stosunek solarnej energii użytecznej do wartości całkowitej promieniowania słonecznego, które pada na powierzchnię kolektorów. Wartość ta określa, ile procent całkowitej rocznej wartości promieniowania słonecznego przekształca się w instalacji

Tabela 1. Zużycie wody ogólnej w zakładach pracy

Rodzaj zakładu	Przeciętne normy zużycia wody (jednostka odniesienia: 1 zatrudniony) [dm ³ /j.o. dobę]
1) w którym wymagane jest stosowanie natrysków [N1]	60
2) przy pracach szczególnie brudnych lub ze środkami toksycznymi [N1]	90
3) z wyjątkiem pkt. 1 i 2 [N1]	15
4) przy pracach w kontakcie z substancjami szkodliwymi, trującymi lub zakaźnymi albo powodującymi silne zabrudzenie pyłami, w tym 90 dm ³ w przypadku korzystania z natrysków [N2]	120
5) przy pracach brudzących, wykonywanych w wysokiej temperaturze lub wymagających zapewnienia należytej higieny procesów technologicznych, w tym 60 dm ³ w przypadku korzystania z natrysków [N2]	90
6) przy pracach niewymienionych w pkt. 4 i 5 [N2]	30

solarnej w energię użyteczną. Z kolei wskaźnik pokrycia solarnego to stosunek solarnej energii użytecznej do całkowitych potrzeb energetycznych związanych z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej. Wartość ta podaje, ile procent potrzeb energetycznych związanych z przygotowaniem c.w.u. zapewnia instalacja solarna średnio w ciągu roku [3]. Na uzysk energetyczny instalacji ciepłej wody z kolektorów słonecznych wpływają także czynniki związane z instalacją wodną: zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, dynamika rozbioru c.w.u. (harmonogram poboru), parametry wody sieciowej.

- przeciwpożarowe (instalacja tryskaczowa/hydrantowa)
 - procesy technologiczne
 - produkcja pary
 - rolne, hodowli zwierząt
 - dodatkowe cele (np. nawadnianie/podlewanie/czyszczenie).
- W halach produkcyjnych największym zużyciem wody charakteryzują się procesy technologiczne. Zapotrzebowanie na cele bytowo-gospodarcze w halach przemysłowych, produkcyjnych, magazynowych, wynika przede wszystkim z korzystania z natrysków i umywalek oraz spłukiwania toalet. W budynkach produkcyjnych, w których odbywa się praca o wysokim stopniu zabru-

rodzaju pracy i płci pracowników. Objętość zużywanej wody ogólnej (cieplej i zimnej łącznie) reguluje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody [N1] oraz Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [N2]. W tabeli 1 pokazano wytyczne dotyczące ilości osób przypadające na 1 przybór sanitarny według powyższych przepisów i kategorii. Obwieszczenie [N2] precyzuje ilość przyborów w zależności od rodzaju zabrudzeń i konieczność stosowania natrysków. Jeżeli liczba osób w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi na danej kondygnacji jest mniejsza od 10, dopuszcza się umieszczenie ustępu na najbliższej, wyższej lub niższej kondygnacji oraz umieszczenie wspólnego ustępu dla kobiet i mężczyzn [N2]. Ponadto należy zwrócić uwagę, że liczbę punktów czerpalnych ciepłej wody w zakładach z natryskami należy ustalić w taki sposób, aby czas mycia się pracowników najliczniejszej zmiany nie przekraczał 30 minut [5]. Jak wynika z tabeli podanej w obwieszczeniu [N2] ilość wody do celów higienicznych jest o 30 dm³ większe w zakładach pracy wymagających stosowania natrysków i dwa razy większe dla pozostałych zakładów pracy w porównaniu do ilości wody podawanej w rozporządzeniu [N1]. W tabeli 2 natomiast podano zużycie

Najpopularniejsze jest przygotowanie ciepłej wody użytkowej ze względu na korzystny stosunek kosztów systemu do uzyskiwanych efektów energetycznych

ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ W HALACH

Rzeczywista objętość wody zużywanej w budynkach halowych jest bardzo zróżnicowana w zależności od pełnionej funkcji. Woda w obiektach zużywana jest na różne cele, które można podzielić na:

- higieniczne/sanitarnie (zimna i ciepła woda)

dzenia i dużej liczbie pracowników, ciepła woda jest wykorzystywana do celów higienicznych i stanowi znaczny procent zużycia wody, generując tym samym zużycie energii. W takich budynkach natryski i umywalki są podstawowym wyposażeniem sanitarnym. Zużycie wody zależy od liczby i rodzaju urządzeń sanitarnych, stopnia zabrudzenia,

Tabela 2. Zapotrzebowanie c.w.u. i energii cieplnej na cele sanitarne w halach przemysłowych

Miejsce poboru	Ilość wody [dm ³ /min]	Czas trwania poboru [min]	Zużycie jednorazowe [dm ³]	Temperatura wody [°C]	Zużycie ciepła na jeden zabieg [kWh]
Umywalka pojedyncza [5]	10	3	30	35	0,9
Umywalka zbiorowa [5]	5–10	3	15–30	35	0,5–0,9
Natrysk bez kabiny [5]	10	5	50	35	1,5
Natrysk w kabinie [5]	10	15	80	35	2,3
Przemysł, praca mało brudząca [4]	8	5	40	40	1,395
Przemysł, praca mocno brudząca [4]	8	6–7	55	40	1,920

c.w.u. i energii w przemysłowych umywalkach i łaźniach z natryskiem [4, 5]. Wartości te mogą służyć do wymiarowania wielkości urządzeń do przygotowania ciepłej wody.

Działania służące ograniczeniu zużycia wody i jej marnotrawstwa stosowane są również w budynkach halowych. Powszechniej stosowana jest odpowiednia armatura, którą można podzielić na dwie grupy: czasowa i elektroniczna. Automatyczne zamknięcie czasowe zapobiega ryzyku nad-

miernego i zbędnego zużycia wody przez zaniedbanie. Czas wypływu jest podzielony:

- 7 sekund dla umywarek
- 30 sekund dla natrysków.

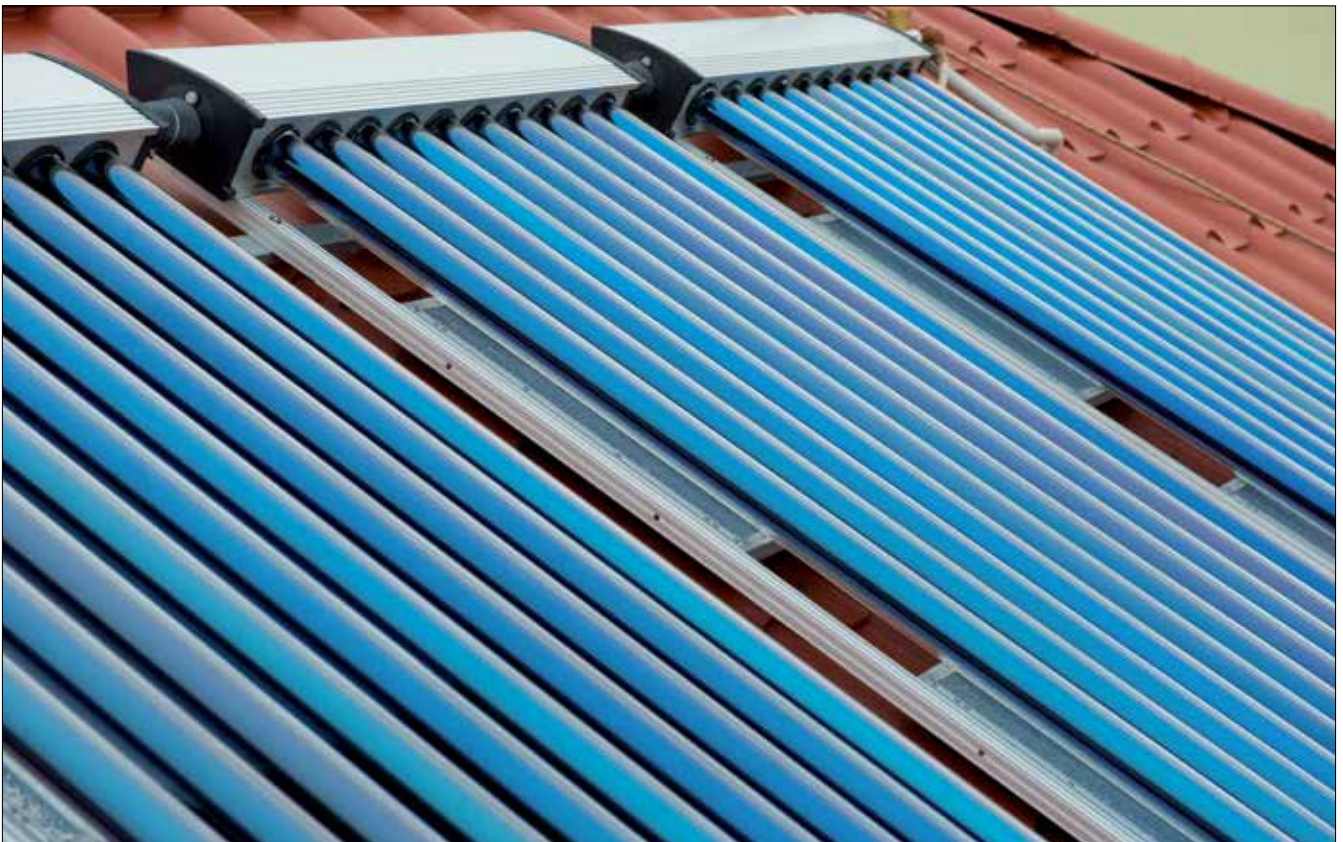
Takie rozwiązanie ogranicza użycie wody podczas namydlenia rąk lub ciała. Automatyczne zamknięcie wody od momentu zabrania rąk z pola detekcji w armaturze elektronicznej sprawia, że czas wypływu jest zredukowany do niezbędnego minimum (moczenie, splukiwanie). Elektroniczna arma-

tura pozwala na 90% oszczędności wody w porównaniu z klasyczną armaturą. W tym celu, sitka wypływowe w bateriach umywalkowych muszą być nastawione na 3 dm³/min przy 3 barach, z możliwością regulacji od 1,5 do 6,0 dm³/min. Oszczędności wody przez zastosowanie różnych typów baterii są badane za pomocą odpowiednich modeli i mają duże znaczenie w analizach energetycznych związanych z zastosowaniem różnorodnych źródeł ciepła do przygotowania ciepłej wody [6].

Spadek zużycia wody ogólnie oceniany jest pozytywnie, gdyż świadczy o racjonalnym gospodarowaniu wodą i jej oszczędzaniu, stwarza możliwość otrzymania certyfikatu budownictwa zrównoważonego, co dla budownictwa przemysłowego staje się powszechne.

DYNAMIKA ROZBIORU WODY W HALACH PRODUKCYJNYCH

W dużych halach produkcyjnych zapotrzebowanie na ciepłą wodę na cele sanitarne jest praktycznie stałe w ciągu roku ze względu na ilość



osób pracujących. Dynamika rozbioru ciepłej wody charakteryzuje się okresowym użytkowaniem instalacji wody ciepłej, która zasila natryski i umywalki po zakończeniu każdej zmiany pracy. W okresie rozbioru wody występuje jej maksymalne zapotrzebowanie. Okresy użytkowania instalacji zależą od ilości zmian pracy i dni roboczych/wolnych. Zazwyczaj po pierwszej zmianie rozbiór wody jest większy niż po zmianie drugiej i trzeciej, co spowodowane jest większą liczbą pracowników produkcyjnych i biurowo-administracyjnych pracujących w tym czasie. Czas rozbioru wody jest na ogół określony i trwa około 30 minut. Pomiedzy głównymi okresami rozbiorów występuje zazwyczaj niewielkie zapotrzebowanie na ciepłą wodę spowodowane sporadycznym korzystaniem z instalacji przez niewielką liczbę pracowników hali i biura. Charakterystyczny dla hali przemysłowej okresowy rozbiór wody jest nierównomierny do podaży energii z kolektorów słonecznych. Kluczowym zagadnieniem jest ocena wpływu rozbioru wody w hali przemysłowej na uzysk energii z kolektorów słonecznych, tak by jak najmniejsza ilość energii była tracona np. przez konieczność rozpraszania czy wyłączania pompy cyrkulacyjnej. Gdy nie ma rozbioru ciepłej wody, a kolektory słoneczne przekazują ciepło do zasobnika, może nastąpić przegrzanie wody i konieczność obniżenia temperatury wody w zbiorniku. Niezbędna jest szczegółowa analiza pracy systemu w takich warunkach, by zoptymalizować działanie automatyki oraz wielkość urządzeń, przede wszystkim objętość zasobnika ciepłej wody. Nie jest wskazane instalowanie kolektorów słonecznych w halach nieużytkowanych latem z powodu sezonu urlopowego.

TEMPERATURA WODY WODOCIĄGOWEJ

Zgodnie z normą PN-92/B-01706 do obliczeń mocy układu przygotowania ciepłej wody przyjmuje się

Tabela 3. Organizacja pracy w halach produkcyjnych [9]

Hala 1		Hala 2		Hala 3	
I zmiana	I zmiana	II zmiana	I zmiana	II zmiana	III zmiana
6:00–14:00	6:00–14:00	14:00–22:00	6:00–14:00	14:00–22:00	22:00–6:00
210 pracowników	105 pracowników	105 pracowników	70 pracowników	70 pracowników	70 pracowników

temperaturę wody zimnej w zależności od typu ujęcia. Jeżeli źródłem zasilania wodociągu w wodę są ujęcia wód powierzchniowych, to $t_{wz} = +5^{\circ}\text{C}$, zaś jeżeli źródłem są ujęcia wód podziemnych, to $t_{wz} = +10^{\circ}\text{C}$. Oczywiście jest, że temperatura zimnej wody zmienia się w ciągu roku, a wahania temperatury wody w sieci wodociągowej związane są ze zmianą temperatury zewnętrznej. Liczne pomiary uzyskane ze stacji na sieciach wodociągowych pokazują, że zimą woda ma temperaturę ok. od $+2$ do $+4^{\circ}\text{C}$, zaś na przełomie lipca i sierpnia wynosi nawet $+25^{\circ}\text{C}$ [7]. Rozkład temperatury wody wodociągowej w ciągu roku ma sinusoidalny kształt. Pomimo sezonowych wahań temperatury zimnej wody, do celów obliczeniowych zakłada się, że jej temperatura wynosi $+5/+10^{\circ}\text{C}$. Zaniedbywanie wpływu temperatury wody zasilającej będzie powodować, że wyniki obliczeń energetycznych będą błędne i wskazywać na większy uzysk energii ze źródeł odnawialnych latem niż w rzeczywistości. Liczne analizy prezentowane w literaturze wykazują, że zmiana temperatury wody zimnej ma wpływ na uzysk energetyczny ze źródeł niekonwencjonalnych [8].

ANALIZA ENERGETYCZNA KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH

Przeprowadzono analizę uzysku energii z kolektorów słonecznych dla trzech przykładowych hal we Wrocławiu, pracujących na różną ilość zmian, w których zatrudnionych jest łącznie taka sama liczba pracowników: 210 os/dobę [9]. Produkcja w halach odbywa się od poniedziałku do piątku (sobota rano – koniec III zmiany). Organizacja pracy, zmiany i liczba pracowników na poszczególnych

zmianach pokazane są w tabeli 3. Przyjęto 50 dm^3 ciepłej wody na osobę na potrzeby natrysku, założono temperaturę wody zimnej $+5^{\circ}\text{C}$, a wody ciepłej w zasobniku wody $+45^{\circ}\text{C}$. Woda jest zużywana w ciągu jednej godziny po każdej zmianie. Dla systemu przygotowania c.w.u. przyjęto płaskie kolektory słoneczne jako podstawowe źródło ciepła (energia odnawialna) o powierzchni $1,873 \text{ m}^2$, efektywności optycznej $84,5\%$ i współczynnika przenikania ciepła $4,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Ilość kolektorów wynosi 66 sztuk i została wyznaczona na podstawie obliczeń metodą *f-chart*. Taka ilość kolektorów pozwala na ich maksymalne wykorzystanie w miesiącach letnich. Założono pojemność zasobnika ciepłej wody $10\,000 \text{ dm}^3$, kierując się wytycznymi dziennego zapotrzebowania na ciepłą wodę i wskaźnikiem $75 \text{ dm}^3/\text{m}^2$ powierzchni kolektora słonecznego. Kocioł gazowy na cele c.w.u. jest źródłem szczytowym. Miał zapewnić temperaturę wody $+45^{\circ}\text{C}$ przed końcem zmiany pracy [9].

Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. obliczono ze wzoru:

$$Q_{htw} = 5/7 \cdot I_d \cdot m_d \cdot c_w \cdot (t_{cwu} - t_{wz}) \cdot 10^{-3}/3600 \quad (1)$$

gdzie:

I_d – liczba dni w miesiącu [-]

m_d – dzienne zapotrzebowanie na ciepłą wodę [kg]

c_w – ciepło właściwe wody [kJ/(kg · K)]

t_{cwu} – temperatura w zbiorniku ciepłej wody [$^{\circ}\text{C}$]

t_{wz} – temperatura zimnej wody [$^{\circ}\text{C}$].

Współczynnik $5/7$ we wzorze (1) został wprowadzony w celu uwzględnienia poboru wody przez 5 dni w tygodniu.

Stworzona przez autorki metoda analityczna w kroku godzinowym „hour-by-hour” [10] zakłada bilansowanie energii dla każdej z 8760 godzin w roku i pokazuje współpracę źródeł ciepła ze zbiornikiem ciepłej wody. Założono, że pompa obiegowa kolektorów powinna być włączana tylko wtedy, gdy zyski energii z kolektorów słonecznych są większe niż straty ciepła. System musi działać w taki sposób, aby chronić zasobnik przed przegrzaniem wody poprzez rozproszenie nadmiaru energii lub wyłączenie systemu przez zatrzymanie pompy obiegowej (wyłączenie awaryjne). Wyniki obliczeń w każdej godzinie wykazywały aktywność źródeł ciepła (odnawialnego i konwencjonalnego) i umożliwiły określenie ich wpływu na temperaturę wody w zbiorniku. Analiza wyników umożliwiła poprawę wielkości elementów systemu i ujawniła konieczność wdrożenia strategii kontroli pompy obiegowej, w celu ochrony wody w zbiorniku przed przegrzaniem i zminimalizowania konieczności rozpraszania energii. W tabeli 4 zestawiono średnie roczne wartości energii uzyskane z kolektorów słonecznych i kotła gazowego, jak również ilości energii, które nie mogły być użyte i energii rozproszonej. Ilość energii, która nie mogła być użyta wynika z zatrzymania pompy cyrkulacyjnej przy temperaturze ciepłej wody w podgrzewaczu powyżej $+90^{\circ}\text{C}$. Dodatkowo tabela 4 zawiera charakterystyczne elementy instalacji, jak ilość kolektorów słonecznych, moc kotła gazowego, pojemność podgrzewacza ciepłej wody i średnią temperaturę ciepłej wody w podgrzewaczu w ciągu roku.

Tabela 4. Średnia roczna ilość i udział energii konwencjonalnej oraz odnawialnej [9]

		f-chart	I zmiana	II zmiany	III zmiany
Ilość kolektorów		66	66	66	66
Moc kotła gazowego [kW]		220	220	120	120
Pojemność zasobnika ciepłej wody [dm ³]		10 000	10 000	10 000	10 000
Średnia temperatura ciepłej wody w zasobniku [°C]		45,0	32,1	43,2	47,7
Zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u. [kWh]		111 515	108 643	108 643	108 643
Udział energii z kolektorów słonecznych	Ilość [kWh]	68 938	75 473	69 616	67 790
	Udział [%]	61,8	69,5	64,1	62,3
Udział energii z kotła gazowego	Ilość [kWh]	42 741	37 498	43 980	47 560
	Udział [%]	38,0	34,5	40,5	43,7
Energia, która nie może być użyta	Ilość [kWh]	–	4064	3950	3451
	Udział [%]	–	3,7	3,6	3,2
Energia rozproszona przez kolektory	Ilość [kWh]	164	4327	4953	6564
	Udział [%]	0,2	4,0	4,6	6,0
Energia odnawialna po rozproszeniu	Ilość [kWh]	68 774	71 146	64 663	61 226
	Udział [%]	61,7	65,5	59,5	56,3

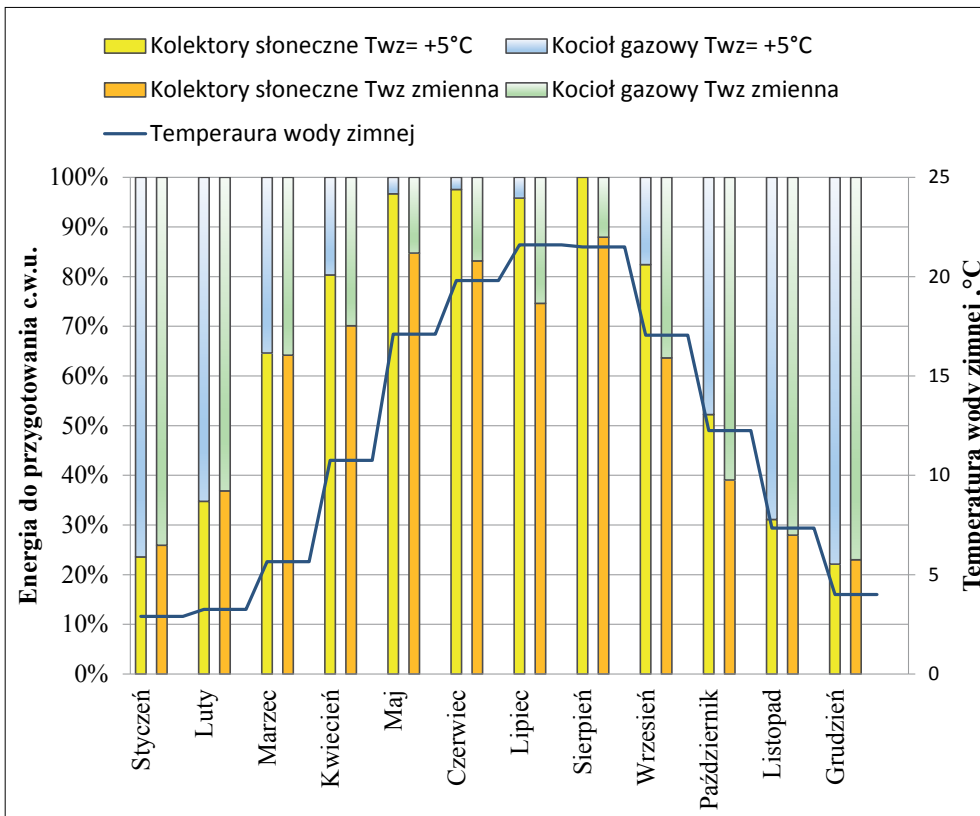
Najwyższy udział energii z kolektorów słonecznych równy 65,5% rocznego zapotrzebowania na energię, osiągnięto dla hali pracującej na jedną zmianę, w której po skończonej zmianie o godz. 14:00 zu-

żywana jest największa ilość wody. Wyniki analizy wskazały, że w tej hali kolektory słoneczne pokrywają 97,5% zapotrzebowania na energię do przygotowania ciepłej wody w okresie od maja do sierpnia.

Analiza wykazała znaczący wpływ dynamiki rozbioru ciepłej wody na uzysk energii z kolektorów słonecznych. Pojedynczy rozbiór wody i znaczny spadek temperatury wody w podgrzewaczu po

rozbiore spowodowały największy uzysk energii z kolektorów słonecznych. W przypadku większej ilości szczytowych poborów wody, jak w przypadku hal pracujących na dwie i trzy zmiany, średnia temperatura wody w ciągu roku w podgrzewaczu c.w.u. utrzymuje się w wyższym zakresie temperatur, powodując mniejszy udział energii z kolektorów słonecznych.

Największy udział energii, która nie mogła być wykorzystana, jest w przypadku pracy na jedną zmianę (3,7%), nieco niższy dla pracy na dwie zmiany (3,6%), a najmniejszy dla pracy na trzy zmiany (3,2%). Sytuacje, w których nie można wykorzystać energii słonecznej, występują najczęściej od czerwca do sierpnia, w weekendy i poniedziałki do godziny 14:00, kiedy woda zgromadzona w zbiorniku ma temperaturę powyżej +90°C. W przypadku pracy na trzy zmiany ostatnie zużycie wody przed weekendem występuje



Rys. 1.

Uzysk energii z kolektorów słonecznych dla stałej temperatury wody (po lewej) i z uwzględnieniem zmiany temperatury wody zimnej (po prawej)

w sobotę o 6:00 rano, stąd temperatura w zbiorniku ciepłej wody jest nieco niższa na początku weekendu w porównaniu do pracy na jedną i dwie zmiany. W rezultacie większa ilość energii słonecznej może zostać zgromadzona w sobotę, a tym samym mniejszy jest udział energii, która nie może zostać wykorzystana.

Kolejną analizę przeprowadzono z uwzględnieniem wpływu temperatury wody wodociągowej na uzysk energetyczny z kolektorów słonecznych dla hali pracującej na jedną zmianę. Na podstawie dostępnych danych pomiarowych temperatury wody zimnej [7] wykonano obliczenia metodą „hour-by-hour” i zestawiono wyniki dla każdego miesiąca. Na rys. 1 pokazano dla poszczególnych miesięcy w roku uzysk energii z kolektorów słonecznych dla stałej temperatury wody wodociągowej równej +5°C (po lewej) i z uwzględnieniem zmiennej temperatury wody zimnej (po prawej). W miesiącach letnich widoczny jest znaczny spadek w ilości energii uzyskanej z kolektorów słonecznych do pokrycia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody. Uwzględnienie rzeczywistej temperatury wody zasilającej spowodowało, że uzysk energii z kolektorów jest mniejszy w miesiącach letnich ok. 1 MWh w czerwcu i sierpniu oraz ok. 2 MWh w lipcu. Analiza uwzględniła większe zapotrzebowanie na energię do przygotowania ciepłej wody w lipcu ze względu na większą ilość dni roboczych. Na przełomie grudnia i lutego niższa temperatura wody zasilającej wpływa na nieco wyższy uzysk energii niż przy założeniu +5°C.

PODSUMOWANIE

W halach produkcyjnych, w których zatrudnionych jest duża liczba osób, zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową jest praktycznie jednakowe w ciągu roku, charakteryzuje się okresowym użytkowaniem po zakończeniu każdej zmiany pracy. Dynamika poboru ciepłej wody zależy od ilości zmian pracy i dni roboczych/wolnych.

Zaprezentowano wyniki analizy współpracy układu przygotowania c.w.u. zasilanego kolektorami słonecznymi i kotła gazowego w zależności od rozbioru ciepłej wody w trzech halach przemysłowych i temperatury wody z sieci wodociągowej. Najwyższą roczną wydajność z kolektorów słonecznych, równą 65,5% rocznego zapotrzebowania na energię, uzyskano w przypadku hali z jedną zmianą, w której występuje jedno maksymalne zużycie wody przez cały dzień. Udział energii dostarczonej przez kocioł gazowy przez cały rok jest w tym przypadku najniższy (34,5%). W tej hali kolektory słoneczne pokrywają 97,5% zapotrzebowania na energię do celów c.w.u. w okresie od maja do sierpnia. Większa liczba zmian, a co za tym idzie mniejsza ilość wody zużywanej przy pojedynczym rozborze, powoduje mniejszy spadek temperatury w zbiorniku i utrzymanie wyższej rocznej średniej temperatury w zbiorniku. Czynniki te powodują mniejszy udział energii uzyskanej z kolektorów słonecznych i konieczność rozproszenia większej ilości energii w halach pracujących na dwie lub trzy zmiany. W takich przypadkach warto rozważyć mniejszą ilość kolektorów w zależności od liczby pracowników pracujących tylko na pierwszej zmianie.

Uwzględnienie rzeczywistej temperatury wody zasilającej spowodowało, że uzysk energii z kolektorów jest mniejszy. Sięgająca +21°C temperatura wody wodociągowej sprawia, że w miesiącach letnich uzysk energii słonecznej jest mniejszy od 1 MWh do 2 MWh w porównaniu do wyników przy założeniu temperatury wody +5°C. Roczna wydajność kolektorów słonecznych wyniosła 57%. Różnica ta ma wpływ na oszacowanie opłacalności inwestycji. ◀

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

N1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody.

N2. Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. nr 2003).

LITERATURA

- Wiśniewski G., Więcka A., Bolesta J., *Polski przemysł produkcji urządzeń dla energetyki odnawialnej. Aktualizacja bazy danych firm i ocena możliwości rozwoju branży do 2020 i do 2030 roku*, Warszawa, 2016.
- Chodura J., *Kolektory słoneczne w zastosowaniach przemysłowych*, Rynek Instalacyjny, nr 12/2011.
- Chodura J., *Wymiarowanie instalacji solarnych do przygotowania c.w.u. Niezbędny instalatora słonecznych systemów grzewczych cz. 8*, Rynek Instalacyjny, nr 4/2014.
- Buderus, *Podgrzewacze c.w.u.*, 2014.
- Recknagel E.R., Sprenger H., Schramek E., *Compendium of knowledge*, OmniaScala, 2008.
- Englart S., Jedlikowski A., *The influence of different water efficiency ratings of taps and mixers on energy and water consumption in buildings*, SN Appl. Sci., vol. 1, no. 6, 2019, doi:10.1007/s42452-019-0539-8.
- Chmielewska A., *Fluctuating temperature of the mains water throughout the year and its influence on the consumption of energy for the purposes of DHW preparation*, E3S Web Conf., vol. 00017, 2018.
- Dudkiewicz E., Ludwińska A., Rajski K., *Implementation of greywater heat recovery system in hospitals*, E3S Web Conf., vol. 116, 2019, doi.org/10.1051/e3sconf/201911600018.
- Fidorów-Kaprawy N., Dudkiewicz E., *The impact of the hot tap water load pattern in the industrial hall on the energy yield from solar collectors*, E3S Web Conf., vol. 22, p. 00044, Nov. 2017, doi:10.1051/e3sconf/20172200044.
- Dudkiewicz E., Fidorów-Kaprawy N., *The energy analysis of a hybrid hot tap water preparation system based on renewable and waste sources*, Energy, vol. 127, 2017, doi:10.1016/j.energy.2017.03.061.

NOVATOR® CITY

ELASTYCZNOŚĆ W PEŁNYM WYMIARZE



Największe płyty brukowe w wymiarze XL są nowym rozwiązaniem w Polsce, a ich stosowanie dużym architektonicznym wyzwaniem dla najbardziej reprezentacyjnych stref i placów miejskich. Geometryczność, czysta forma oraz transparentność są główną cechą systemu Novator®



oraz synonimem nowoczesności. Różnorodność pojedynczych 44 formatów o wymiarach elementów od 20×20 cm do 60×120 cm, daje szerokie spektrum możliwości wyboru przez inwestora i projektanta optymalnej wymiarowo kostki i płyty oraz możliwość ich łączenia. Istnieje możliwość łączenia w jednej zabudowie kilku formatów, zarówno w ułożeniach rzędowych, pasmowych, strefowych oraz modułowych lub przypadkowych.

Elastyczność w doborze formatów czyni system niezwykle kreatywnym, dającym możliwość kształtowania siatki spoin i podziałów oraz wzorów ułożenia. System Novator® City tworzą modułarne kostki brukowe oraz płyty wielkoformatowe o grubościach 8, 12 i 16 cm. Płyty posiadają gładkie powierzchnie i delikatne mikrofazowe wykończenia krawędzi. Kolorystyka płyt Novator® City obejmuje wszystkie dostępne wykończenia w ofercie firmy Bruk-Bet i jest dostępna na indywidualne zamówienie zgodnie z wizją projektową nawierzchni.

Techniczna funkcjonalność

Zróżnicowane grubości płyt brukowych 8, 12 i 16 cm dają możliwość dostosowania poszczególnych formatów do charakteru nawierzchni oraz do projektowanych nośności. Płyty wielkoformatowe przeznaczone są do reprezentacyjnych placów miejskich i stref ruchu

pieszego z ruchem dostawczym i załadowniczym oraz dróg o ograniczonych prędkościach do 30 km/h. W zależności od formatu i grubości, płyty Novator® City mogą być stosowane jako nawierzchnia przejezdna dla ciężkich samochodów technicznych, pożarniczych oraz utrzymania czystości.

Natężenie ruchu ma duży wpływ na wymaganą grubość płyt wielkoformatowych. Dla ruchu spokojnego i słabego tzn. regularnego użytkowania przez samochody osobowe oraz dostawcze oraz okazynie przez samochody ciężkie należy stosować płyty grubości 12 cm. Dla ruchu średniego i dużego tzn. regularnego użytkowania przez pojazdy ciężkie należy stosować płyty o długości nie większej niż 60 cm i grubości 16 cm. Kostki brukowe Novator City przenoszą większe obciążenia przy mniejszych grubościach. Nie stawia się im ograniczeń wymaganych dla płyt wielkoformatowych. Wszystkie te czynniki powinny być brane pod uwagę przy projektowaniu nawierzchni, ponieważ mają zasadnicze znaczenie dla zapewnienia trwałości i poprawnego użytkowania.



PERLON LAMINO®
INNOWACYJNA OCHRONA
NAWIERZCHNI

Odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych

w świetle nowelizacji Prawa budowlanego w 2020 r.

W związku z wejściem w życie ustawy z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2020 r., poz. 471), nowelizacji ulega treść przepisu art. 9 ustawy Prawo budowlane regulującego kwestię odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych. Zmiana następuje z dniem 19 września 2020 r.

Odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych to rozwiązanie pozwalające na realizację zamierzeń budowlanych, w przypadkach gdy muszą być one zaprojektowane niezgodnie z obowiązującymi na podstawie aktów wykonawczych do ustawy Prawo budowlane, przepisami techniczno-budowlanymi. Zastosowanie tej instytucji uzależnione jest od wystąpienia szczególnie uzasadnionego przypadku. Przepis ten oparty jest zatem o sformułowanie nieostre, które podlegać będzie wykładni w każdej indywidualnej sprawie.

W orzecznictwie sądowo-administracyjnym za przesłankę szczególnie uzasadnionego przypadku, o jakim mowa w art. 9 ustawy Prawo budowlane, wskazuje się np. sytuację, gdy inwestor pomimo wykazania prawa do dysponowania nieruchomością budowlaną i przeznaczenia terenu, na którym położona jest ta nieruchomość w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego na taki cel, nie może zrealizować swego prawa podmiotowego, jakim jest prawo zabudowy nieruchomości gruntowej, ze względu na przepisy



techniczno-budowlane (wyrok WSA w Gorzowie Wlkp. z dnia 5 marca 2020 r., sygn. akt II SA/Go 626/19).

Dotychczasowy przepis art. 9 ust. 1 Prawa budowlanego stanowił regulację szczególną, umożliwiającą organom architektoniczno-budowlanym na dopuszczenie do zrealizowania obiektu budowlanego, mimo uchybienia wymogom określonym dla wszystkich obiektów tego rodzaju co projektowany, jedynie w sytuacjach wyjątkowych. Ocena, czy w danej sytuacji zachodzą takie przypadki należy do organu administracji architektoniczno-budowlanej, który ma obowiązek rozważyć okoliczności, mające wpływ na rozstrzygnięcie, takie jak:

- treść przepisu techniczno-budowlanego, od którego ma być udzielone odstępstwo
- ukształtowanie nieruchomości, na której ma być realizowany obiekt budowlany
- stan zagospodarowania nieruchomości sąsiednich
- ocenę proponowanych rozwiązań w świetle zasad wiedzy technicznej (wyrok NSA z dnia 8 stycznia 2020 r., sygn. akt II OSK 422/18).

W orzecznictwie i praktyce stosowania przepisów ustawy Prawo budowlane uznaje się dopuszczalność wyrażenia zgody na odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych względem zrealizowanego obiektu budowlanego. Przykładem takiego poglądu

traktować, jako merytorycznie odrębnego od postępowania zmierzającego do wydania decyzji o zatwierdzeniu projektu budowlanego i udzielenia pozwolenia na budowę (wyrok NSA z dnia 27 kwietnia 2007 r., sygn. akt II OSK 689/06), gdyż wydawane jest

zdrowia, mienia lub środowiska przed pożarem, klęską żywiołową lub innym miejscowym zagrożeniem (konieczność uzyskania postanowienia, o którym mowa w art. 6a ust. 2 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 2019 r., poz. 1372, z późn. zm.), tj. komendanta wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej).

Zmiany wprowadzone nowelizacją obejmują przede wszystkim zakres wniosku o odstępstwo

jest teza z uzasadnienia wyroku Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 6 listopada 2019 r. w sprawie o sygn. akt II OSK 3068/17, zgodnie z którą: „odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych, o których mowa w art. 9 ust. 1 ustawy Prawo budowlane może zostać udzielone także w stosunku do obiektów już zrealizowanych. Sąd stwierdził, że odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych, dopuszczalne w myśl regulacji zawartej w art. 9 ust. 1 ustawy Prawo budowlane, w konkretnym stanie faktycznym chroni interes inwestora, który nie mógłby zrealizować przysługującego mu prawa do zabudowy nieruchomości gruntowej”. Nie oznacza to jeszcze każdorazowego obowiązku występowania o uzyskanie zgody na takie odstępstwo, ale tylko w sytuacji zaistnienia w danej sprawie szczególnie uzasadnionego przypadku.

Pewną dolegliwością związaną z praktyką stosowania przepisu art. 9 ustawy Prawo budowlane był brak rozwiązań proceduralnych wskazujących, w jaki sposób i w którym momencie procesu inwestycyjnego, należy uzyskać odstępstwo. Redakcja przepisu art. 9 ust. 3 ustawy Prawo budowlane zdawała się sugerować pierwotną intencję ustawodawcy, aby odstępstwo uzyskiwać w trakcie toczącego się postępowania w sprawie uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę, a przed jego wydaniem. Wyrażano więc poglądy, że postanowienia wydanego w przedmiocie zgody na odstępstwo nie można

w ramach postępowania o udzielenie pozwolenia na budowę. W praktyce rozwiązanie takie należało wykluczyć, bowiem to od uzyskania odstępstwa inwestor zwykle będzie uzależniał czy w ogóle wystąpi z wnioskiem o pozwolenie na budowę, czy też dana nieruchomość ze względu na treść przepisów techniczno-budowlanych nie nadaje się do zabudowy. Zatem możliwe i w praktyce powszechnie przyjęte jest występowanie z wnioskiem o wydanie odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych jeszcze przed wystąpieniem z wnioskiem o pozwolenie na budowę. Zmiany wprowadzone nowelizacją obejmują przede wszystkim zakres wniosku o odstępstwo. Z treści uzasadnienia do projektu ustawy nowelizującej dowiadujemy się, że w art. 9 ust. 3 wyszczególniono wymagania, jakie powinien spełniać wniosek do ministra właściwego w sprawie dzielenia upoważnienia do wyrażenia zgody na odstępstwo.

Istotną zmianą jest doprecyzowanie, że wniosek składa się przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę, ale też że można go złożyć przed wydaniem decyzji o zmianie decyzji pozwolenia na budowę.

W przypadku odstępstw od przepisów dotyczących bezpieczeństwa pożarowego sprecyzowano, które dokumenty należy dołączyć do wniosku, przy czym szczególną uwagę zwrócono na obiekty budowlane istotne ze względu na konieczność zapewnienia ochrony życia,

Wskazano również obowiązek uzyskania pozytywnej opinii państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego w przypadku odstępstw dotyczących wymagań higieniczno-zdrowotnych oraz wymóg pozytywnej opinii wojewódzkiego konserwatora zabytków w odniesieniu do obiektów budowlanych wpisanych do rejestru zabytków oraz innych obiektów budowlanych usytuowanych na obszarach objętych ochroną konserwatorską lub wpisanych do gminnej ewidencji zabytków.

Mającą rozstrzygające znaczenie jest zmiana polegająca na wprowadzeniu do art. 9 ustawy Prawo budowlane nowego przepisu ust. 5, odnoszącego się do postępowania administracyjnych dotyczących tzw. samowoli budowlanych. Nowy przepis jednoznacznie wskazuje, że udzielenie zgody na odstępstwo nie jest możliwe podczas trwania procedury legalizacji samowoli budowlanej, ale też i w postępowaniu naprawczym.

Tym samym dezaktualizacji ulegają poglądy wyrażane dotąd w orzecznictwie sądowo-administracyjnym, zgodnie, z którymi właściwy minister mógł udzielić upoważnienia do wydania postanowienia w przedmiocie odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych, również organom nadzoru budowlanego. Jednym z przykładów takich orzeczeń był wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 10 września 2019 r., sygn. akt II OSK 3014/18. Sąd wywołał, że sformułowanie przepisu art. 9 ust. 3 ustawy Prawo budowlane nie oznaczało w dotychczasowym stanie prawnym, że upoważnienie do udzielenia zgody na odstępstwo





© Alexander Limbach - stock.adobe.com

od przepisów techniczno-budowlanych może być udzielone wyłącznie na etapie toczącego się postępowania o wydanie pozwolenia na budowę. Przepisy ustawy Prawo budowlane i przepisy wykonawcze do tej ustawy nie dają podstaw do twierdzenia, że minister nie może takiego upoważnienia udzielić organom nadzoru budowlanego. Przewidziana w art. 9 ust. 1–4 wskazanej ustawy, instytucja zgody na odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych, o których mowa w art. 7, może być stosowana nie tylko na etapie postępowania o wydanie pozwolenia na budowę, ale także w postępowaniu legalizacyjnym, w tym w tzw. postępowaniu naprawczym. Zatem z wnioskiem o udzielenie upoważnienia do udzielenia zgody na odstępstwo może wystąpić także organ administracji prowadzący postępowanie legalizacyjne, postępowanie naprawcze. Po nowelizacji organy nadzoru budowlanego w sposób wyraźny zostaną pozbawione możliwości występowania o zgodę na odstępstwo w toku prowadzonych postępowań. Pomimo dokonanych zmian pozostaje nadal jednak nierozwiązana

kwestia dotycząca ewentualnego przeniesienia uzyskanego odstępstwa na rzecz nowego inwestora, tak jak ma to miejsce na podstawie art. 40 ustawy Prawo budowlane w przypadku samego pozwolenia na budowę. W sytuacji, gdy odstępstwo udzielone zostanie jednemu inwestorowi, pozostaje nierozstrzygnięte pytanie, czy na tej podstawie inny inwestor legitymujący się aktualnym

Wojewódzki Sąd Administracyjny w Gdańsku w wyroku z dnia 24 maja 2017 r., sygn. akt II Sa/Gd 13/17. Sąd stwierdził, że: „celem art. 9 Prawa budowlanego pozostaje umożliwienie modyfikacji szczegółowych oraz bezwzględnie obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych w wyjątkowych stanach faktycznych, w których nie jest możliwe zastosowanie się do nich z uwagi na różnego rodzaju

W ocenie sądu, wbrew stanowisku organów oraz uczestnika postępowania (...) wyjątkowy charakter instytucji odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych wymaga, ażeby tak upoważnienie przez Ministra, jak i indywidualna zgoda na odstępstwo udzielana w formie postanowienia miały zindywidualizowany do konkretnej inwestycji charakter. Nie można zatem było zaakceptować postanowienia (...) udzielającego zgody na odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych opartego na upoważnieniu uzyskanym od Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Przestrzennej z dnia 12 grudnia 2012 r. w innej sprawie”.

Z wnioskiem o udzielenie upoważnienia do udzielenia zgody na odstępstwo może wystąpić także organ administracji prowadzący postępowanie legalizacyjne, postępowanie naprawcze

prawem do dysponowania nieruchomością na cele budowlane może uzyskać pozwolenie na budowę wykorzystując odstępstwo wydane na poprzednika prawnego.

Przeciwko takiemu rozwiązaniu opowiadało się orzecznictwo. Szczegółowo kwestię tą wyłożył

okoliczności, takie jak przykładowo kształt oraz położenie nieruchomości względem nieruchomości sąsiednich, ukształtowanie terenu, uwarunkowania geologiczne, stan zagospodarowania nieruchomości oraz terenu wokół niej, ocena proponowanych rozwiązań technicznych w świetle zasad wiedzy technicznej. (...)

Skoro tej kwestii nowelizacja nie rozwiązała, to uzyskiwanie pozwoleń na budowę w oparciu o odstępstwo uzyskane przez innego inwestora pozostanie nadal sprawą sporną. Natomiast niewątpliwym skutkiem nowelizacji będzie brak możliwości występowania o odstępstwo w postępowaniach prowadzonych przed organami nadzoru budowlanego zarówno w trybie legalizacji, jak i postępowania naprawczego. <

mgr inż. Kostiantyn Protchenko
 dr inż. Krzysztof Kaczorek
 Politechnika Warszawska
 Wydział Inżynierii Lądowej
 Aleksander Szerner
 Stowarzyszenie BIM dla polskiego Budownictwa

Praktyczne zastosowanie formatu IFC

Od połowy dwudziestego wieku we wszystkich dziedzinach działalności intelektualnej obserwowany jest wzrost znaczenia rozwiązań informatycznych, ułatwiających obliczenia, a także generowanie, przechowywanie i przekazywanie dużych ilości informacji. Zjawisko to obserwowane jest również w budownictwie, gdzie stosowane są na przykład programy do wspomagania projektowania w przestrzennym środowisku 3D oraz usprawniające wykonywanie złożonych obliczeń inżynierskich, a także ułatwiające efektywną komunikację.

Stosunkowo nową i rewolucyjną zmianą dla sektora budowlanego jest technologia BIM. Idea ta zakłada współdziałanie wszystkich podmiotów (inwestor, projektant, wykonawca, klient, użytkownik) wytwarzających, korzystających i zarządzających informacjami o obiekcie, w oparciu o jego spójny, kompleksowy model przestrzenny zapisany w postaci cyfrowej. Dla każdej firmy, która chce stosować BIM, wdrożenie może nie być łatwe, gdyż wymaga to zmiany kultury pracy w środowisku cyfrowym oraz zaufania wobec partnerów biznesowych. Stosowanie technologii BIM zostało

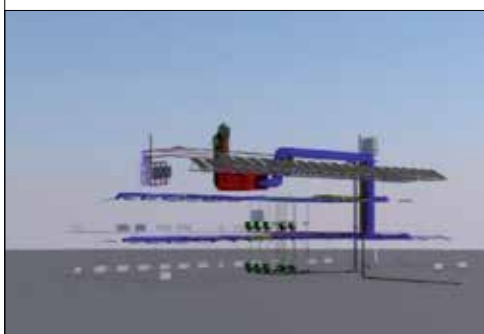
przyjęte w kilku krajach jako kryterium wymagane przez rząd przy realizacji projektów z sektora publicznego, co przyczyniło się do poważnych zmian w branży budowlanej. Rozwiązania zgodne z BIM stały się standardem przy dużych projektach po tym, gdy w 2007 r. w Stanach Zjednoczonych zostały opracowane przez GSA (*General Service Administration*) wymagania i standardy dotyczące BIM. Kolejnymi krajami, gdzie nastąpiło przejście do projektowania 3D, a BIM stał się obowiązującym standardem w projektach rządowych, były kraje skandynawskie, Wielka Brytania oraz Korea Południowa [1, 2].



Model architektoniczny



Model analityczny



Model MEP



Model centralny

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

W 2016 r. zostały zmodernizowane europejskie przepisy dotyczące zamówień publicznych i od tego czasu każde z państw członkowskich UE może wymagać stosowania BIM w zamówieniach publicznych na inwestycyjne budowlane. W Niemczech od 2017 r. BIM jest koniecznym kryterium dla projektów budowlanych, których budżet przekracza 5 mln euro, od 2020 r. BIM jest obowiązkowy dla wszystkich projektów infrastrukturalnych. W Hiszpanii rząd wprowadził obowiązek wdrożenia BIM w budownictwie publicznym w 2018 r. oraz w sektorze infrastruktury w 2019 r. Australia jest o krok od uzyskania krajowego mandatu BIM dla projektów infrastrukturalnych [3, 4].

Zarówno dla dużych firm budowlanych, jak i małych oraz średnich, przejście na metodę pracy w BIM staje się kluczowym działaniem

mającym na celu utrzymanie konkurencyjności. Dzięki kompleksowemu podejściu do tematu projektowania, realizacji oraz eksploatacji obiektów, zmiana sposobu pracy z 2D do BIM gwarantuje wzrost wartości usług oferowanych dla inwestorów, klientów i zarządców obiektów [5].

KONCEPCJA OpenBIM I FORMAT IFC

Koncepcja OpenBIM bazuje na stosowaniu interfejsu wymiany modeli IFC (ang. *Industry Foundation Classes*) oraz innych otwartych i neutralnych interfejsów, jak również koordynacyjnych, np. BCF (ang. *Building Collaboration Format*). Oznacza to, że każda ze stron tworzy model przy pomocy oprogramowania, które najlepiej nadaje się do konkretnego zadania i że wszystkie tworzone indywidualnie modele składowe tworzą razem model centralny – koordynacyjny.

W przypadku, gdy zachodzi potrzeba modyfikacji obiektu, to po nanieśieniu zmian, można go ponownie wyeksportować w formacie IFC albo zaktualizować tę część, która została zmodyfikowana [6].

Centralny model projektu składa się z połączonych ze sobą modeli opracowanych przez specjalistów z różnych branż i przesłanych osobno w formacie IFC. Zawiera wszystkie informacje na temat wymiarów i położenia elementów, a także ich charakte-

certyfikaty i inne dokumenty. W przypadku projektowania 2D te same informacje muszą być wprowadzane kilkakrotnie, co skutkuje niepotrzebną stratą czasu (przekłada się to również na wzrost kosztów) [4].

Na rys. 1 został pokazany przykładowy projekt, gdzie każda z branż wykorzystywała format IFC.

Format IFC powszechnie funkcjonuje jako jeden z formatów określających międzynarodowe standardy importowania i eksportowania modeli obiektów oraz ich właściwości [8]. Informacje, które zwykle zawiera model IFC:

- struktura obiektu (faza, etap np. piętro)
- typ elementu (elementy architektoniczne, zbrojenie itp.)
- geometria (wymiar, współrzędne elementu, objętość)
- zależności pomiędzy poszczególnymi elementami
- właściwości standardowe i niestandardowe przypisane elementom (materiał, kolor, przekroje, ochrona przeciwpożarowa, ciężar itp.).

Eksportowanie i importowanie modeli IFC wydaje się dość łatwe, niemniej mogą pojawić się pewne niezgodności, dlatego model i jego komponenty powinny być odpowiednio zamodelowane w zależności od tego do czego ten model służy. Chodzi przede wszystkim o takie kwestie jak rozbież-

Centralny model projektu składa się z połączonych ze sobą modeli opracowanych przez specjalistów z różnych branż i przesłanych osobno w formacie IFC

nystycznych atrybutów, takich jak właściwości fizyczne, koszty, materiały, rodzaje robót, klasy ochrony przeciwpożarowej i wiele innych. Centralny model umożliwia przeprowadzenie niezbędnych analiz oraz pozwala w bardzo prosty sposób opracować dokumentację i automatycznie generować zestawienia ilościowe,

elementów, przypisanie elementów do odpowiednich płaszczyzn, stosowanie prawidłowej struktury, albo lokalizacja elementów uzupełniających model itp. Z tych powodów wszystkie szczegóły tworzenia modeli muszą być omówione z innymi uczestnikami projektowania na samym początku procesu inwestycyjno-budowlanego.



Rys. 2. Różne rozumienie elementów [9]

Często narzędzia działające zgodnie z technologią BIM pozwalają przyspieszyć prace przy nietypowych kształtach poprzez zaawansowane modelowanie i uzupełnianie modelu w środowisku 3D. Do takich „nietypowych” elementów, które w innych programach mogą być nieodpowiednio rozpoznane należy dodać atrybut IFC „typ obiektu”. Może to ułatwić pracę przy kolejnych etapach projektu.

WDROŻENIE TECHNOLOGII BIM

BIM to zmiana, która obejmuje wszystkie struktury organizacji, nie tylko wpływa na zmianę sposobu projektowania lub realizacji projektu, ale przede wszystkim zmienia kulturę organizacyjną.

Praktyczne wdrożenie technologii BIM polega nie tylko na zaadaptowaniu nowych procesów pracy, ale również na zmianie podejścia do swoich ról przez poszczególnych uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego. Podczas prac projektowych architekt, konstruktor oraz pozostali partnerzy będą pracować na jednym cyfrowym modelu wykorzystującym format IFC.

Etapy wdrażania BIM:

1. Zmiana świadomości na temat projektowania w technologii BIM
Wprowadzenie BIM to próba przekonania pracowników do przyjęcia innej

niż do tej pory metody pracy, a także nowych procedur funkcjonowania organizacji. Będzie to z pewnością wymagało zmiany toku postrzegania pewnych aspektów już na początkowym etapie, ale pozwoli to zapewnić pracownikom, że budowany jest solidny fundament do osiągnięcia sukcesu. 2. Rozpoczęcie od projektu pilotażowego

Projekt pilotażowy powinien obejmować możliwie wąską tematykę zagadnienia BIM. Wyzwaniem, jakie zostanie postawione przed powołanym do tego projektu zespołem, będzie przygotowanie dokumentu EIR (ang. *Employer's Information Requirements*), który musi obejmować zagadnienia związane z wymaganiami zamawiającego względem BIM. Powinien on zawierać wszystkie zagadnienia związane z przygotowywaną dokumentacją projektową oraz wskazywać te elementy, które muszą być w modelu BIM.

3. Wymiana informacji

Nadrzędnym celem technologii BIM jest efektywne projektowanie, co jest trudne bez wzajemnego zrozumienia, odpowiedniej komunikacji i współpracy pomiędzy wszystkimi uczestnikami procesu inwestycyjno-budowlanego. Współpraca ta odbywa się dzięki łączeniu modeli w jeden centralny.

4. BIM – ustalenie standardów pracy
Współpraca w zespole, jak również z innymi specjalistami spoza firmy, jest bardzo istotna przy opracowaniu projektu pilotażowego. Ważnym aspektem jest również możliwość prawidłowego przypisania, wykorzystania i udostępniania danych, które są zawarte w modelu.

5. Stworzenie szablonów

Na podstawie nabytego doświadczenia można opracować szablony, aby umożliwić bardziej efektywną organizację pracy dla następnych projektów. Pozwoli to zautomatyzować pracę przy powtarzalnych operacjach.

6. Przejście do kolejnych, większych projektów

WSPÓLNE ŚRODOWISKO DANYCH – PLATFORMA CDE

W budownictwie wykorzystywane są różne rodzaje informacji, takie jak rysunki, dokumenty, specyfikacje czy modele BIM. Informacje są gromadzone w wyniku ustaleń i przy wykorzystaniu różnych kanałów komunikacji, a ponadto mogą być kategoryzowane przez dodawanie metadanych. Uczestnicy projektu potrzebują takiego rozwiązania, które zapewni sprawne zarządzanie wszystkimi rodzajami informacji i umożliwi ich połączenie, dostarczając kompletny obraz sytuacji [10].

Narzędziem BIM, które wspiera efektywność w obszarze komunikacji jest

platforma CDE – Wspólne Środowisko Danych (ang. *Common Data Environment*). Idea CDE to także wymiana modeli BIM w otwartym formacie IFC, które wspierają zarządzanie informacją w środowisku trójwymiarowym.

Wykorzystanie platformy CDE powinno usprawnić współpracę między członkami zespołu projektowego, pomóc zmniejszyć liczbę błędów i uniknąć powielania informacji.

Procedura wdrożenia platformy CDE początkowo może zostać przyjęta z dużym dystansem. Pierwszą możliwą obawą będzie fakt generowania dodatkowej pracy w postaci korzystania z platformy oraz możliwe wysokie koszty wdrożenia szeregu niezbędnych oprogramowania. Najbardziej trafnym działaniem przy wdrażaniu platformy CDE byłoby przeprowadzenie uproszczonego audytu potrzeb przez eksperta zewnętrznego, który zna środowisko BIM. W swojej dokumentacji poaudytowej powinien on przedstawić główne ścieżki, którymi klient stawiający pierwsze kroki w kierunku BIM powinien podążać. Będzie to, w pierwszej kolejności, zbadanie dostępnych platform CDE na rynku oraz zakup tej, która w odczuciu zarządzających będzie najbardziej spełniała wymagania i oczekiwania przyszłych użytkowników. Kolejnym ważnym krokiem, byłoby przeprowadzenie prostego projektu pilotażowego oraz warsztatów, które obejmowałyby zagadnienia związane

z BIM, przybliżając tematykę wśród pracowników klienta.

Podczas wdrożenia platformy CDE nastawienie wielu uczestników zmienia się na pozytywne, ponieważ zauważają oni korzyści płynące z jej wykorzystania przy projektach, szczególnie jako miejsce łatwej i szybkiej wymiany dokumentacji pomiędzy uczestnikami. Istnieje również możliwość wykorzystania platformy do przechowywania dokumentacji powstającej przy budowie obiektu. Miałyby ona służyć jako miejsce pozyskiwania informacji na etapie eksploatacji w zwalczaniu różnego rodzaju awarii lub przy przyszłych remontach czy przebudowach.

WNIOSKI

Przy wdrażaniu standardów i narzędzi BIM w przedsiębiorstwie od podstaw, poprawną ścieżką realizacji jest wsparcie eksperta, który wskaże odpowiedni kierunek i sposób postępowania, dokona przeglądu istniejących standardów, oprogramowania oraz doświadczenia pracowników. Pozwoli to na wybór odpowiednich narzędzi przy wdrażaniu BIM oraz wykorzystanie ich przy pierwszym (pilotażowym) projekcie.

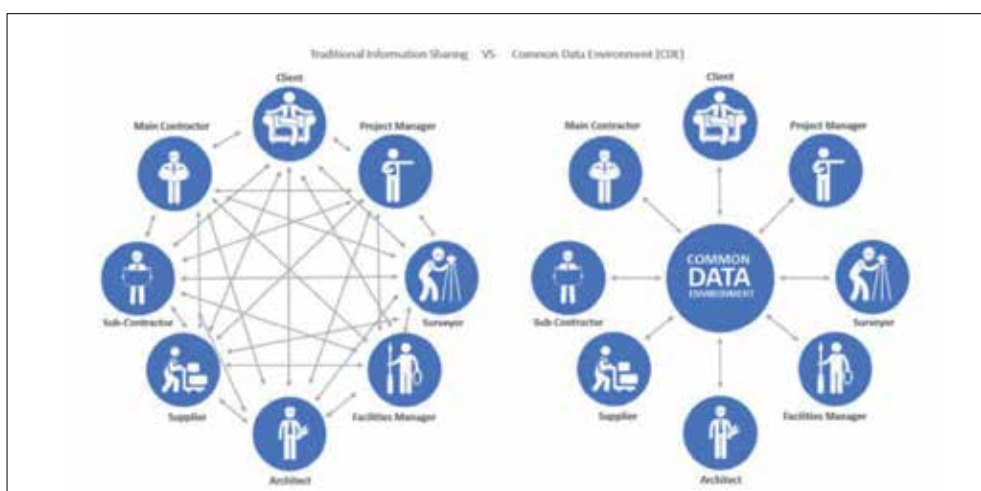
Dokument EIR, przygotowywany w ramach przedsięwzięcia powinien zawierać kluczowe informacje, takie jak poziom zaawansowania modelu LOD (ang. *Level of Development*),

sposób komunikacji pomiędzy stronami, ale przede wszystkim wytyczne dla wykonawcy przy sporządzeniu dokumentu BEP (ang. *BIM Execution Plan*).

Wykonawca powinien szczegółowo opisać, w jaki sposób spełni standardy BIM zamieszczone w dokumencie EIR. Projekt pilotażowy powinno traktować się jako obszar testowy do obserwacji, w którym kierunku należy podążać dalej oraz w jaki sposób zmienić dotychczas stosowane procedury. Wdrażając technologię BIM należy rozpatrywać inwestycje w perspektywie długoterminowej, co odnosi się również do aspektu finansowego. Można spodziewać się, że pierwsze projekty BIM spowolnią produktywność, jednak w perspektywie czasu BIM, zawsze się opłaca. <

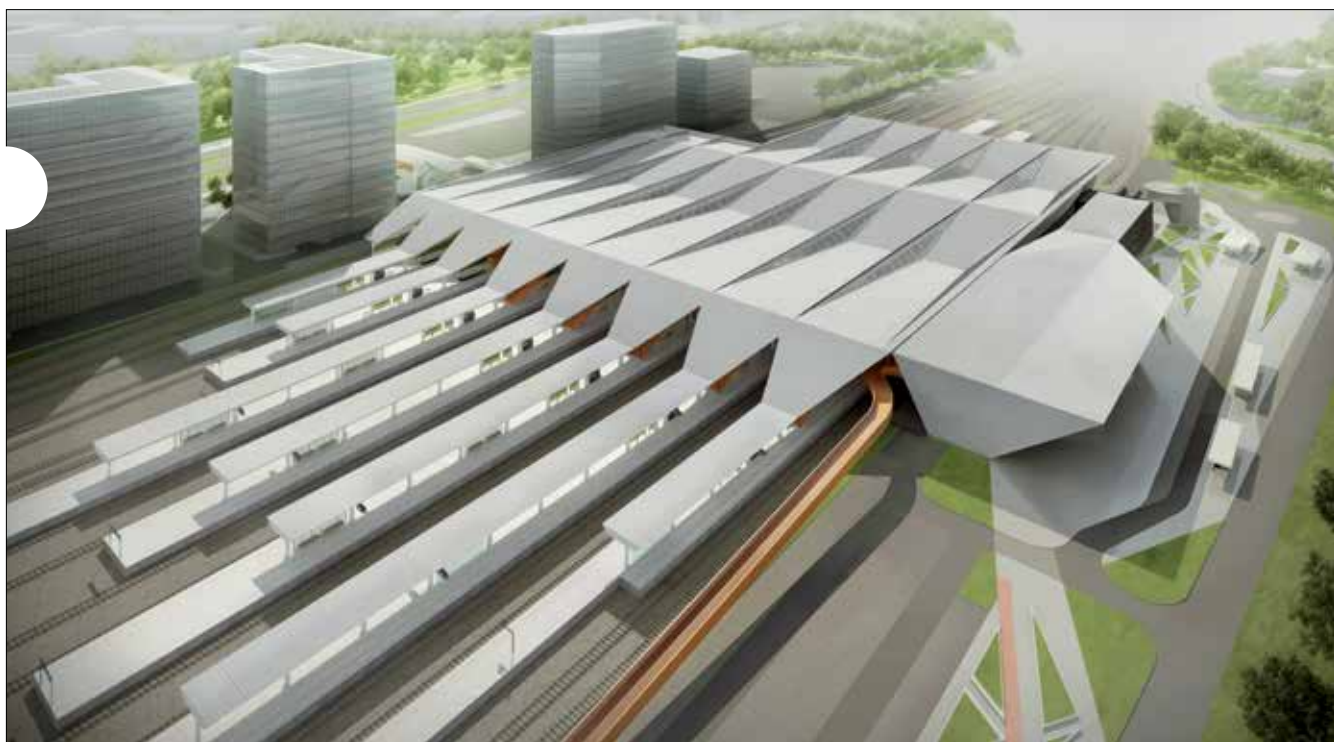
LITERATURA

1. bimblog.pl
2. Asmar M.E., Hanna A.S., *Comparative Analysis of Integrated Project Delivery (IPD) Cost and Quality Performance*, Proceedings of the CIB 29th International Conference, 2012, (dostęp w internecie: itc.scix.net/pdfs/w78-2012-Paper-20.pdf).
3. Jung W., Lee G., *The Status of BIM Adoption on Six Continents*, International Journal of Civil and Environmental Engineering, 2015, (dostęp w internecie: publications.waset.org/10001095/pdf).
4. Cerovsek T., *A review and outlook for a „Building Information Model” (BIM): A multi-standpoint framework for technological development*, Advanced Engineering Informatics, 2011, page 224–244.
5. Protchenko K., Kaczorek K., *Przejście z 2D do BIM w projektowaniu konstrukcji*, Przewodnik Projektanta, nr 4/2019.
6. Protchenko K., Kaczorek K., *Otwarte interfejsy wymiany w BIM*, Przewodnik Projektanta, nr 2/2020.
7. allbim.pl
8. Protchenko K., *BIM w biurach projektowych*, BUILDER, styczeń 2018, str. 44–45.
9. Niedermaier A., Back R., *Allplan BIM Compendium, Theory and Practice, 3rd updated and extended edition*, München, 2016.
10. group.thinkproject.com
11. ibimsolutions.lt



Rys. 3. Tradycyjny sposób wymiany informacji oraz przez platformę CDE [11]

PRZEBUDOWA STACJI WARSZAWA ZACHODNIA



Warszawa Zachodnia to największa w Polsce stacja pod względem liczby kursujących pociągów. Średnio na dobę przez stację przejeżdża około 1000 pociągów aglomeracyjnych, regionalnych, dalekobieżnych krajowych i międzynarodowych. Po przebudowie – Warszawa Zachodnia będzie najnowocześniejszą stacją kolejową w Polsce. Inwestycja ta jest kolejnym etapem modernizacji linii średnicowej.

Zakres prac wchodzących w skład przebudowy stacji:

- ok. 30 km przebudowanych torów
- 130 nowych rozjazdów
- 9 nowych peronów z windami, schodami ruchomymi, połączonych przejściem podziemnym
- 1 nowa kładka, która połączy dzielnice Wola i Ochota.

Modernizacja stacji Warszawa Zachodnia zacznie się od budowy przejścia podziemnego od strony linii obwodowej, czyli peronu nr 8. Będzie ono komfortowe – wysokie i szerokie, łączące się z przestrzenią poczekalni i kas biletowych. Przygotowane zostanie m.in. lokalne centrum sterowania ruchem kolejowym oraz nowy peron od strony ul. Tunelowej. Po przebudowie stacji wszystkie perony będą zadaszone.



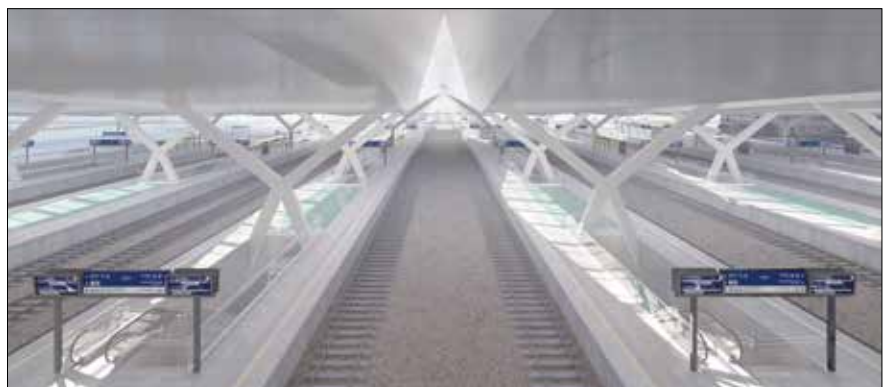
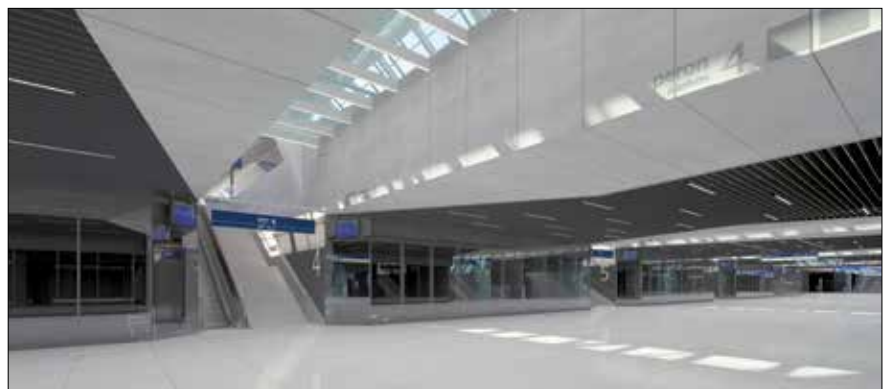
Projekt zakłada dostosowanie obiektu dla osób o ograniczonej możliwości poruszania się. Oprócz licznych ruchomych schodów będą też windy przystosowane do przewozu wózków oraz rowerów. Czytelne oznakowanie oraz system informacji pasażerskiej ułatwią korzystanie z kolei. Dodatkowy peron od strony ul. Tunelowej zwiększy możliwości kursowania pociągów.

Ruch pociągów i obsługa pasażerów podczas przebudowy stacji nie zostaną wstrzymane. Prace są tak rozplanowane, by jak najmniej były uciążliwe dla osób podróżujących. Budowa kładki rozpocznie się po wschodniej stronie stacji, dzięki czemu będzie zapewniony dostęp do peronów podczas przebudowy dotychczasowego przejścia podziemnego. Zasadnicze prace torowe rozpoczną się od ul. Tunelowej i będą realizowane w kierunku Al. Jerozolimskich.

Przebudowa stacji Warszawa Zachodnia będzie dofinansowana w ramach projektu „Prace na linii średnicowej w Warszawie na odcinku Warszawa Wschodnia-Warszawa Zachodnia”, realizowanego z udziałem środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

Dokumentację projektową wykonała pracownia DWAA Architekci z Warszawy, natomiast generalnym wykonawcą tej inwestycji jest Budimex SA. Umowa z wykonawcą na kwotę ponad 1,9 mld zł netto została podpisana na początku lipca 2020 r. Zakończenie przebudowy stacji zaplanowano na II połowę 2023 r.

Źródło: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.



Responsywny, w nowej odsłonie serwis www.izbudujemy.pl

Produkty

Firmy

Inwestycje

szybkie
i precyzyjne
wyszukiwanie
kart produktów,
firm
i inwestycji

Polub nas na
facebooku



porównywanie
parametrów
wybranych kart
technicznych
produktów
i inwestycji

WIELOZAKRESOWE
I KILKUSTOPNIOWE
FILTROWANIE KART
TECHNICZNYCH
PRODUKTÓW
I INWESTYCJI

 izbudujemy.pl

dr inż. **Oleksij Kopyłow**
 Instytut Techniki Budowlanej
 Zakład Inżynierii Elementów Budowlanych
 mgr inż. arch. **Iryna Kopylova**
 Techniko-Ekonomiczny College Politechniki Lwowskiej

Systemy elewacyjne z zastosowaniem szkła

– wybrane zagadnienia projektowania i oceny właściwości technicznych

Artykuł dotyczy najczęściej spotykanych we współczesnym budownictwie typów elewacji ze szkła: ścian osłonowych, elewacji wentylowanych, elewacji typu „podwójna skóra”. Przytoczono dokumenty pozwalające na wprowadzenie takich wyrobów do obrotu w budownictwie, omówiono metody oceny technicznej wynikające z przepisów oraz doświadczenia badawczo-eksperckiego ITB. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom oceny bezpieczeństwa użytkowania elewacji z okładzinami szklanymi.

Coraz częściej elewacje współczesnych budynków wykonywane są ze szkła. Trend ten dotyczy nie tylko budynków biurowych, lecz również mieszkalnych i usługowych. Szklane fasady oprócz funkcji użytkowych i estetycznych mają podkreślić sukces ekonomiczny właścicieli lub użytkowników budynku. Nieprzypadkowo elewacje najwyższych oraz najbardziej zaawansowanych technologicznie budynków (np. 828-metrowy wieżowiec Burj Khalifa, 632-metrowy wieżowiec Shanghai Tower) zostały wykonane ze szkła. Szklane elewacje budynków nierzadko zmieniają krajobraz i stają się wizytówkami miast (np. wieżowiec Torre Glòries w Barcelonie, The Gherkin w Londynie lub warszawskie wieżowce Centrum LIM, Central Tower), świadczą o nowoczesności miasta. O skali popularności szkła w rozwiązaniach elewacyjnych świadczą następujące liczby: do budowy wieżowca Warsaw Spire zastosowano 52 000 m² szkła [1], ponad 25 000 m² szyb zespolonych wykorzystano w wieżowcu Q22 w Warszawie [2], do budowy elewacji nowej filharmonii w Hamburgu wykorzystano ponad 21 800 m² szkła, w tym ok. 5000 m² szkła giętego [3]. Wzrastająca popularność zastosowania szkła na fasadach budynków jest w dużym stopniu związana z nieosiągalnym dla innych materiałów budowlanych efektem lustra (odbiciem światła widzialnego od szkła). Fasada szklana może pozostawać neutralna dla otoczenia bądź sprawiać wrażenie lustra. Szyby refleksyjne zastosowane na elewacji pozwalają zmieniać

wygląd budynku wraz ze zmianą pory dnia, roku, panującej na zewnątrz aury. Efekt lustra nierzadko jest wykorzystywany przez architektów podczas wkomponowywania w istniejącą zabudowę nowych budynków. Oświetlenie wewnątrz budynku w przypadku zastosowania fasad przeziernych również ma wpływ nie tylko na odbiór wizualny budynku, lecz przestrzeni publicznej. Wykonanie budynków z zastosowaniem fasad szklanych wymaga od uczestników procesu inwestycyjnego (projektantów, wykonawców, nadzoru) dużej wiedzy technicznej w zakresie wymagań stawianych tego typu rozwiązaniom elewacyjnym. Pomyłki podczas projektowania elewacji ze szkła mogą mieć fatalny wpływ na trwałość obiektu oraz bezpieczeństwo jego eksploatacji. Celem artykułu jest przedstawienie wybranych właściwości techniczno-użytkowych stawianych rozwiązaniom elewacyjnym ze szkła.

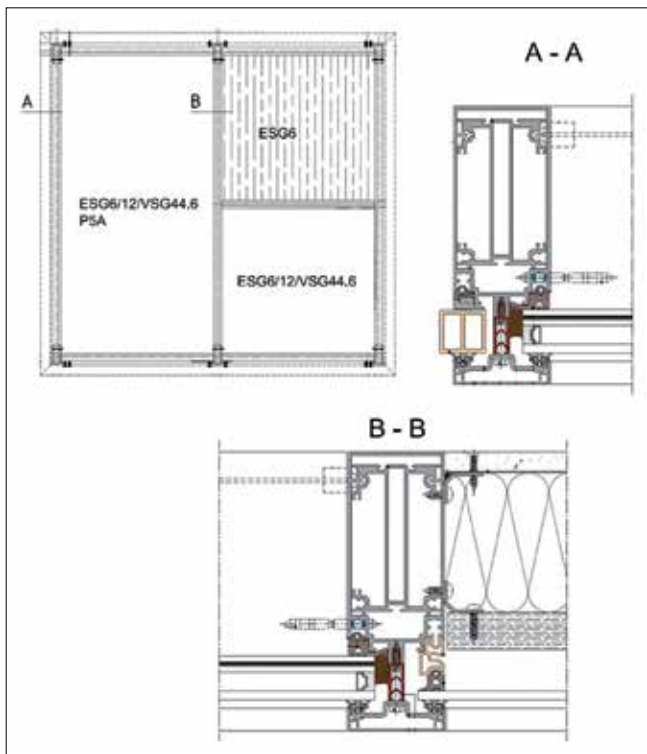
TYPY FASAD ZE SZKŁA

Fasady szklane najczęściej występują w postaci:

- ścian osłonowych – według [N1] są to ściany zewnętrzne budynku, zazwyczaj wykonane z metalu, drewna, PVC, składające się z elementów pionowych i poziomych szkieletu nośnego, połączonych między sobą i zamontowanych do konstrukcji nośnej budynku, tworząc taką ciągłą osłonę przestrzeni wewnętrznej budynku, która samodzielnie lub wraz z konstrukcją nośną budynku realizuje wszystkie normalne funkcje ściany zewnętrznej poza funkcją nośną



Fot. 1. Rotule do punktowego mocowania szkła (fot. autora)



Rys. 1. Schemat ściany osłonowej (źródło: archiwum ITB [4])

- elewacji wentylowanych – zestaw wyrobów składający się z zewnętrznych okładzin mocowanych do podkonstrukcji oraz materiałów termoizolacyjnych; według [N2, N3] charakteryzują się one obecnością wentylowanej

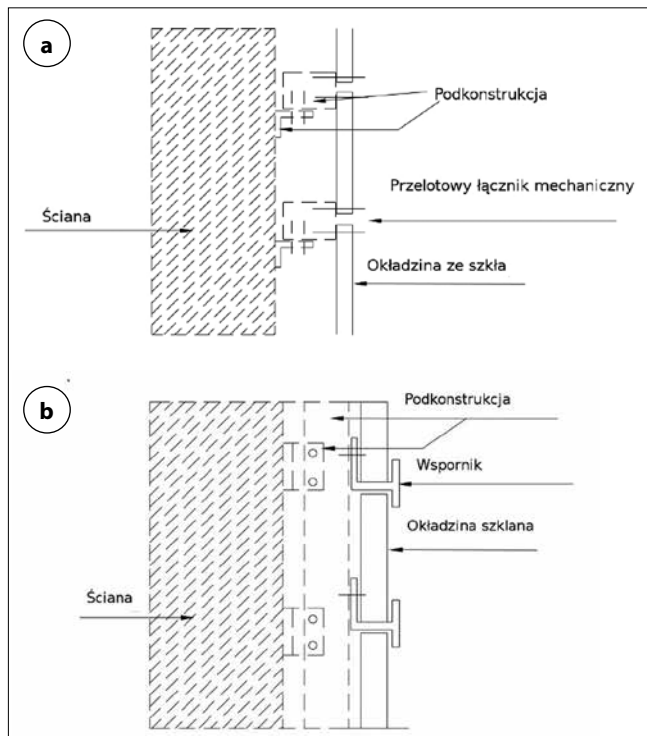
Współczesnych budynkach w ścianach osłonowych występują fragmenty przeziernie oraz nieprzeziernie. Przykład konstrukcji współczesnej ściany osłonowej z liniowym mechanicznym mocowaniem szkła przedstawia rys. 1.

Pomyłki podczas projektowania elewacji ze szkła mogą mieć fatalny wpływ na trwałość obiektu oraz bezpieczeństwo jego eksploatacji

puszki między warstwą termoizolacji a zewnętrzną okładziną. W przypadku ścian osłonowych szkło może być mocowane do elementów nośnych:

- punktowo – za pomocą tak zwanych rotuli (fot. 1)
- liniowo – w tych rozwiązaniach szkło jest łączone z ryglami lub słupami za pomocą klejów strukturalnych lub mechanicznie (poprzez dociskające listwy, specjalne śruby dociskowe), niekiedy stosowane są połączenia kombinowane.

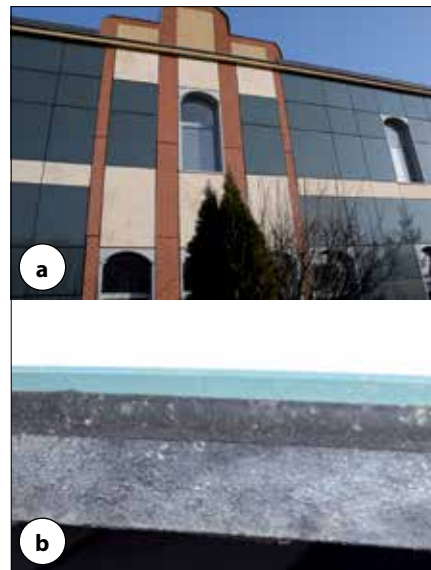
W częściach przeziernych budynku, zależnie od stawianych wymagań termoizolacyjnych, używane są szyby pojedyncze (w przegrodach, co do których niestawiane są wymagania w zakresie termoizolacji) lub zespolone (jedno- lub wielokomorowe). W celu osiągnięcia różnych efektów optycznych oraz zapewnienia właściwego klimatu wewnętrznego na szybach zespolonych często są stosowane różnorodne powłoki (np. przeciwsłoneczne selektywne, ciepłochronne). Części nieprzeziernie zwykle



Rys. 2. Schemat mechanicznego mocowania szkła w systemach elewacji wentylowanych [na podstawie N2, N3]

sytuowane są między stropami budynku. Jest to podyktowane nie tylko względami estetycznymi, lecz również względami bezpieczeństwa ogniowego. Pod zewnętrzną szybą nieprzezierną zazwyczaj mieści się warstwa izolacyjna, składająca się z elementów o różnych funkcjach: termoizolacyjnych (np. wełny mineralnej) oraz ogniochronnej (np. płyty gipsowo-włókniste).

W systemach elewacji wentylowanych szkło jest zwykle montowane do podkonstrukcji klejowo lub mechanicznie za pomocą przelotowych łączników mechanicznych z talerzykową końcówką (rys. 2a) przypominających rotule lub zewnętrznych widocznych wsporników (rys. 2b), na których szkło jest osadzane na specjalnych przekładkach.



Fot. 2. Elewacja wentylowana z zastosowaniem wielowarstwowych okładzin, w których okładzina szklana występuje jako warstwa górna: a) widok ogólny elewacji, b) płyta elewacyjna z górną warstwą ze szkła

Szkoło w elewacjach wentylowanych często występuje jako górna warstwa wykończeniowa płyty elewacyjnej (fot. 2).

Niekiedy w celu zapewnienia lepszych właściwości akustycznych, stworzenia buforu antywiatrowego, zmniejszenia obciążenia termicznego związanego z promieniowaniem UV są stosowane złożone rozwiązania elewacyjne typu „podwójna skóra” lub „double-skin facade”.

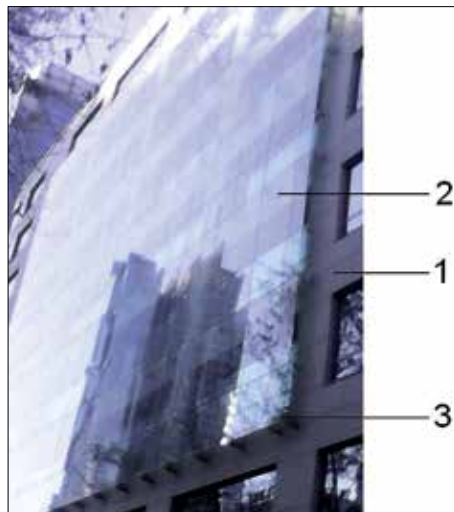
Pierwszą warstwę takiego rozwiązania elewacyjnego mogą stanowić elewacje typu BSO (bezsponowe systemy ociepleń), ściany osłonowe etc. Drugą warstwę (zewnątrzną) stanowi rozwiązanie bazujące na elewacji wentylowanej, składające się z podkonstrukcji oraz okładzin szklanych (fot. 3).

Niekiedy w postaci „drugiej skóry” na elewacjach budynków występują elementy systemów fotowoltaicznych. W takich systemach elewacyjnych szkło występuje w postaci szkła bezpiecznego (klejonego, hartowanego).

WPROWADZENIE DO OBROTU SYSTEMÓW ELEWACYJNYCH

Ściany osłonowe oraz elewacje wentylowane mogą być wprowadzone do obrotu w budownictwie po weryfikacji ich podstawowych cech funkcjonalno-użytkowych. Zakres właściwości koniecznych do tej weryfikacji określono w:

- stanowiskach Jednostki Oceny Technicznej (JOT) w przypadku elewacji wentylowanych, fasad typu „podwójna skóra” oraz naściennych systemów fotowoltaicznych; mimo że obowiązujący EAD 090062-00-0404 [N2] oraz wycofany w 2018 roku ETAG 034 [N3] nie obejmują rozwiązań elewacyjnych ze szklanymi okładzinami, JOT-y często wydają swoje stanowiska na podstawie tych dokumentów; rozwiązania elewacyjne bazujące na elewacjach wentylowanych ze szklanymi okładzinami od dnia 1 stycznia 2017 r. wprowadzane



Fot. 3.

Rozwiązanie szklanej okładziny typu „double-skin facade”: 1 – okładzina elewacji wentylowanej, 2 – szklana okładzina, 3 – roztule do mocowania szkła w systemie punktowym (fot. autora [4])

są do obrotu w budownictwie na podstawie krajowych ocen technicznych

- zharmonizowanej normie PN-EN 13830 [N4] – w przypadku ścian osłonowych zamontowanych pionowo lub odchylonych o kąt $\pm 15^\circ$ od pionu; właściwości techniczno-użytkowe ścian osłonowych powinny być zweryfikowane co najmniej w zakresie badań typu wg [N4]; należy zauważyć, że norma [N4] nie obejmuje ścian osłonowych z oszkleniem mocowanym za pomocą spoiwa konstrukcyjnego – tego typu ściany osłonowe objęte są ETAG 002 [N5] i powinny być wprowadzane do obrotu, opierając się na krajowych lub europejskich ocenach technicznych.

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI WPŁYWAJĄCE NA BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA

Szkoło w porównaniu z innymi materiałami budowlanymi stosowanymi do wykonania okładzin elewacyjnych ma kilka specyficznych właściwości, które należy uwzględnić podczas

projektowania fasad:

- kruchość
- wrażliwość na raptowne zmiany temperatury (szok termiczny, oddziaływanie ognia)
- wielokrotna różnica między wytrzymałością na ściskanie a zginaniem.

Wpływ tych właściwości na trwałość i bezpieczeństwo użytkowania systemów elewacyjnych uwzględniany jest podczas oceny laboratoryjnej, m.in. podczas sprawdzania następujących cech elewacji:

- odporności na działanie parcia i ssania wiatru
 - odporności na uderzenie
 - odporności na szok termiczny.
- Oczywiście wymienione badania nie wyczerpują katalogu badań typu (określonych w [N2, N4, N5]), pozwalających na wprowadzanie wyrobów do obrotu w budownictwie.

ODPORNOŚĆ NA OBCIĄŻENIE WIATREM

Odporność na obciążenie wiatrem ścian osłonowych jest określana na podstawie europejskiej normy

PN-EN 12179:2004 [N6], a odporność elewacji wentylowanych – wg EAD 090062-00-0404 [N2] (do roku 2018 wg ETAG 034 [N3]).

Dopuszczalne ugięcia ściany osłonowej podczas oddziaływania wiatru przedstawiono w PN-EN 13116:2004 [N7]. Maksymalne ugięcia czołowe elementów konstrukcji ściany osłonowej między punktami podparcia lub zamocowania do konstrukcji budynku wg PN-EN 13830:2015-06 [N4] nie powinny przekraczać strzałki ugięcia d :

$$d \leq L/200, \text{ gdy } L \leq 3000 \text{ mm}$$

$$d \leq 5 \text{ mm} + L/300, \text{ gdy } 3000 \text{ mm} < L < 7500 \text{ mm}$$

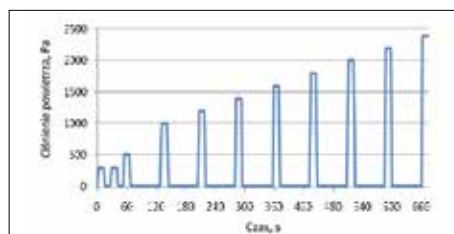
$$d \leq L/250, \text{ gdy } L \geq 7500 \text{ mm}$$

gdzie:

L – odległość mierzona między punktami podparcia lub zamocowania elementów ściany osłonowej do konstrukcji budynku.

Badając odporność na działanie wiatru ścian osłonowych, obciążenie (parcie lub ssanie wiatru) zwiększa się skokowo – wzrost obciążenia wzrasta cztery razy o 25%, aż ciśnienie wiatru nie osiągnie wartości deklarowanej P_{max} . Następnie fasada poddawana jest badaniu bezpieczeństwa, zwanemu niekiedy uderzeniem wiatru. Wartość ciśnienia powietrza przy uderzeniu wiatrem wynosi $1,5 \times P_{max}$. Podczas oddziaływania wiatru na ścianę osłonową, szyby (oraz inne elementy wypełniające) nie mogą ulec uszkodzeniom, np. pęknięć lub wypaść.

Elewacje wentylowane, elewacje typu „podwójna skóra”, naściennych elementy fotowoltaiczne w zakresie odporności na działanie wiatru sprawdzane są wg EAD 090062-00-0404 [N2] (przed 2018 rokiem wg ETAG 034 [N3]). Fasada jest poddawana cyklicznemu obciążeniu wiatrem wg schematu przedstawionego na rys. 3. Podczas badań sprawdzany jest (wizualnie) stan techniczny elewacji oraz są odnotowywane maksymalne przemieszczenia okładzin.



Rys. 3.

Schemat cyklicznego obciążenia wiatrem wg EAD 090062-00-0404 [N2]

Tabela 1. Klasyfikacja odporności ścian osłonowych na uderzenie oponą wg [N8]

Wysokość spadania [mm]	Klasa odporności na uderzenia	
	Uderzenia od wewnątrz	Uderzenia od zewnątrz
nie dotyczy	I0	E0
200	I1	E1
300	I2	E2
450	I3	E3
700	I4	E4

EAD 090062-00-0404 [N2] (przed 2018 rokiem ETAG 034 [N3]) nie określa dopuszczalnych wartości ugięć elewacji wentylowanych poddanych obciążeniom wiatrowym. Elewacja pod obciążeniem wiatrem nie może się uszkodzić lub ulec trwałym uszkodzeniom.

Odporność na działanie wiatru uzyskana laboratoryjnie powinna być uwzględniona podczas projektowania systemów elewacyjnych.

ODPORNOŚĆ NA UDERZENIA

Okładziny elewacyjne ze szkła mogą być narażone na uderzenia od strony zewnętrznej (w przypadku położenia ich w pobliżu chodników) oraz od strony wewnętrznej (w przypadku ścian osłonowych).

Metody badań elewacji wentylowanych oraz ścian osłonowych są różne. Wymagania stawiane ścianom osłonowym w zakresie odporności na uderzenia sformułowane są w PN-EN 14019:2016-07 [N8], wymagania do elewacji wentylowanych określono w EAD 090062-00-0404 [N2] (przed 2018 rokiem w ETAG 034 [N3]).

Ściana osłonowa powinna bezpiecznie wytrzymać obciążenia udarowe

ciałem ciężkim (oponą o masie 50 kg) i zachować swoją integralność. Metoda badawcza jest określona w PN-EN 13049:2004 [N9]. Uderzenia oponą nie powinny spowodować:

- odpadnięcia od ściany żadnego elementu składowego
- powstania przebić
- pęknięć
- trwałych odkształceń.

Tabela 1 zawiera klasyfikację odporności ścian osłonowych na uderzenie oponą.

Norma [N4] nie podaje zależności między klasą odporności na uderzenie wyrobu a miejscem jego zastosowania.

Z doświadczenia ITB wynika, że w miejscach o dużym natężeniu ruchu pieszych od strony wewnętrznej (np. w galeriach, pasażach dworców) ściany osłonowe powinny spełniać wymagania klasy I3, od strony zewnętrznej ściany osłonowe na poziomie parteru powinny odpowiadać klasie E3.

Przykład zachowania się ściany osłonowej po uderzeniu oponą (50 kg) przedstawia fot. 4.



Fot. 4.

Ściana osłonowa, zachowanie się szyby po uderzeniu oponą 50 kg

W przypadku elewacji wentylowanych, elewacji typu „podwójna skóra” lub naściennych systemów fotowoltaicznych, miejsca zastosowania wyrobu zależnie od odporności na uderzenie ciałem twardym (kule stalowe o masie 0,5 kg i 1 kg) oraz miękkim (ciała kuliste o masie 3 kg i 50 kg) należy określać na podstawie [N2] (zależność przedstawia tab. 2).

ODPORNOŚĆ NA WPŁYWY KLIMATYCZNE

Ze względu na wrażliwość szkła na nagłą zmianę temperatur i różną rozszerzalności termiczne, elewacje

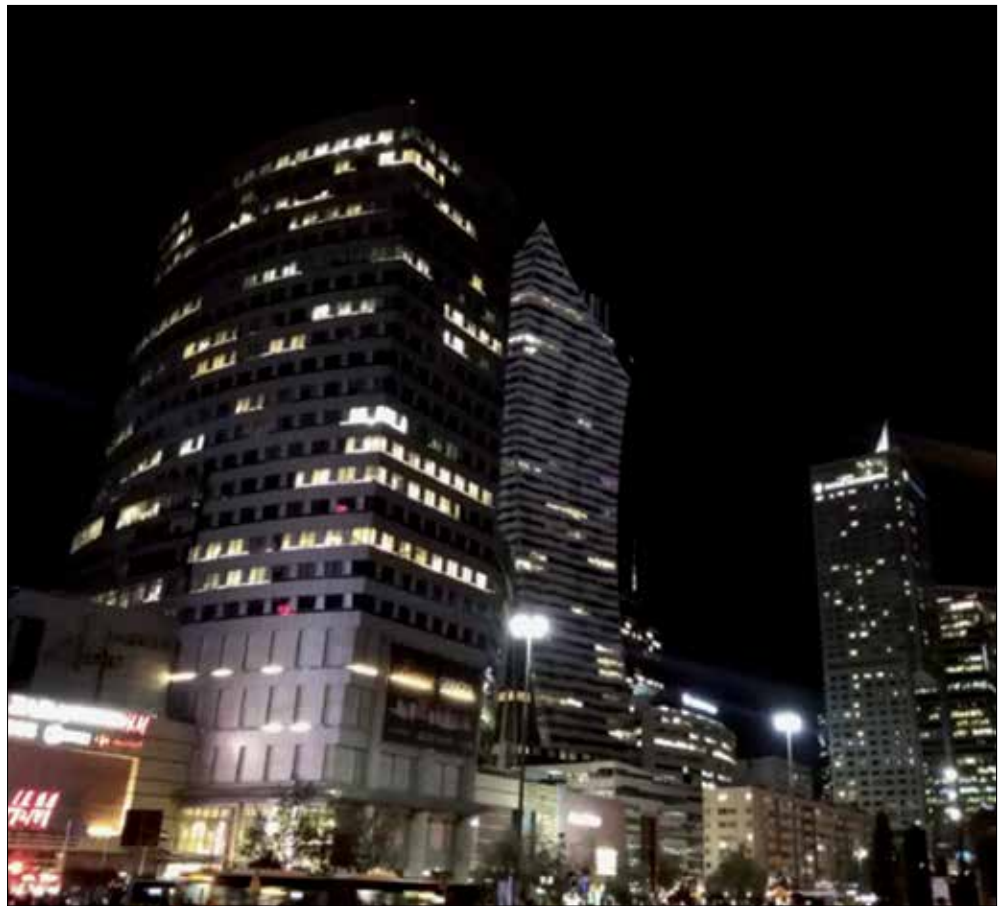
z okładzinami szklanymi poddawane są badaniom odporności na działanie cykli klimatycznych.

EAD 090062-00-0404 [N2] (przed 2018 rokiem ETAG 034 [N3]) przewiduje wykonanie następujących badań:

- 80 cykli grzanie – deszczowanie: jeden cykl przywodzi nagrzanie okładziny elewacyjnej do temperatury +70°C i następnie jej schłodzenie wodą o temperaturze +15°C
- 5 cykli grzanie – chłodzenie: jeden cykl przewiduje nagrzanie okładziny elewacyjnej do temperatury +50°C z dalszym jej schłodzeniem do temperatury -20°C.

Tabela 2. Zależność między możliwym miejscem stosowania elewacji wentylowanej a odpornością na uderzenia wg [N2, N3]

Odporność na uderzenie [J]	Miejsca zastosowania okładzin			
	Kategoria IV. Części elewacji znacznie oddalone od poziomu gruntu	Kategoria III. Części elewacji niedostępne dla ludzi, rzucanych obiektów	Kategoria II. Ograniczony dostęp ludzi, minimalna możliwość uderzeń	Kategoria I. Dolne części elewacji, duży ruch ludzi
1 J (ciało twarde 0,5 kg)	brak uszkodzeń	–	–	–
10 J (ciało twarde 1 kg)	–	brak uszkodzeń	brak uszkodzeń	brak uszkodzeń
10 J (ciało miękkie 3 kg)	–	–	brak uszkodzeń	brak uszkodzeń
60 J (ciało miękkie 3 kg)	brak uszkodzeń	brak uszkodzeń	–	–
300 J (ciało miękkie)	–	–	brak uszkodzeń	–
400 J (ciało miękkie)	–	–	–	brak uszkodzeń



Fot. 5.
Ściany osłonowe
na budynkach
w centrum Warszawy

Po oddziaływaniu wymienionych cykli elementy elewacji wentylowanej nie powinny ulec uszkodzeniom (spękaniom, deformacjom etc.). Norma [N4] nie opisuje wprost metody badawczej określenia okładzin elewacyjnych.

ZAGADNIENIE BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO

Elewacje ze szkła powinny być sprawdzane w zakresie szeroko rozumianego bezpieczeństwa pożarowego. Zakres badań omawianych wyrobów określa się w normie wyrobu (w przypadku ścian osłonowych w PN-EN 13830:2015-06 [N4] lub EAD 090062-00-0404 [N2] w przypadku elewacji wentylowanych) oraz w przepisach krajowych. Z rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, wynika konieczność sprawdzenia, czy:

- rozwiązania konstrukcyjne przyjęte w budynku zapewniają w trakcie pożaru nośność konstrukcji przez określony czas, ograniczenie rozprzestrzenienia się ognia i dymu w budynku oraz przenoszenia się pożaru na obiekty sąsiednie, możliwość ewakuacji ludzi znajdujących się w obiekcie oraz zagwarantowanie bezpieczeństwa ekipom prowadzącym akcję ratowniczą
- elementy okładzin elewacyjnych są mocowane do konstrukcji budynku w sposób uniemożliwiający ich odpadanie w przypadku pożaru w czasie krótszym niż wynikający z wymaganej klasy odporności ogniowej dla ściany zewnętrznej, odpowiednio do klasy odporności pożarowej budynku, w którym są one zamocowane. ◀

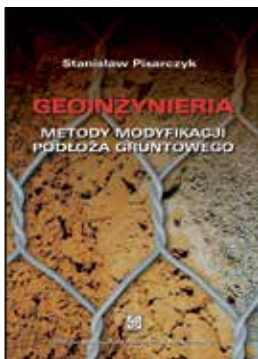
NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- N1. PN-EN 13119:2016-08 Ściany osłonowe – Terminologia.
- N2. EAD 090062-00-0404 Cladding Kits Part 1: Ventilated cladding kits comprising cladding components and associated fixings – Part 2: Cladding kits comprising cladding components, associated fixings, subframe and possible insulation layer.
- N3. ETAG 034 Guideline for European Technical Approval of kits for external wall claddings, Brussel, 2010.
- N4. PN-EN 13830:2015-06 Ściany osłonowe – Norma wyrobu.
- N5. ETAG 002 Guideline for European Technical Approval for structural sealant glazing kits (SSGK), Brussel, 2012.
- N6. PN-EN 12179:2004 Ściany osłonowe – Odporność na obciążenie wiatrem – Metoda badania.
- N7. PN-EN 13116:2004 Ściany osłonowe – Odporność na obciążenie wiatrem – Wymagania eksploatacyjne.

- N8. PN-EN 14019:2016-07 Ściany osłonowe – Odporność na uderzenia – Wymagania eksploatacyjne.
- N9. PN-EN 13049 Okna – Uderzenia ciałem miękkim i ciężkim – Metoda badania, wymagania dotyczące bezpieczeństwa i klasyfikacja.

LITERATURA

1. warszawwpgulce.pl (z dn. 16.04.2016 r.).
2. oknonet.pl/szklo/news,24777.html
3. infoarchitekta.pl (z dn. 4.12.2017 r.).
4. Kopytów O., *Elewacje szklane w budynkach infrastruktury dworcowej w kontekście bezpieczeństwa użytkownika*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, nr 12/2016.



GEOINŻYNERIA. METODY MODYFIKACJI PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Stanisław Pisarczyk

Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, wyd. 3, 2020 r., 236 strony

W skrypcie omówiono główne metody ulepszania podłoża gruntowego, tj. zagęszczanie, wymianę, prekonsolidację, cementację, stabilizację oraz zbrojenie i umocnienia biotechniczne zboczy oraz skarp. Skrypt stanowi znaczące uzupełnienie literatury dotyczącej problemów fundamentowania, geotechniki i budownictwa ziemnego. Mogą z niego korzystać studenci Wydziału Inżynierii Środowiska i Wydziału Inżynierii Łądowej oraz studenci innych politechnik i akademii rolniczych. Zawarte w skrypcie wiadomości mogą być wykorzystywane również przez inżynierów-projektantów i wykonawców oraz pełniących nadzory budowlane.



GAZOWE I OLEJOWE ŹRÓDŁA CIEPŁA MAŁEJ MOCY

Krystyna Mizielińska, Jarosław Olszak

Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, wyd. 3, 2020 r., 314 stron

Podręcznik skierowany jest do studentów kierunków związanych z wytwarzaniem i wykorzystywaniem ciepła, projektantów i wykonawców kotłowni oraz instalacji grzewczych. Zawiera teoretyczne i praktyczne informacje dotyczące budowy i doboru kotłów, podgrzewaczy c.w.u., pomp, zaworów regulacyjnych, palników, przewodów spalinowych. Ponadto zamieszczono w nim charakterystykę i właściwości powszechnie stosowanych w ciepłownictwie paliw kopalnych, zalecenia dotyczące jakości wody grzewczej, wymagania odnośnie pomieszczeń kotłowni, a także opis metod regulacji automatycznej układu technologicznego kotłowni. Na zakończenie zamieszczono formalne i praktyczne wymagania, jakie powinien spełniać projekt techniczny kotłowni.



WPLYW PARAMETRÓW STYKU NA PRACĘ STATYCZNĄ ŻELBETOWYCH BELEK ZESPOLONYCH O PRZEKROJU TEOWYM

Łukasz Jabłoński

Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2020 r., 194 strony, oprawa miękka

Monografia obejmuje zagadnienia pracy statycznej żelbetowych elementów zespolonych w strefach przypodporowych oraz w styku, pod obciążeniem doraźnym. Opisuje badania doświadczalne belek o przekroju teowym z różnie usytuowanym i ukształtowanym stykiem, analizy parametryczne w oparciu o metodologię fib Model Code 2010 i mechaniki konstrukcji oraz analizy numeryczne w oprogramowaniu ABAQUS. Uzyskane dane pozwoliły na opracowanie zaleceń do projektowania, stworzenie algorytmu obliczania nośności stref przypodporowych belek zespolonych, jak również określenie wartości współczynników potrzebnych do wyznaczenia naprężeń rysujących styk.

KREATOR BUDOWNICTWA ROKU

Rozwój, bezpieczeństwo, triumf



Dołącz do grona Laureatów
JUBILEUSZOWEJ edycji
tytułu Kreator Budownictwa
Roku 2020

Zapytaj o szczegóły: reklama@wpiib.pl

www.KreatorBudownictwaRoku.pl

Buduj sukces razem z nami!



WYDAWNICTWO
POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Wydawnictwo Polskiej Izby
Inżynierów Budownictwa sp. z o.o.
00-867 Warszawa
ul. Chłodna 48, lok. 199
tel. 22 255 33 40
biuro@wpiib.pl
www.inzynierbudownictwa.pl
www.izbudujemy.pl
www.kreatorbudownictwaroku.pl

