



Temat wydania

Budowlane innowacje i kierunki ich rozwoju

Partnerzy tematu:



Niepohamowana ciekawość i chęć rozwoju, myśl techniczna i nauka, a także zdolność do wynalazczości od zawsze popychały świat do przodu. Wszystkie te określenia składają się na jedno – innowacyjność. Jak powiedział Bill Gates: „Prawdziwym motorem postępu jest innowacyjność”. To właśnie dzięki niej otaczająca nas przestrzeń tak bardzo różni się od tej z poprzednich epok. Wyzwania współczesnego świata sprawiają, że innowacje w budownictwie odgrywają kluczową rolę w całej gospodarce i wiążane są z nimi duże oczekiwania.

Ludzkosc na przełomie wieków zrobiła niezwykle skok w zakresie technologii, urządzeń, maszyn i materiałów budowlanych. Innowacje i wynalazki poprzednich pokoleń umożliwiły rozwijanie kolejnych, nowych lub ulepszonych rozwiązań. Każdorazowo nowe odkrycia, idee, technologie stanowiły odpowiedź na pewną potrzebę czy niedobór i zwykle w pewnym stopniu opierały się na wiedzy uczonych i inżynierów z przeszłości. Były zatem znakiem swoich czasów, a kierunek innowacyjności zależał od obrazu świata w danym okresie. Tak samo wygląda to obecnie. Globalne trendy budowlane kształtowane są na podstawie wyzwań środowiskowych, sytuacji geopolitycznej, społecznej i gospodarczej oraz potrzeb w zakresie nowoczesnych projektów budowlanych i istniejącego dorobku technicznego. Specyficzna sytuacja, w któ-

rej znajduje się świat, sprawia, że innowacje w budownictwie są niezwykle istotne dla całej populacji. Można powiedzieć, że są one wręcz wyczekiwane. Wyzwania środowiskowe i gospodarcze sprawiają, że jak nigdy potrzeba nam nowych, lepszych, bardziej zrównoważonych i ekologicznych rozwiązań tu i teraz. Ponadto zmieniający się model branży, a także ogrom danych i informacji koniecznych do przetworzenia sprawiają, że obecne metody i zasoby przestają być efektywne i prędzej czy później transformacja w kierunku nowoczesnych technologii stanie się faktem. Warto zatem zapoznać się z głównymi kierunkami, w jakich zmierzają budowlane innowacje przyszłości.

Ewolucja innowacyjności w budownictwie

Budownictwo od zarania dziejów było niezwykle istotną częścią ludzkiego życia. Przyczynia się bowiem do zaspokojenia jednej z kluczowych potrzeb, leżącej u podstaw funkcjonowania, a mianowicie potrzeby bezpieczeństwa. Już od początków istnienia człowiek dążył do zapewnienia sobie schronienia. Z czasem narzędzia stawały się coraz bardziej złożone, potrzeby coraz większe, budowle zaczęły służyć nie tylko tym najbardziej pierwotnym potrzebom. W miarę ewolucji ludzkości budownictwo zaczęło odgrywać o wiele większą rolę, a wszystko to stało się możliwe dzięki innowacyjności.

W początkowych etapach rozwoju człowiek miał do dyspozycji prymitywne narzędzia, najczęściej formowane z kamienia. Prawdziwym przełomem okazało się wynalezienie koła, które zrewolucjonizowało podejście do budowania, transportu ludzi i ładunków. Wydarzenie to bez wątpienia stanowiło kamień milowy w rozwoju branży, ale i całej ludzkości. Z kolei jeśli chodzi o starożytnych pionierów budowlanych, to nie sposób nie wspomnieć o Rzymianach. Zasłynęli oni jako wybitni inżynierowie za sprawą m.in. stworzenia wyrafinowanego systemu dróg, które powstawały z kilku warstw. Pierwsza z nich to *statumen*, wykonana z warstwy piasku, a następnie warstwy z kamienia. Kolejna to *rudatio*, czyli tłuczeń kamienny lub potłuczony piaskowiec, który był ubijany i zalewany zaprawą z tłuczonej cegły i wapnia. Następnie przechodzono do podbudowy, czyli *nucleus*, która stanowiła izolację (cement zmieszany z żużlem, piaskiem i gliną) oraz *summum dorsum* (warstwa ze żwiru). Nawierzchnia natomiast wykonywana była z płyt. Technologia ta okazała się tak wytrzymała, że fragmenty dróg rzymskich możemy podziwiać do dziś. Innymi innowacyjnymi rozwiązaniami, którymi mogą się poszczycić Rzymianie, a które dały podwaliny pod nowe technologie, to m.in. systemy wodociągowe i zastosowanie betonu.

Ważnym punktem na osi czasu budownictwa była pierwsza rewolucja przemysłowa, mająca miejsce w XVIII w., która zapoczątkowała proces zmian technologicznych, społecznych i gospodarczych. W wyniku tej transformacji praca stała się zmechanizowana, powstawały fabryki. Jej symbolami są zmiany społeczne, industrializacja i urbanizacja. Kolejne lata przyniosły drugą rewolucję przemysłową, która przyspieszyła i pogłębiła dalszy rozwój techniki. Szczególne osiągnięcia w tym czasie dotyczyły m.in. wykorzystania energii elektrycznej, rozwoju metalurgii i przemysłu chemicznego. Początek trzeciej rewolucji przemysłowej przypada na drugą połowę XX w., a jej powstanie związane jest z rozwojem komputerów i sterowników umożliwiających automatyzację maszyn i procesów, która w jeszcze większym stopniu zredukowała udział człowieka. Obecnie mamy do czynienia z czwartą rewolucją przemysłową, czyli tzw. przemysłem 4.0, choć na horyzoncie widać już mglisty zarys kolejnej,



piątej rewolucji, w raporcie Komisji Europejskiej określanej jako *Industry 5.0*. Koncepcja przemysłu 5.0 nie jest alternatywą ani ewolucją przemysłu 4.0, lecz raczej korektą obranego przez niego kursu. W czwartej rewolucji przemysłowej skupiono się przede wszystkim na cyfryzacji procesów i zastosowaniu sztucznej inteligencji w celu zwiększenia wydajności, zaniedbując znaczenie pracowników produkcji i bardziej zrównoważonego łańcucha dostaw. Przemysł 5.0 stawia człowieka w centrum procesu produkcyjnego, a technologia powinna mu służyć, a nie odwrotnie. W tym podejściu dąży się do zapewnienia pełnej współpracy między ludźmi i maszynami, aby osiągnąć harmonię i synergiczne połączenie pracy ludzi i urządzeń. Innymi słowy, w przeciwieństwie do przemysłu 4.0, który skupia się na komunikacji między maszynami i systemami informatycznymi, przemysł 5.0 szuka rozwiązań umożliwiających efektywną kooperację między ludźmi a urządzeniami.

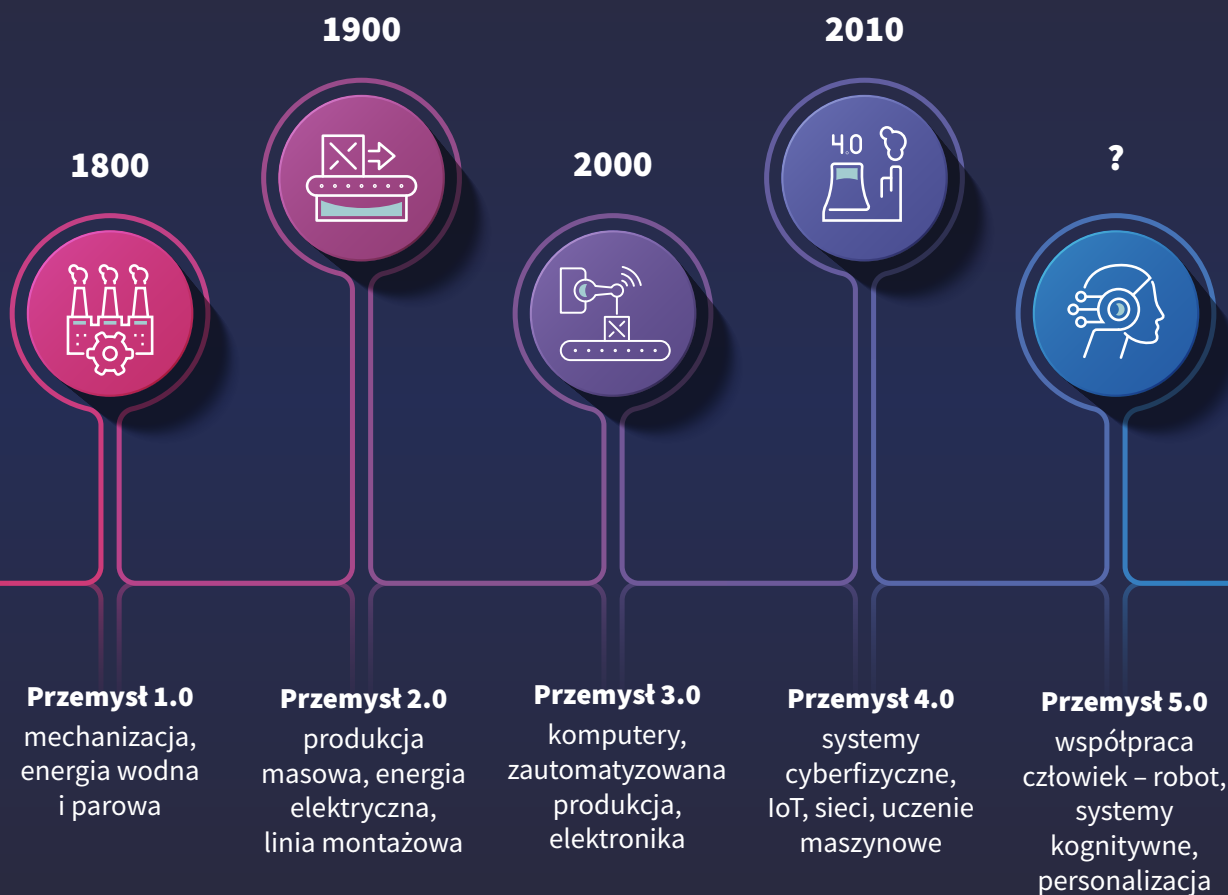
Aktualne światowe trendy w zakresie innowacji w budownictwie są dość klarownie zdefiniowane. Jednym z kluczowych kierunków rozwoju jest dążenie do budownictwa neutralnego klimatycznie, efektywnego i zrównoważonego, przyjaznego dla człowieka i klimatu. Wynika to z rosnącej presji środowiskowej, która przekłada się na konkretne wymogi prawne. Zatem należy się spodziewać, że rozwój innowacyjności w tej dziedzinie będzie trwał i dotyczyć będzie inteligentnych i ekologicznych materiałów

oraz efektywnych energetycznie technologii budowlanych, ale także wzrostu znaczenia modułowych technologii wznoszenia obiektów czy DFMA (*design for manufacture and assembly*), które zwiększają możliwości kontrolowania i zarządzania zasobami, a w efekcie również wpływem budownictwa na środowisko. Innym ważnym obszarem zaawansowanych innowacji jest cyfrowa transformacja budownictwa, silnie powiązana z adaptacją rozwiązań przemysłu 4.0. Co prawda tempo i poziom jej zaawansowania istotnie różni się w zależności od regionu, jednak branżowi eksperci są zgodni – jest to przyszłość budownictwa. Prognozuje się dalsze rozpoznawanie możliwości i udoskonalanie rozwiązań i potencjalnych zastosowań w zakresie BIM, IoT, VR/AR, sztucznej inteligencji i BIG Data. Gromadzenie, analizowanie i przetwarzanie danych w połączeniu z modelami cyfrowymi będą stale rozwijane. Duży potencjał kryje się w robotyzacji oraz wykorzystaniu nowoczesnych urządzeń, np. dronów.

Ekobudownictwo

Paliwa kopalne mają wyczerpalne złoża i prędzej czy później będą wymagały zastąpienia. Ostatni czas pokazuje jednak, że transformacja w kierunku alternatywnych źródeł energii musi nastąpić zdecydowanie szybciej. Kryzys i zawirowania na rynku energetycznym przypominają, jak ważny dla harmonijnego funkcjonowania świata jest ten sektor. Obecna sytuacja geopolity-

Rewolucje przemysłowe



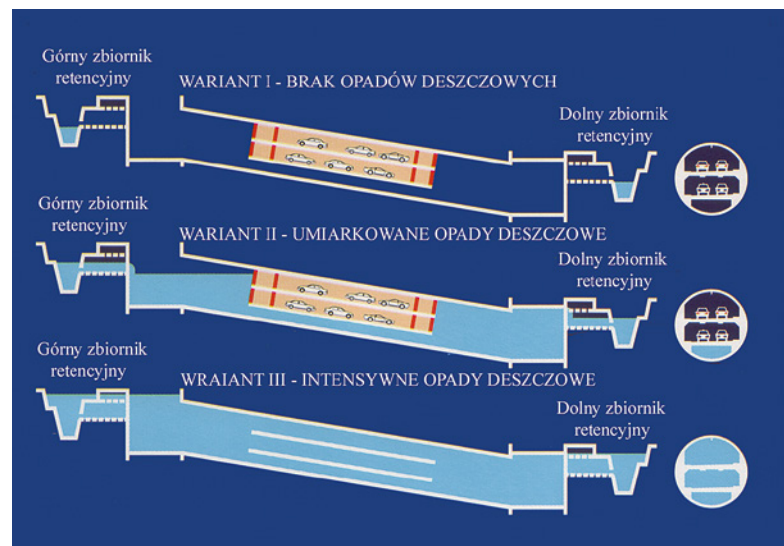


Duński hotel GSH na wyspie Bornholm ma być pierwszym budynkiem o ujemnym poziomie emisji CO₂. Do jego realizacji przewidziano wykorzystanie m.in. drewna klejonego krzyżowo, wyeliminowano potrzebę wentylacji mechanicznej, a elementy budynku nadają się do ponownego wykorzystania w przyszłości, fot. Adam Mork / 3XN

tyczna sprawa, że zapotrzebowanie na energię oraz widmo potencjalnych wyzwań w zakresie zapewnienia jej dostaw, a także wysokie ceny będą istotnymi czynnikami wpływającym na stan budownictwa. Nie mniej istotne są kwestie przeciwdziałania zmianom klimatycznym oraz restrykcje i wymagania z tym związane. Dlatego też eksperci branżowi wskazują, że spodziewany jest dalszy rozwój nowych technologii budowlanych, które będą charakteryzowały się energooszczędnością i pozytywnym wpływem na środowisko naturalne.

Zielone budynki, a nawet całe zielone miasta to idea, która mocno wpisuje się w nurt ekobudownictwa. Często też wiąże się z tym zagadnienie *smart cities*, czyli miast wykorzystujących nowoczesne technologie do wypracowania wysokiej efektywności na wielu płaszczyznach, w tym efektywności energetycznej. Wyrażenia kluczowe, które się z nimi kojarzą, to przede wszystkim energia odnawialna, odzysk energii, naturalne i proekologiczne materiały budowlane, gospodarka cyrkularna, przetwarzanie i zarządzanie danymi, a także efektywne i zrównoważone technologie wznoszenia obiektów budowlanych. Architekci i specjaliści branżowi coraz większą uwagę przykładają do wdrożenia przemyślanych i inteligentnych rozwiązań (m.in. odpowiednia geometria i architektura, w tym orientacja obiektu względem stron świata, zastosowanie świetlików, sterowanych klap na oknach ułatwiających cyrkulację powietrza) i technologicznych (m.in. odzysk ciepła), które umożliwiają naturalną termoregulację i rezygnację z wentylacji mechanicznej oraz redukcję zużycia energii elektrycznej. Coraz częściej realizowane są także nowoczesne systemy zarządzania obiektami, polegające na zbieraniu danych, monitorowaniu, a następnie korygowaniu przyjętych ustawień. Projekty nowoczesnych miast przyszłości zakładają wręcz synergię życia ludzi z cyklami w środowisku.

Nie tylko budownictwo kubaturowe próbuje sprostać wyzwaniom energetycznym. Wiele ciekawych idei i innowacji powstaje w zakresie budownictwa infrastrukturalnego. Przykładem mogą być innowacyjne drogi *kinetic roads*. Badacze z USA opracowali koncepcję wychwytywania energii kinetycznej z ruchu ulicznego, a następnie przekształcania jej w energię elektryczną. Techno-



SMART Tunnel w Kuala Lumpur (*Stormwater Management and Road Tunnel*) jest jednocześnie tunelem drogowym oraz tunelem do zarządzania wodą burzową. Oprócz zalet tradycyjnego tunelu, jak choćby redukcja natężenia ruchu i hałasu czy poprawa życia mieszkańców, tunel SMART rozwiązuje problem gwałtownych powodzi, źródło: Andrzej Kulickowski

logia ta opiera się na wykorzystaniu materiałów piezoelektrycznych, które w wyniku poddawania naprężeniom generują ładunki elektryczne. Autorzy badań wskazują, że to niejedyny sposób wykorzystania infrastruktury drogowej. Innym podejściem jest np. realizacja *solar roads*, czyli dróg zintegrowanych z panelami fotowoltaicznymi oraz zastosowanie gruntowych pomp ciepła do odzysku energii poniżej dróg.

W ekologicznym budownictwie znaczącą rolę odgrywają także nowatorskie projekty dotyczące realizacji przyjaznych środowisku źródeł wytwórczych i innych powiązanych z nimi obiektów. Jak to często bywa, innowacje i w tym przypadku polegają na tworzeniu połączeń i modyfikacji rozwiązań, które są już powszechnie znane, przetestowane i uważane za efektywne. Przykładem z własnego podwórka może być pionierska budowa układu

kogeneracyjnego, zrealizowana przez jedną ze spółek energetycznych w województwie wielkopolskim w pobliżu oczyszczalni ścieków. Ta konkretna instalacja energetyczna wyróżnia się sprzęgnięciem kogeneracji z systemem odzysku ciepła odpadowego ze ścieków realizowanym przy użyciu pompy ciepła. Moc elektryczna całego układu wynosi 1 MW, a moc cieplna 2,9 MW. 70% mocy elektrycznej jest przeznaczona na zasilanie pompy ciepła, natomiast pozostała część trafia do KSE.

Oprócz inteligentnych systemów i rozwiązań technologicznych istotne jest stosowanie efektywnych technologii realizacji robót budowlanych zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju. W tej kategorii bezsprzecznie wygrywają metody wykorzystujące prefabrykację i modułowość. Światowi eksperci z branży przewidują długofalowy rozwój tego rodzaju technologii oraz większe pole dla innowacji w tej dziedzinie, gdyż przynoszą one wymierne korzyści zarówno dla człowieka, jak i środowiska naturalnego, jednocześnie rozwiązując coraz bardziej doskwierający problem braku wykwalifikowanych pracowników budowlanych. Wśród zalet tych metod można wymienić poprawę bezpieczeństwa w miejscu pracy przez kontrolowane i przewidywalne warunki, większy komfort pracy, zdecydowanie wyższy poziom produktywności, a także o wiele większe możliwości efektywnego zarządzania zasobami i wpływem na środowisko. Wśród innych

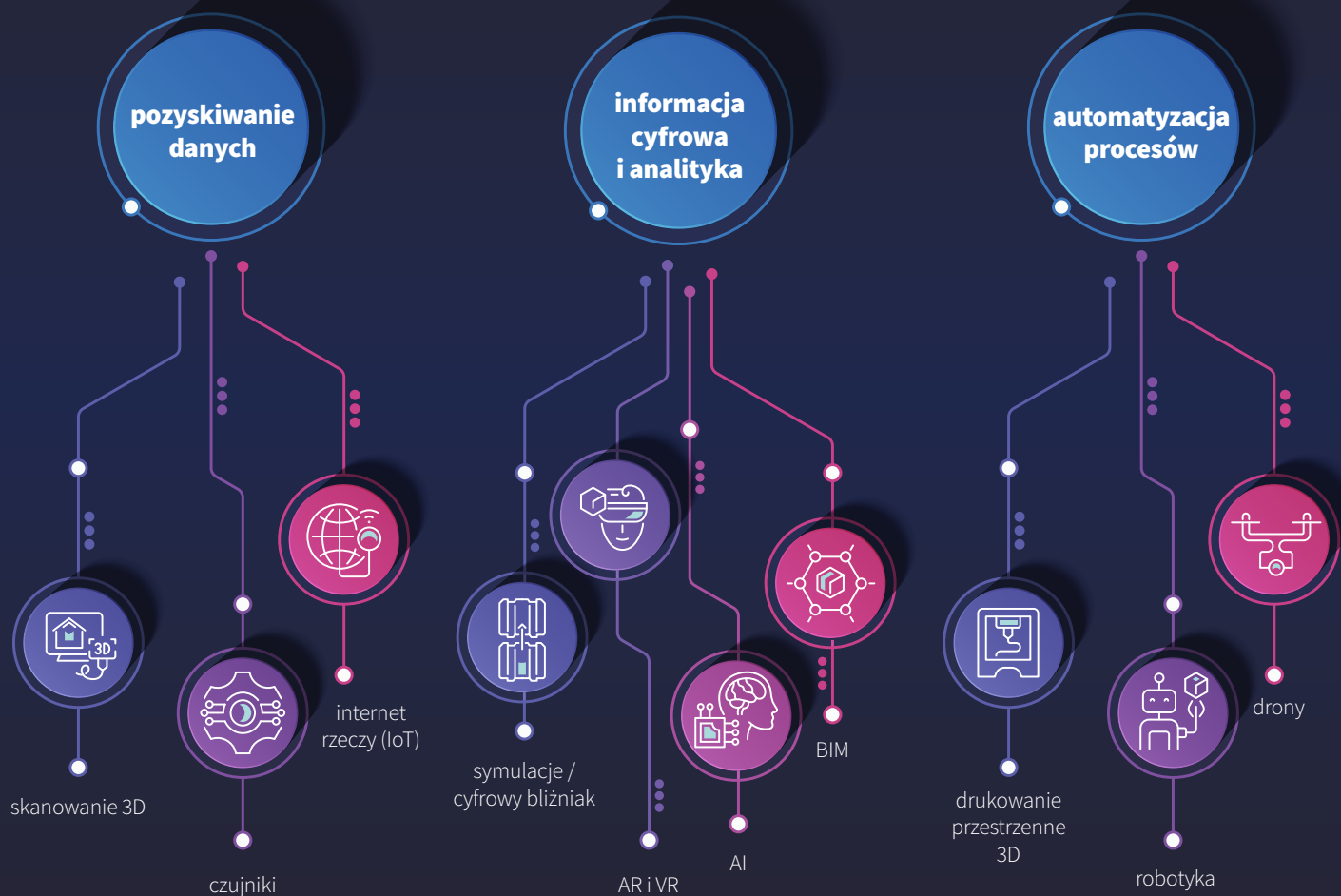
technologii opierających się na zasadzie kontrolowanego procesu budowlanego można wyróżnić realizacje przy użyciu druku 3D. Początkowo technologia ta umożliwiała wykonywanie prototypów czy małych, niekonstrukcyjnych elementów. Jej rozwój doprowadził do tego, że na świecie powstają kolejne, coraz bardziej imponujące realizacje. W 2021 r. w Niemczech powstał trzypiętrowy budynek wykonany z użyciem tej technologii, a niedługo później takim wynikiem mogła poszczycić się też Arabia Saudyjska, gdzie w Shams Al Riyadh powstała trzypiętrowa willa, będąca najwyższym tego typu obiektem na świecie, o łącznej wysokości niespełna 10 m.

Zaawansowane technologie w branży budowlanej

Zaawansowane technologie oparte na systemach informacyjnych, automatyce i robotyce stwarzają coraz więcej możliwości ich adaptacji w sektorze budowlanym. Wiele z nich jest już dostępnych i przetestowanych, należy jedynie dokonać odpowiednich analiz technicznych i biznesowych, aby je urynkować i wdrożyć. Państwa wysoko rozwinięte i zaawansowane technologicznie już rozpoczęły tę transformację i przecierają szlaki pozostałym. Wiele z tych rozwiązań, głównie z zakresu cyfryzacji, odnosi się do usprawniania procesów, takich jak planowanie, projektowanie, kosztorysowanie i harmonogramowanie, kon-

Przemysł 4.0

Rodzaje technologii cyfrowych w budownictwie

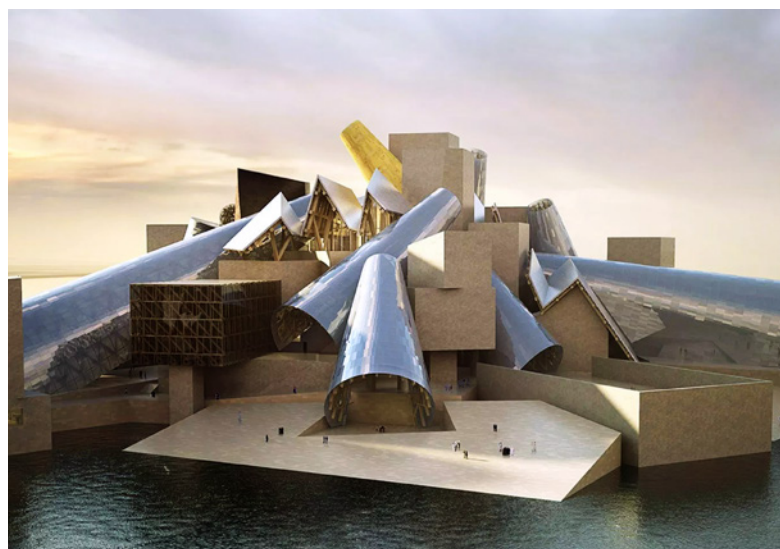


trola jakości, zarządzanie projektami. Jednak innowacje mają miejsce również w zakresie robót budowlanych. Zaawansowane technologie dotyczą w tym obszarze głównie automatyzacji i robotyzacji placów budowy, ale także wykorzystania aplikacji i urządzeń, jak drony czy egzoskielety zwiększające wydajność i bezpieczeństwo pracy.

Cyfryzacja procesu budowlanego rozpoczęła się już jakiś czas temu, a u jej podstaw leży implementacja technologii BIM. Stopień wykorzystania tej metodyki różni się nawet w samej UE, gdzie niektóre kraje już dziś dysponują odpowiednimi przepisami prawa wymagającymi zastosowania BIM w zamówieniach publicznych, a inne, jak Polska, jeszcze takich regulacji nie posiadają. Ogólnym trendem w zakresie BIM będzie dążenie do maksymalizowania informacji przechowywanych w modelu, a więc już nie tylko 3D, ale i BIM 4D (integracja modelu z harmonogramem), BIM 5D (wymiar uwzględniający koszty inwestycji), BIM 6D (wzbogacenie modelu o możliwość złożonych analiz energetycznych), BIM 7D (integracja modelu z innymi istniejącymi danymi w celu umożliwienia zarządzania obiektem), BIM 8D (wymiar pozwalający na analizy czynników ryzyka dotyczących obiektu). Dodatkowym źródłem informacji mogą też być nagrania z dronów. Coraz częściej mówi się także o potrzebie tworzenia cyfrowych bliźniaków, które umożliwiają dogłębną obserwację i analizę danych. Dzięki temu rozwiązaniu właściciel obiektu otrzymuje kompletną informację, która później wzbogacana jest o dane z etapu eksploatacji, co jest podstawą budowania modeli i symulacji. W ten sposób właściciel lub zarządca może monitorować wybrane zagadnienia, m.in. zużycie energii, emisję CO₂, zużycie eksploatacyjne elementów systemu i wiele innych w zależności od wprowadzonych danych wejściowych, np. system może wysłać sygnał o optymalnym czasie eksploatacji danych komponentów czy konieczności ich wymiany. Cyfrowe bliźniaki można tworzyć bez zastosowania BIM. Jednak to właśnie technologia BIM, gromadząca kompleksową, wielobranżową informację ze wszystkich etapów projektu, umożliwia osiągnięcie maksymalnych korzyści i wartościowych, dokładnych danych. Dlatego uważa się, że w procesie budowlanym przyszłości cyfrowe bliźniaki będą stanowiły integralną część modelowania BIM.

Cyfryzacja budownictwa dotyczy także nowych rozwiązań w zakresie zarządzania dokumentacją projektową. Obieg dokumentów powinien być tak zorganizowany, aby minimalizować liczbę błędów komunikacyjnych i umożliwiać klarowną, jednoznaczną prezentację danych nie tylko wewnątrz jednej firmy, ale dla wszystkich uczestników procesu budowlanego. Komunikacja może być wspomagana przez wirtualną rzeczywistość (*virtual reality* – VR) oraz rzeczywistość rozszerzoną (*augmented reality* – AR). Przy ich użyciu można np. uzyskać podgląd projektów w czasie rzeczywistym pod dowolnym kątem bez konieczności przebywania na miejscu inwestycji.

W budownictwie gromadzi się coraz więcej danych. W związku z tym przewiduje się wzrost zapotrzebowania na specjalistów z zakresu analityki, którzy będą posiadali kompetencje techniczno-analityczne. Ich praca będzie polegała m.in. na wspieraniu biznesowych procesów decyzyjnych. Ponadto takie wsparcie będzie stanowić także sztuczna inteligencja (AI). Jest ona w stanie przetwarzać dane i identyfikować pewne wzorce, które mogłyby zostać nierozpoznane przez człowieka. Dzięki temu możliwe jest generowanie dokładniejszych prognoz dotyczących np. szacowanych kosztów, terminów realizacji.



Nowatorskie Muzeum Guggenheima w Abu Zabi – w przebiegu inwestycji BIM został wykorzystany do projektowania i symulacji budynku, koordynacji oraz zarządzania budową i logistyką. Po zakończeniu budowy będzie używany do zarządzania i konserwacji systemów oraz wyposażenia budynku przez cały cykl jego życia, wizualizacje Frank Gehry / Guggenheim Abu Dhabi

Jednocześnie z automatyzacją w zakresie planowania i projektowania obserwuje się innowacje w sposobie budowania. Producenci dokładają starań, aby maszyny znajdujące się w ich ofercie skutecznie ułatwiały pracę operatorowi, a także zapewniały mu maksymalne możliwe bezpieczeństwo. Maszyny i urządzenia wyposażane są w inteligentne systemy, czujniki, posiadają możliwość komunikacji z modelami cyfrowymi, tak aby jeszcze bardziej zautomatyzować i uprościć wykonywane zadanie. Jednak budownictwo przyszłości idzie o krok dalej i zmierza do pełnej robotyzacji i automatyzacji za pomocą autonomicznych maszyn i inteligentnych technologii. Ciekawym przykładem takiej futurystycznej wizji jest budowa tamy Yangqu na Żółtej Rzece, drugiej co do wielkości rzece w Chinach. Zespół naukowców z Uniwersytetu Tsinghua w Pekinie opublikował plan ten inwestycji. Zakłada on wykonanie tamy o wysokości ok. 180 m przy użyciu druku 3D, sztucznej inteligencji oraz autonomicznych robotów, ciężarówek, spychaczy, walców itd. Ambitny projekt zakłada nowatorskie podejście do druku 3D, mianowicie naukowcy planują nie korzystać ze znanych dotychczas drukarek, a w zamian użyć robotów sterowanych przez

sztuczną inteligencję. Model zapory będzie dostarczać informację o ilości potrzebnego materiału do wykonania danego odcinka tamy. Roboty będą transportować odpowiednią ilość materiału wypełniającego we właściwe miejsce, a następnie dokonywać inteligentnego rozkładania, aby stworzyć warstwę druku. Po zakończeniu etapu roboty będą wysyłać informację zwrotną do systemu planowania. Proces ten będzie powtarzany aż do uzyskania wymaganej liczby warstw. Jeśli projekt Yangqu dojdzie do skutku, to z pewnością będzie istotnym wydarzeniem w obszarze zaawansowanych technologii budowlanych.

Trendy w inżynierii materiałowej

Wprowadzanie nowych trendów, technologii i rozwiązań w budownictwie często ściśle wiąże się z rozwojem i modyfikacją stosowanych materiałów budowlanych. Ciekawym kierunkiem innowacji w tym kontekście są inteligentne materiały. Przymiotnik inteligentne odnosi się do zdolności spełnienia określonych zadań w czasie ich eksploatacji bez konieczności ingerencji czy obsługi człowieka. Są one bowiem zdolne zmieniać swoje właściwości pod wpływem działania co najmniej jednego bodźca pochodzącego ze środowiska zewnętrznego. Czynnikiem, które wywołują pożądaną reakcję, mogą być światło, ciśnienie, wahanie temperatury lub nawet powietrze. Większość tego typu materiałów jest w dalszym ciągu w fazie rozwoju i nie można na razie mówić o ich upowszechnieniu. Jednak biorąc pod uwagę, że budownictwo coraz bardziej zwraca się ku rozwiązaniom wydłużającym cykl życia, zrównoważonym i ekologicznym, można przypuszczać, że materiały te będą zwracały na siebie coraz większą uwagę, co przyczyni się do ich dalszego rozwoju. Jednym z takich inteligentnych materiałów są te o zdolności

do samonaprawy. W pewnym sensie posiadają cechy materii ożywionej. Często przedmiotem badań w tym zakresie jest beton. Jedną z technik jest dodanie do mieszanki specyficznych rodzajów bakterii, które mogą przetrwać w środowisku beztlenowym wiele dekad, a które to potrafią naturalnie zamknąć wszelkie potencjalne pęknięcia w strukturze. Innym przykładem mogą być materiały samoczyszczące się, np. farba, która w wyniku reakcji chemicznych pod wpływem światła rozkłada czynniki zanieczyszczające, a także redukuje nieprzyjemne zapachy. Takie rozwiązanie przyczynia się do ograniczenia emisji zanieczyszczających gazów i można je stosować na elewacjach budynków, a nawet wewnątrz tuneli.

Kolejnym trendem są odnawialne materiały budowlane. Przykładem może być drewno czy bambus, które coraz częściej wykorzystywane są na większą skalę. Są to materiały znane ludzkości od wieków, a ich innowacyjność polega najczęściej na zastosowaniu ich jako głównego elementu konstrukcyjnego w bardziej złożonych i zaawansowanych konstrukcjach, tym samym redukując zużycie tradycyjnych, mniej ekologicznych materiałów. Przykładem może być technologia CLT (*cross laminated timber*), czyli specjalne panele drewniane składające się z kilku warstw desek ułożonych poprzecznie i połączonych ze sobą klejem oraz mikrowczepami. Zapewniają one wysoką wytrzymałość i sztywność, dzięki czemu z powodzeniem mogą być używane jako elementy nośne, jak stropy, ściany czy dachy.

Jeszcze innym podejściem jest ulepszanie materiałów stosowanych na masową skalę, ale ich wpływ na środowisko ma potencjał do poprawy. W tym celu powstają np. nowe receptury mieszanek betonowych, m.in. redukujące zawartość cementu portlandzkiego na rzecz innych składników, co przyczynia się

Czy wiesz, że...





fol. 2New World Art Design, Adobe Stock, wygenerowane przez AI

do redukcji emisji CO₂. Duże możliwości wykazuje także obszar kompozytów, które powstają w wyniku połączenia co najmniej dwóch faz, czyli materiałów wykazujących różne właściwości fizykochemiczne i co do zasady tworzą materiał o właściwościach lepszych niż każdy z komponentów z osobna. Wśród nieszablonowych i innowacyjnych kompozytów można wyróżnić beton zbrojony wcześniej wspomnianym bambusem. Jest on naturalny, biodegradowalny, a zatem energooszczędny. Takie jego cechy, jak wytrzymałość na rozciąganie czy sprężystość, sprawiają, że ma on szansę stać się zamiennikiem stali.

Rozwój nowoczesnych materiałów ma związek nie tylko z głównymi nurtami w branży, choć te z pewnością będą doświadczać większej intensyfikacji działań. Środowiska naukowo-techniczne sukcesywnie pracują również nad innymi obszarami. Siłą napędową do innowacji jest bowiem czysta i naturalna chęć rozwoju i postępu technologicznego. Jednym z bardziej fascynujących obszarów branży jest budownictwo kosmiczne. Choć jest ono jeszcze w dużej mierze teoretyczne, to już teraz powstają rozwiązania, technologie i materiały, które mają przybliżyć nas do możliwości osiedlenia się poza planetą ziemską. Wynikiem takich prac są niezwykle technologie i materiały, jak kompozyt marsjański składający się z regolitu i plastikowych odpadów, który może służyć jako tusz do drukarki 3D. Regolit to mieszanka pyłu i zwiertzałej skały, tworząca luźną warstwę na powierzchni Ziemi, ale i innych planet, jak Mars. Badacze z NASA z powodzeniem testowali już możliwości tej technologii na elementach o mniejszych gabarytach, pozostaje jeszcze sprawdzić, jak sobie poradzi w pełnoskalowych obiektach.

Oblicza polskiej innowacyjności

Zgodnie z unijnym rankingiem *European Innovation Scoreboard 2022* Polska klasyfikowana jest jako wschodzący innowator (*emerging innovator*), co oznacza, że jest na początkowym etapie rozwoju innowacyjności z wynikiem na poziomie 60,5% średniej europejskiej. Dane pokazują jednak, że w ostatnich latach ten rozwój jest stabilny i nieprzerwany z wyjątkiem niewielkiego spadku w 2018 r. W 2021 i 2022 r. wzrost przyspieszył, osiągając wynik lepszy o 21% względem 2015 r. Fakty te sprawiają, że luka pomiędzy Polską a UE sukcesywnie staje się coraz mniejsza.

Innymi krajami europejskimi, będącymi na podobnym poziomie rozwoju innowacyjności, są m.in. Chorwacja i Węgry. Z kolei najlepiej ocenianymi w tym kontekście państwami europejskimi są m.in. Szwecja i Dania.

Wśród czynników pozytywnie wpływających na polską innowacyjność wymienia się w tym rankingu znaczny odsetek osób z wyższym wykształceniem oraz dużą mobilność zawodową w dziedzinie nauki i technologii. Wskazuje się także, że świadomość potrzeby cyfryzacji w przedsiębiorstwach wzrasta – jedna na trzy firmy wśród MŚP deklaruje wysoki lub bardzo wysoki priorytet dla cyfryzacji. Widać to także w działaniach systemowych, bowiem w 2020 r. Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii ogłosiło inicjatywę w zakresie cyfryzacji procesu budowlanego, które swoim zakresem obejmują m.in. wprowadzenie elektronicznych dzienników budowy, konta inwestora w serwisie e-budownictwo i umożliwienie złożenia kompletnego wniosku o pozwolenie na budowę, dołączając wszystkie wymagane dokumenty i podpisywanie ich za pomocą profilu zaufanego. Zauważalny jest także wzrost liczby zatrudnienia pracowników kierowanych na pełnowymiarowe stanowiska B+R (badawczo-rozwojowe). Z kolei jeśli chodzi o obszary, które wymagają poprawy, wymienia się m.in. innowacje w dziedzinie technologii ekologicznych, gdzie Polska osiąga stosunkowo niskie wyniki i plasuje się poniżej średniej EU 27. Wśród słabych stron polskiej innowacyjności wskazuje się także małą liczbę patentów. Tu jednak należy podkreślić, że liczba patentów związana z budownictwem znacząco wzrosła (o 80% w 2020 r. w stosunku do 2010 r.). Polska notuje wyniki poniżej średniej w zakresie wskaźników związanych ze zmianą klimatu, wskaźników zużycia materiałów w obiegu zamkniętym oraz innowacje środowiskowe.

Rozwój innowacyjności wspierany jest m.in. przez zwiększone nakłady finansowe, które rozdysponowywane są w ramach programów wspierających poszczególne obszary. W dalszym ciągu jednak ilość środków kierowanych na te cele pozostaje poniżej średniej UE. Innym, pośrednim sposobem pobudzenia tego typu inicjatyw jest współpraca pomiędzy różnymi grupami interesariuszy, jak przedstawiciele biznesu, jednostki naukowe i instytucje wspierające innowacyjne rozwiązania i technologie. Przykładem takiej kooperacji są m.in. konsorcja technicznych uczelni wyższych i organizacji biznesowych.

Zgodnie z opinią liderów branży budowlanej zawartą w raporcie *Budownictwo. Innowacje. Wizja liderów branży 2025*, przygotowanym przez ASM na zlecenie firmy Autodesk, poziom wykorzystania innowacji w firmach budowlanych w Polsce jest obecnie na dość niskim poziomie, znacznie odbiegającym od innych branż pomimo wyrażania gotowości i otwartości na zmiany. Taka sytuacja ma swoje podłoże m.in. w konserwatywnym nastawieniu branży oraz relatywnie niskich nakładach na rozwój. Polskie firmy znacznie chętniej testują nowe, innowacyjne rozwiązania, aniżeli stosują je w szerszej skali. Bywa, że nowoczesne technologie z powodzeniem stosowane w krajach zachodnich w Polsce nie mają szansy się upowszechnić. Liderami wśród innowacji niezmiennie zostają główni gracze rynku, a więc duże podmioty.

Wśród podstawowych trendów polskiego budownictwa wyróżnia się dalszy rozwój BIM. Adaptacja tej technologii jest wciąż na dość wczesnym etapie. Pierwsza wzmianka dotycząca BIM w polskim prawie miała miejsce w 2014 r. i stanowiła adaptację unijnej dyrektywy 2014/24/EU oraz 2014/25/EU. Dalej, w 2020 r., powstała mapa drogowa wdrożenia BIM w zamówieniach publicznych. Przewiduje się jednak, że stosowanie BIM stanie się w Polsce obowiązkowe nie wcześniej niż w 2030 r. i będzie dotyczyło sztandarowych projektów finansowanych przez państwo. W 2019 r. na zlecenie firmy Autodesk przeprowadzono ankietę na temat znajomości technologii BIM wśród 287 polskich firm architektonicznych i budowlanych. Ok. 43% uczestników zadeklarowało, że używało tej technologii w realizacji swoich projektów, a 76% wskazało, że zetknęło się z tą technologią.

Z kolei jeśli chodzi o automatyzację polskich budów, to wydaje się, że będzie to nieco dalsza perspektywa, która jednak jest nieunikniona. Już teraz na placach budów na rodzimym rynku stosuje się maszyny w pewnym stopniu niwelujące pracę człowieka. Wizja przyszłości zakłada zaangażowanie autonomicznych maszyn i urządzeń nadzorowanych przez specjalnych operatorów budów z poziomu urządzenia mobilnego.

W zakresie prefabrykacji polscy liderzy i eksperci branżowi mają podzielone zdania. Rozwój tej gałęzi budownictwa wydaje

się naturalnym kierunkiem w obliczu płynących z niej korzyści i wyzwań związanych m.in. z brakiem wystarczającej kadry specjalistów. Jednak istnieją pewne bariery, m.in. mentalność i skojarzenie z budownictwem lat 70. i 80., które mogą spowodować, że rozwój tej technologii opóźni się na polskim rynku.

Istotnym, choć także jeszcze odległym *game changer*, jest rozwój sektora IT. Polska branża budowlana jest obecnie głównie na etapie rozpoznawania i testowania rozwiązań z zakresu technologii informatycznych, IoT, cyfryzacji oraz rozszerzonej rzeczywistości. Przewiduje się, że w najbliższych latach wyłonią się nurty najbardziej perspektywiczne i dochodowe i to one będą dalej rozwijane. Ze względu na coraz większą liczbę informacji rozwijać się będą także obszary analizy danych i analityki biznesowej.

Podsumowanie

Świat zaawansowanych technologii i nauki zmienia budownictwo na naszych oczach. Globalne nurty i trendy w branży są uniwersalne, jednak same innowacje i ich wdrożenia zachodzą z różną intensywnością i zakresem w zależności od konkretnej gospodarki, a co za tym idzie – nakładów przeznaczonych na innowacje, poziomu edukacji, kultury oraz otwartości na to, co nowe. Jeśli chodzi o rodzimy rynek, eksperci wskazują na pozytywne nastawienie branży, a także prognozują zwrot w kierunku myślenia perspektywicznego z naciskiem na planowanie, przygotowanie inwestycji oraz analitykę danych. Kierunki polskich innowacji budowlanych są zgodne z globalnymi trendami. Innowacje najchętniej przyjmowane są i będą przez duże, międzynarodowe organizacje, posiadające zasoby, zaplecze finansowe i doświadczenie. Jako główne bariery dla innowacyjności w naszym kraju wskazuje się konserwatywną mentalność, duże obciążenie zwłaszcza małych firm oraz kwestię bezpieczeństwa danych. Prognoza na kolejne lata przedstawia obraz dość dynamicznego rozwoju, jednak bez znaczących rewolucji.

Oprac. Redakcja



Czytaj więcej

68. Krynicka Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB Gliwice, 24-28 września 2023 r.



Wydział Budownictwa
Politechniki Śląskiej

Tradycyjnie konferencja składać się będzie z dwóch części: problemowej i ogólnej. Myślą przewodnią części problemowej 68. edycji konferencji będą **Wyzwania budownictwa na terenach górniczych, pogórnich i zdegradowanych**. To szeroki temat, obejmujący nie tylko zagadnienia projektowania i wykonawstwa budynków i budowli w takich warunkach, ale także zagrożenia wynikające ze specyfiki terenów poprzemysłowych lub zdegradowanych w wyniku sposobu ich użytkowania oraz sposoby i możliwości efektywnego i bezpiecznego sposobu ich wykorzystania.

Przedmiotem części ogólnej konferencji będą następujące problemy naukowe:

Budownictwo hydrotechniczne • Budownictwo ogólne • Fizyka budowli • Geotechnika • Inżynieria materiałów budowlanych
• Inżynieria przedsięwzięć budowlanych • Inżynieria komunikacyjna: drogi, koleje, mosty • Inżynieria środowiska
• Konstrukcje betonowe • Konstrukcje metalowe • Mechanika konstrukcji i materiałów • Niezawodność konstrukcji

Biuro Konferencji: mgr inż. Marzena Gaura, mgr Małgorzata Lach – Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa
<https://www.polsl.pl/rb/krynica-gliwice-2023>, e-mail: konferencjakrynica2023@polsl.pl

PROGRAM DOSTAWCZY

- > rury żelbetowe / betonowe
 - o przekroju okrągłym K-GM i K-FM
- > rury do mikrotunelowania
- > rury PEHD z otuliną żelbetową
- > profil jajowy / przekroje gardzielowe / profile specjalne / profil ramowy
- > systemy studni > studnie styczne
- > elementy denne studni
 - system HABA-PERFECT
- > studnie opuszczane startowe i odbiorcze do mikrotunelowania
- > odwodnienia liniowe
- > drogowe bariery ochronne



Co wpływa na kształtowanie budownictwa przyszłości? Które technologie mają szansę się upowszechnić?



mgr inż. MARIUSZ OKUŃ,
rzecznik budowlany,
Polska Izba Inżynierów
Budownictwa

Druk 3D, drony, Internet Rzeczy, a wszystko będzie dążyło do optymalizacji przez zaimplementowanie technologii BIM. Uważam, że przyszłościową technologią w budownictwie będzie prefabrykacja, obecnie niedoceniana, w przeszłości znienawidzona jako synonim wielkiej płyty, dlatego tak trudno jest przekonać polskie społeczeństwo i samych producentów do tej technologii. Ponadto coraz bardziej rośnie nasza świadomość konieczności ochrony środowiska, co uwidacznia się w coraz większym stopniu w realizacji budownictwa zrównoważonego, zeroenergetycznego czy zeroemisyjnego o obiegu zamkniętym. Szczególnie w ostatnim okresie sytuacja geopolityczna jeszcze bardziej przyspieszyła zmianę postrzegania zasobów naturalnych, uwidaczniając, że wyczerpał się dotychczasowy model gospodarki, który należy praktycznie natychmiast przewartościować – zmienić.

Trudno uwierzyć, jak dużo zmieniło się w ostatnich 20 latach w budownictwie i samych technologiach. Mało kto sobie mógł wyobrazić świat w obecnym kształcie i to, jak bardzo nasza rzeczywistość zmieniła się pod wpływem stosowanych technologii. Jednak patrząc na inne gałęzie gospodarki, budownictwo nie jest liderem innowacji. Mam nadzieję, że zapóźnienia technologiczne w budownictwie przyspieszą w wyniku wprowadzenia robotyzacji i automatyzacji, zaczynając od produkcji nowych materiałów budowlanych, a na kompleksowych obiektach kończąc. Obecnie nikogo już nie dziwi koparka z systemem GPS, pełną automatyką i trybem śledzenia jej pracy w czasie rzeczywistym. Co będzie za kolejnych 20 lat, aż trudno przewidzieć. Jedyne jest pewne, że zaskoczeń nie zabraknie, a inżynierowie nie zawiodą i urzeczywistnią swoje wizje.



ChatGPT 3.5,
OpenAI*

Budownictwo przyszłości będzie kształtowane przez wiele czynników, w tym zmiany klimatu, rosnące wymagania dotyczące efektywności energetycznej i zrównoważonego rozwoju oraz postęp technologiczny. W ostatnich latach coraz większą uwagę poświęca się zagadnieniom związanym z ochroną środowiska i zrównoważonym rozwojem, co wpłynie na kierunek rozwoju przyszłych budynków.

Jednym z kluczowych wyzwań, przed którymi stoi budownictwo, jest adaptacja do zmian klimatu. Wzrost poziomu wód, ekstremalne zjawiska atmosferyczne i wyższe temperatury powodują konieczność stosowania innowacyjnych rozwiązań, takich jak inteligentne systemy zarządzania budynkami, które ograniczają zużycie energii i wpływają na poprawę komfortu użytkowników. Postęp technologiczny wprowadza nowe możliwości w zakresie budowy i projektowania budynków. Coraz częściej stosowane są materiały o zwiększonej wytrzymałości i lekkości, umożliwiające budowę coraz wyższych i bardziej zaawansowanych technologicznie budynków. Wśród innowacji technologicznych, które mają szansę się upowszechnić w przyszłości, wymienić można robotykę budowlaną oraz drukowanie 3D.

Robotyka budowlana umożliwia wykonywanie prac budowlanych w sposób bardziej precyzyjny, bezpieczny i efektywny. Dzięki temu możliwe jest skrócenie czasu budowy i zmniejszenie kosztów. Natomiast drukowanie 3D daje możliwość szybkiego i efektywnego tworzenia prototypów oraz elementów budynków o skomplikowanej geometrii, co zwiększa zakres możliwości projektowych.

Ważnym aspektem budownictwa przyszłości jest również zrównoważony rozwój. W związku z tym coraz częściej stosowane są rozwiązania oszczędzające energię, takie jak panele słoneczne czy systemy rekuperacji ciepła. W przyszłości w budynkach będzie stosowanych również wiele innych rozwiązań, które wpłyną na ich zrównoważony rozwój, np. izolacje termiczne czy systemy odzysku wody deszczowej.

Podsumowując, budownictwo przyszłości będzie kształtowane przez wiele czynników, w tym zmiany klimatu, rosnące wymagania dotyczące efektywności energetycznej i zrównoważonego rozwoju.

* wypowiedź udzielona przez sztuczną inteligencję



JAKUB MORZYWOŁEK,
dyrektor operacyjny,
Soletanche Polska Sp. z o.o.

W strategii Soletanche innowacja ma być skoncentrowana na minimalizowaniu naszego wpływu na środowisko. Kluczowe będzie umiejętne rozwiązywanie wyzwań geotechnicznych w taki sposób, aby technologie pracowały z gruntem, jednocześnie nie ingerując zbyt w jego charakterystykę. Istotnym aspektem będzie kwestia obniżania śladu węglowego dzięki zastosowaniu odpowiednich materiałów czy skróceniu czasu wykonania zadania. O innowacjach będziemy myśleć w nieco innym kontekście niż do tej pory. Innowacja jest wpisana w DNA Soletanche Bachy. Mamy specjalną komórkę, która zajmuje się w zasadzie wyłącznie analizowaniem wydajności stosowanych technologii i ich wpływem na środowisko. Dział techniczny ma na koncie wiele patentów i pracuje nad kolejnymi. Obecnie wiodącym tematem jest wdrażanie i ulepszanie mieszanki służącej do produkcji cementu i betonu. Exegety by Soletanche Bachy to aż trzy warianty, dzięki którym możemy zastosować w naszych realizacjach niskoemisyjny, bardzo niskoemisyjny i ultraniskoemisyjny beton i cement. Istotną jest również cyfryzacja, która ułatwi i przyspieszy zarządzanie procesem budowlanym oraz zminimalizuje konieczność wykorzystania papieru w obiegu dokumentacji. Wracając do meritum, problemem numer jeden, o którym mówią ekologowie, jest retencja. Naszym zadaniem jako ekspertów w zakresie fundamentowania i realizacji konstrukcji podziemnych jest przygotowanie rozwiązania, które jak najlepiej będzie współgrało z warunkami hydrogeologicznymi. Druga sprawa to dobranie takiego rozwiązania geotechnicznego, które pozwoli nam na sprawne i skuteczne wykonanie prac w jak najkrótszym czasie z wykorzystaniem optymalnej ilości materiałów, aby zachować jakość konstrukcji przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości betonu, zbrojenia i cementu.

Trendem, który coraz mocniej rysuje się na rynku, jest realizacja skomplikowanych zadań geotechnicznych na coraz mniejszych placach budowy w ścisłej zabudowie miejskiej. To nie tylko ogromne wyzwanie logistyczne w kontekście dostarczania materiałów na budowę, ale również utrzymania jakości platformy roboczej przy założeniu, że prace będą wykonane w możliwie najkrótszym czasie. Zauważyliśmy, że w tych przypadkach najważniejsze jest dobranie takiej technologii, aby generowała jak najmniej urobku.

Mamy za sobą kilka udanych prób regeneracji płuczki bentonitowej, której używamy do realizacji ścian szczelinowej. Projekt nadzorowany przez Jana Raczkę, inżyniera ds. jakości, zakłada użycie wirówki dekantacyjnej. Jest to urządzenie



Regeneracja płuczki bentonitowej



Wirówka dekantacyjna z finalnym produktem gotowym do utylizacji

wykorzystujące siłę odśrodkową w celu separacji fazowej zawiesin. Może być stosowane zarówno do regeneracji płuczek przez usuwanie określonych zakresów frakcji ziarnowych, jak i do ich całkowitej separacji, a więc utylizacji *in situ*. Produktem prawidłowo przeprowadzonej utylizacji jest dobrze odwodniony osad oraz klarowny filtrat o parametrach pozwalających na zrzut do kanalizacji. Podsumowując, to nie jedna technologia, a rozwiązanie wykorzystujące miks technologii będzie podstawą oceny, czy to, co oferujemy, można nazwać innowacyjnym.



Czytaj więcej

Beton w ruchu

Doskonała efektywność ekonomiczna i łatwość serwisowania są dostępne w każdym szczególe naszych innowacyjnych produktów. Nasze know-how dla Twojego sukcesu.

www.liebherr.com

LIEBHERR

Technika Betonu

