



Temat wydania

Budownictwo w erze innowacji i nowych technologii



tekst: **MAGDALENA SITEK**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

Partnerzy tematu:



Sektor budowlany ma niezwykle duży potencjał zwiększania wydajności i efektywności procesów. Ewolucja technologiczna nabiera rozpędu z jednej strony ze względu na rosnące zapotrzebowanie na produkcję budowlaną, z drugiej – wskutek zwiększającej się skali napotykanych w projektach trudności. Przemysł 4.0. oraz dynamiczny rozwój nauki z dziedziny innowacyjnych materiałów i technologii budowlanych tworzą podwaliny nowej ery budownictwa.

Ostatnie dwa lata obfitują w liczne wyzwania niemal dla wszystkich sektorów gospodarki. Branża budowlana wykazała się dość dużą odpornością na negatywne skutki pandemii koronawirusa. Według raportu z września 2021 r. sporządzonego przez ekonomistów Oxford University oraz liderów konsultingu biznesowego Marsh & Guy Carpenter globalna produkcja budowlana w 2020 r. wyniosła 10,7 bln USD. Autorzy przewidują, że do 2030 r. wartość ta wzrośnie o 42%. W Europie Wschodniej szacowany wzrost wyniesie 23%. Raport nie uwzględnia czynników wywołanych działaniami zbrojnymi w Ukrainie, które z pewnością negatywnie wpłyną na ostateczny wynik. Istotne jest, że światowe budownictwo wykazuje trend wzrostu. Jednak chociaż wykonawcy dysponują pełnymi portfelami projektów, to zapewnienie rentowności inwestycji staje się coraz trudniejsze. Wiąże się to m.in. z niestabilną sytuacją na rynku materiałów, pracowników i zaburzonym przez konflikt na wschodzie łańcuchem dostaw.

Wszystko to sprawia, że przedsiębiorcy muszą zwiększyć tempo rozwoju i wykazać się inicjatywą proinnowacyjną, aby przetrwać i zachować konkurencyjność.

Obecnie jak nigdy dotąd branża budowlana dysponuje świetnymi warunkami do kreowania i wdrażania innowacyjnych przedsięwzięć. Globalizacja i dostęp do wiedzy sprawiają, że obserwujemy rozkwit badań naukowych. Ponadto bezpośredni związek z rozwojem branży ma czwarta rewolucja przemysłowa, która całkowicie odmieniła oblicze przemysłu i jego funkcjonowanie, podnosząc jakość, wydajność i elastyczność na zupełnie nowy poziom. Przemysł 4.0 skupia w sobie m.in. zagadnienia automatyzacji procesów, integracji maszyn i systemów informatycznych oraz inteligentnych technologii i przekłada się na funkcjonowanie całej gospodarki. Jest to cyfrowa transformacja nie tylko w zakresie produkcji, ale i organizacji przedsiębiorstw. Chociaż trudno jeszcze mówić o budownictwie 4.0, to sektor budowlany zaczyna się coraz bardziej otwierać na nowości. Coraz częściej w Polsce i na świecie obserwujemy pionierskie inwestycje i innowacyjne wdrożenia w zakresie wszystkich gałęzi budownictwa.

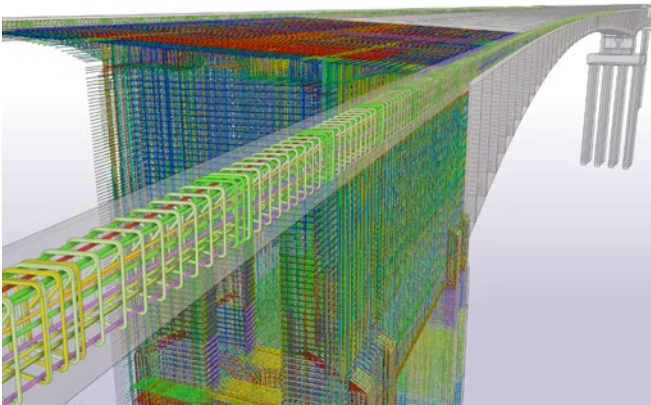
Era cyfryzacji

Jeszcze dwa wieki temu głównymi narzędziami architektonicznymi były deska kreślarska, grafion i cyrkiel. Prawdziwy przełom dokonał się w XX w. wraz z wynalezieniem komputerów. Obecnie obserwujemy w budownictwie globalną rewolucję cyfrową, której intensywność na świecie jest zróżnicowana i zależy m.in. od poziomu rozwoju technologicznego, sytuacji polityczno-gospodarczej oraz świadomości i dostępu do wiedzy w danym państwie. Momentem, który całkowicie odmienił oblicze branży, było wprowadzenie w przestrzeń projektową technologii BIM (*Building Information Modeling*). Jak sama nazwa wskazuje, jest to narzędzie, dzięki któremu można stworzyć wirtualny model 3D budynku i wyposażać go we wszystkie niezbędne informacje. Nigdy dotąd zarządzanie informacją o obiekcie budowlanym nie było tak namacalne. BIM jest cennym narzędziem zarówno dla kadry inżynierskiej, jak i inwestora. Upraszcza prace projektowe, a zarazem dostarcza jasnych i klarownych danych, na których opierają się dalsze decyzje inwestycyjne. Można powiedzieć, że dzięki programom wykorzystującym technologię BIM tworzymy inteligentną bazę danych o ogromnym potencjale technicznym. Inteligentną, ponieważ dzięki modelowaniu parametrycznemu po wprowadzeniu rewizji w modelu zmiany te uwzględniane są w całym projekcie, m.in. w wykazach materiałowych, wykonanych rysunkach i zestawieniach. O potencjale świadczą natomiast możliwości w zakresie półautomatycznego generowania dokumentacji projektowej, łatwej koordynacji międzybranżowej oraz samej formy prezentacji obiektu ułatwiającej proste wychwytywanie kolizji, co dotychczas było niezwykle problematyczne, generowało opóźnienia i dodatkowe koszty. Możliwości tej technologii nie kończą się w biurze projektowym. Zastosowanie BIM umożliwia monitorowanie i zarządzanie procesami podczas wykonywania robót czy produkcji elementów konstrukcyjnych. Odbywa się to dzięki możliwości ustawiania odpowiednich statusów, powiadomień i komentarzy, przypisywanych poszczególnym elementom, obiektom oraz rysunkom.

Parametryczne modelowanie 3D wraz z wachlarzem narzędzi BIM pozwala na puszczenie wodzy fantazji i tworzenie koncepcji do niedawna będących poza ludzkim zasięgiem ze względu



fot. Sergey Nivens, Adobe Stock



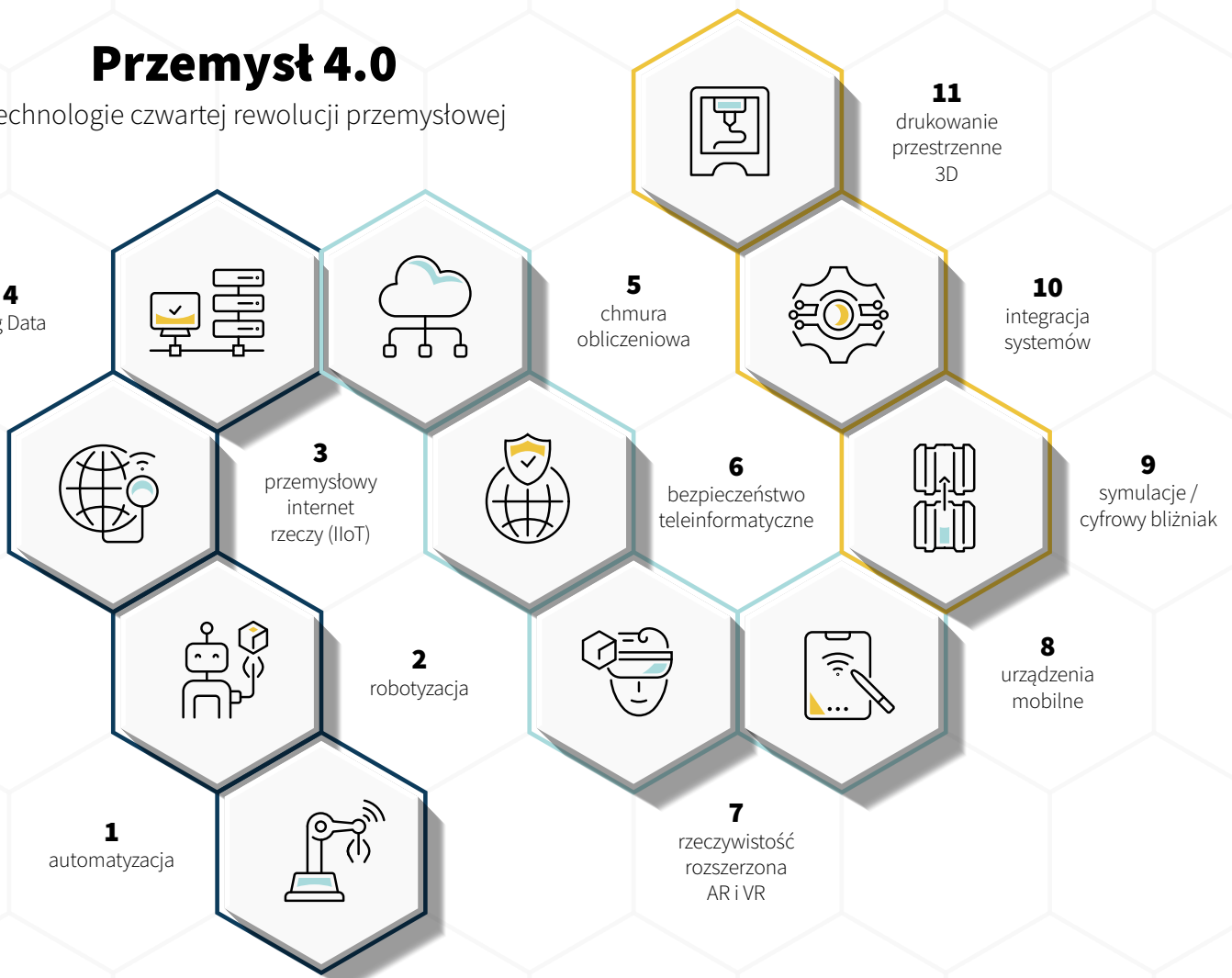
Most Randselva, wizualizacja Trimble Solutions / Sweco Norge

na ograniczenia technologiczne. Zaciera się granica możliwości kształtowania wysokości, rozpiętości czy niezwykłych brył. Technologia ta daje zupełnie inne podejście i sposób realizacji przedsięwzięć budowlanych. Tak właśnie było w przypadku mostu Randselva, okrzykniętego najlepszym projektem BIM na świecie. Obiekt inżynierski o konstrukcji wspornikowej i łącznej długości 634 m powstał obok miasta Hønefoss w Norwegii, jednak to nie jego imponująca rozpiętość jest tu kluczowa. Nowatorski sposób realizacji zakładał porzucenie tradycyjnej formy przekazania projektu wykonawcy budowlanemu w postaci papierowych rysunków technicznych. Dzięki zastosowaniu technologii BIM aż 95% informacji o projekcie zostało udostępnionych za pomocą plików IFC. Ponadto kluczowymi wyzwaniami przy projektowaniu mostu Randselva była złożona geometria oraz skomplikowany układ zbrojenia wraz z kotwieniem cięgien kablobetonowych. Wykonanie modelu 3D obiektu zdecydowanie ułatwiło projektowanie konstrukcji, ale także pomogło wykonawcom w lepszym zrozumieniu zakresu prac. To również świetny przykład sukcesu w zakresie kooperacji i koordynacji prac, w których udział brało aż dziewięć zespołów projektowych z różnych krajów, w tym jeden z Polski.

Mimo że obecne możliwości modelowania informacji o budynku są imponujące, to ich rozwój nie zwalnia i wyłaniają się kolejne nurty. Coraz częściej wspomina się, zwłaszcza przy projektach nowatorskich i pilotażowych, o możliwościach tworzenia cyfrowego bliźniaka realizowanego obiektu, który odwzorowuje jego stan fizyczny dzięki połączeniu możliwości modelu 3D

Przemysł 4.0

Technologie czwartej rewolucji przemysłowej





Pawilon wystawienniczy Zjednoczonych Emiratów Arabskich na Expo 2020 w Dubaju został zrealizowany dzięki technologii BIM. Obiekt przyciągał uwagę i stanowił niemałą atrakcję dla odwiedzających. Inspiracją dla nietypowej architektury były majestatyczne skrzydła sokoła, symbolu Arabii Saudyjskiej. Główne wyzwania projektu dotyczyły krótkiego terminu realizacji, geometrii z licznymi krzywiznami oraz konieczności zastosowania niestandardowych połączeń i złożonych belek stalowych. Wykorzystanie najlepszych dostępnych technik cyfrowych umożliwiło sprawne wykonanie modelu, koordynację prac i zakończenie projektu z sukcesem, fot. CreativeHymms, Adobe Stock

i danych zebranych ze specjalnych czujników umieszczonych na budynku. Z pewnością dalej będzie też postępować automatyzacja procesów generowania dokumentacji projektowej na podstawie przygotowanego modelu, tak aby zminimalizować wkład człowieka. Ze względu na rosnące wyzwania energetyczne stawiane branży budowlanej istotnym kierunkiem rozwoju może być także modelowanie informacji o zapotrzebowaniu energetycznym budynku (*Building Energy Modeling*). Interesującą ideą, zwłaszcza dla inwestora, jest połączenie narzędzi BIM z wirtualną rzeczywistością, co można uzyskać przez zastosowanie platform Autodesk Live lub Stingray. Technologia VR to symulacja na podstawie cyfrowego modelu, dająca prawie namacalne wyobrażenie kreowanej rzeczywistości. Dzięki wysokiej jakości obrazowi, wyświetlanemu po założeniu specjalnych okularów, inwestorzy mogą poczuć się, jakby byli w środku obiektu znajdującego się jedynie w pliku komputerowym. Wirtualna rzeczywistość zapewnia lepsze zrozumienie zagadnień budowlanych przez osoby nietechniczne, pomaga w procesie decyzyjnym oraz stanowi świetne narzędzie marketingowe.

Inżynieria materiałowa przyszłości

We współczesnym budownictwie innowacje obserwujemy nie tylko w świecie cyfrowym, ale także w inżynierii materiałowej. Czynniki napędzające dynamizację tego sektora są różnorodne i wynikają z potrzeb środowiskowych, zwiększenia wydajności i funkcjonalności oraz braków surowcowych. Żyjemy w niezwykle trudnych czasach o niespotykanej dotychczas intensywności rozwoju



Egzoskielet budowlany to scenariusz rodem z filmu fantasy, który jednak stał się faktem. W przyszłości zapewne nie będzie nas dziwił widok pracownika budowlanego wyglądającego niczym cyborg, ponieważ już dziś powstały pierwsze modele egzoskieletów przeznaczonych na plac budowy. Jest to metalowy pancerz mocowany do ciała, który posiada czujniki rozpoznające zamiary użytkownika. Dzięki niemu możliwe będzie przenoszenie ludzkimi rękami znacznie większych ciężarów, co przełoży się na wzrost wydajności pracownika. Ponadto człowiek ubrany w takie urządzenie będzie mniej podatny na obrażenia, fot. Gorodenkoff, Adobe Stock



Technologia BIM może być wykorzystywana w wielkoskalowym budownictwie kolejowym. Ministerstwo Transportu w Niemczech zdecydowało się na realizację czterech pilotażowych projektów promujących rozwiązania BIM. Jednym z nich jest projekt i budowa tunelu Rastatt w Badenii-Wirtembergii, mającego stanowić kolejny etap rozbudowy kolei między Niemcami a Szwajcarią. Obiekt znajduje się w całości pod ziemią, a jego długość wyniesie 4,27 km. Zastosowano projektowanie 5D – trójwymiarowy model konstrukcji rozszerzono o kolejne wymiary: czas w postaci harmonogramu (4D) oraz kosztorys (5D), wizualizacja Deutsche Bahn AG



HygroSkin Pavilion to nietypowa rzeźba zaprojektowana przez niemieckiego architekta Achima Mengesa, która reaguje na zmieniające się warunki atmosferyczne. Zbudowano ją z prefabrykowanych, kompozytowych paneli drewnianych, wykonanych przez roboty. Do realizacji projektu posłużono się badaniami nad zachowaniem i reakcją na czynniki środowiskowe cienkich, elastycznych arkuszy ze sklejk. Konstrukcja posiada otwory przypominające kwiaty, które pod wpływem zmian w wilgotności powietrza otwierają się bądź zamykają samoistnie, bez dostarczania energii ze źródeł zewnętrznych, fot. ICD University of Stuttgart

gospodarczego i postępu technicznego. Jeśli przedsiębiorstwo nie doskonali swoich technik i narzędzi, stale podążając tymi samymi schematami, to nie tylko nie rozwija się, ale pozostaje w tyle, wypierane przez podmioty konkurencyjne. Mając duże możliwości techniczne w zakresie kształtowania materiałów o ulepszonych czy wręcz zupełnie nowych właściwościach, należy jednocześnie pamiętać o aspektach ekologicznych i zrównoważonym rozwoju. Materiały mają jak najlepiej służyć człowiekowi, ale należy pójść o krok dalej i spojrzeć na tę tematykę z szerszej perspektywy – całego środowiska naturalnego oraz jego potrzeb – i skupić się na możliwościach osiągnięcia synergii.

Powstają coraz śmielsze projekty – zdające się nie mieć końca wieżowce, spektakularne mosty, tunele, budynki o nietuzinkowych bryłach. Nowoczesne budownictwo zachwyca i imponuje, jednak nic nie trwa wiecznie i nawet te wspaniałe obiekty mają swój termin eksploatacji. Naprawy i remonty, zwłaszcza skomplikowanych konstrukcji, wymagają wiedzy, doświadczenia oraz pokaźnych nakładów finansowych. Nie dziwi więc, że stale poszukuje się metod podwyższania trwałości i niezawodności materiałów. Nowatorską koncepcją, która nabiera coraz większego znaczenia i coraz bardziej realnych kształtów, jest tworzenie żywych materiałów budowlanych o zdolnościach samonaprawy (*self-healing materials*). Materiały, które posiadają w pewnym sensie cechy materii ożywionej i potrafią zmieniać swoje właściwości pod wpływem działania co najmniej jednego bodźca pochodzącego ze środowiska zewnętrznego, nazywamy materiałami inteligentnymi. Czynniki, które wywołują pożądaną reakcję, mogą być światło, ciśnienie, wahanie temperatury lub nawet powietrze.

To przełomowe podejście pociąga za sobą szereg korzyści z punktu widzenia ekonomii przedsięwzięcia budowlanego, a także aspektów środowiskowych, szczególnie że obejmuje materiały o największym potencjale w sektorze. Ze względu na



Kładka dla pieszych z materiałów kompozytowych na bazie polimerów zbrojonych włóknem. Obiekt o imponującej rozpiętości 45 m i szerokości 3,5 m znajduje się w Madrycie i został zrealizowany przez międzynarodową spółkę specjalizującą się w nowoczesnych rozwiązaniach dla budownictwa, fot. Matyas Rehak, Adobe Stock

możliwość wydłużenia trwałości i cyklu życia obiektów wznoszonych z użyciem tych innowacyjnych materiałów można znacząco zmniejszyć zużycie surowców naturalnych, których braki w pewnych regionach świata są już mocno odczuwalne. Konstrukcje, które nie wymagają gruntownych remontów, a ich niewrażliwe elementy same się regenerują, przyczyniają się do obniżenia śladu węglowego, a więc redukcji łącznej sumy gazów cieplarnianych emitowanych w całym ich cyklu życia. Nie można także pominąć aspektów finansowych – takie budynki będą tańsze w utrzymaniu dla inwestora oraz zmniejszą się koszty ponoszone przez przedsiębiorstwa budowlane w ramach prowadzenia prac gwarancyjnych. Jako że wśród materiałów budowlanych pod względem powszechności i mnogości zastosowań stale na podium jest beton, to wiele prac w środowiskach naukowych prowadzonych jest właśnie pod jego kątem. Analizowane są różne metody samozaleczenia – od wprowadzania do mieszanki specjalnie dobranych kultur bakterii, które pod wpływem uszkodzenia betonu i kontaktu z wodą przyjmują formę krystaliczną i wypełniają powstałe ubytki, przez zastosowanie dodatku żywicy epoksydowej i stworzenie kompozytu epoksydowo-cementowego, po badania nad betonem neutralizującym CO₂ z powietrza dzięki zastosowaniu enzymu wchodzącego z nim w reakcję chemiczną, a której efektem jest uszczelnienie tworzących się ubytków. Podobne zagadnienie badane jest w kontekście asfaltu, np. firma Budimex w konsorcjum z Politechniką Warszawską rozpoczęła badania nad mieszanką asfaltową z wypełnieniem naprawczym w postaci mikrokapsulek. Nawierzchnia ma posiadać zdolność naprawy mikropęknięć, zapobiegając tym samym powstawaniu większych ubytków i konieczności remontu. Wszystkie te metody łączy wspólna cecha – polegają na wprowadzeniu do materiału na etapie jego wytwarzania nowego składnika lub dodatku, którego działanie ujawnia się dopiero wówczas, gdy struktura materiału ulegnie degradacji.



Podbój i kolonizacja kosmosu kiedyś budziły skojarzenia jedynie z filmami science fiction, obecnie jest to scenariusz całkowicie realny. Chcąc zapewnić przyszłym mieszkańcom innych planet warunki do życia, należy stworzyć m.in. budynki i infrastrukturę. Jak to zrobić, nie wysyłając setek tysięcy ton materiałów budowlanych w kosmos? NASA opracowuje technologię druku 3D, która być może kiedyś zostanie wykorzystana do wznoszenia obiektów budowlanych na Marsie. Tuszem do drukarki jest kompozyt składający się z regolitu i plastikowych odpadów. Regolit to mieszanka pyłu i zwietrzałej skały, tworząca luźną warstwę na powierzchni Ziemi, ale i innych planet, jak Mars. Badacze z powodzeniem testowali już możliwości tej technologii na elementach o mniejszych gabarytach, pozostaje jeszcze sprawdzić, jak sobie poradzi w pełnoskalowych obiektach, wizualizacja Naeblys, Adobe Stock

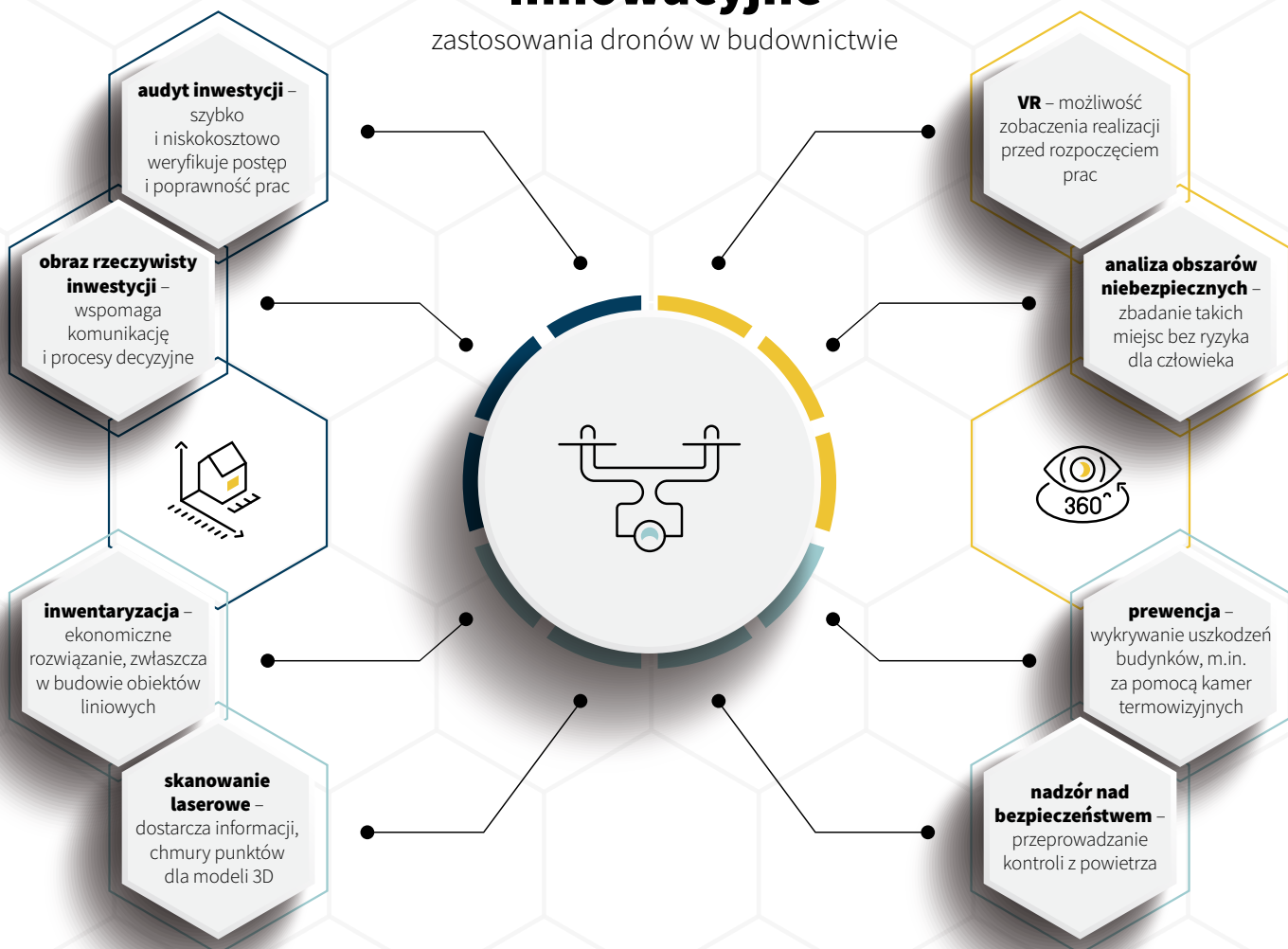
Nie ulega wątpliwości, że badania w tym kierunku muszą być pogłębiane, aby zmaksymalizować korzyści i doprowadzić do upowszechnienia rozwiązań w skali globalnej.

Światowe trendy i wyzwania związane ze środowiskiem wymuszają poszukiwanie zróżnicowanych rozwiązań i alternatyw dla tradycyjnych materiałów w celu zmiany kierunku rozwoju branży na bardziej zrównoważony. Odpowiedź na te potrzeby mogą stanowić kompozyty, czyli połączenie co najmniej dwóch materiałów w różnych fazach i o różnych właściwościach, które razem tworzą produkt unikatowy, o parametrach wyższych niż każdy z nich z osobna. Cechują się podwyższoną trwałością, sprężystością, dłuższą żywotnością, lepszą odpornością na korozję. Kompozyty znane są ludzkości od wieków i są stale obecne w wielu branżach, np. budowlanej, meblarskiej, lotniczej, motoryzacyjnej. Pierwsze elementy konstrukcyjne z kompozytów powstawały już w latach 60. XX w., jednak dopiero od niedawna dziedzina ta przeżywa prawdziwy rozkwit, mając jeszcze wiele w zanadru. Kompozyty zaczynają konkurować ze stałą budowlaną i mogą zredukować jej ogólne zużycie. Według różnych źródeł przemysł stalowy generuje ok. 7–9% globalnej emisji CO₂. Ponadto tradycyjna stal ze względu na swój skład chemiczny ma tendencję do korodowania, przez co wymaga odpowiedniego zabezpieczenia powłokami ochronnymi, a w dłuższej perspektywie prac renowacyjnych i naprawczych. Tragiczne konsekwencje zdegradowania konstrukcji żelbetowej i spóźnionej reakcji odpowiednich organów można było zaobserwować w 2021 r. na Florydzie, gdzie w wyniku częściowego zawalenia się 12-piętrowego budynku Champlain Towers South

zginęło 97 osób. Przed tym wydarzeniem przyjęto plan prac naprawczych, których koszt oszacowano na 15 mln USD. Niestety konstrukcja nie dotrwała do momentu wprowadzenia go w życie. Szacuje się, że zastosowanie zbrojenia kompozytowego w postaci polimerów wzmacnianych włóknami wydłużył czas użytkowania konstrukcji nawet trzykrotnie w stosunku do tradycyjnego rozwiązania, zwłaszcza w sytuacji, gdy konstrukcja narażona jest na działanie agresywnych czynników środowiskowych i istnieje podwyższone ryzyko korozji. Oprócz wysokiej trwałości pręty kompozytowe posiadają wiele innych zalet, jak choćby wysoka wytrzymałość na zerwanie, przewyższająca możliwości stali, oraz lekkość, która z jednej strony ułatwia prowadzenie robót, a z drugiej zmniejsza koszty transportu. Są neutralne pod względem elektromagnetyczności – nie przewodzą prądu elektrycznego, nie zakłócają ani nie reagują na pole elektromagnetyczne. Zbrojenie niemetaliczne znajduje także zastosowanie w remontach konstrukcji żelbetowych, np. w postaci pasów wzmacniających nadmiernie wyciągnięte przekroje.

Kompozyty same w sobie stanowią materiał o ogromnym potencjale, jednak prawdziwą rewolucję niesie połączenie ich z technologią druku 3D. W Rotterdamie trwają prace nad pierwszą w skali światowej drukowaną kładką dla pieszych na bazie polimerów FRP. Nie jest to pierwsza tego typu konstrukcja wykonana z materiałów kompozytowych, ponieważ takie realizacje miały już miejsce m.in. w Hiszpanii, Danii czy w Polsce, jednak w tym przypadku największą innowacją ma być sama metoda produkcji, czyli druk 3D. Obiekt zostanie umieszczony w Kralingse Bos, największym parku miejskim w Rotterdamie.

Innowacyjne zastosowania dronów w budownictwie



Autorzy rozważają dodatkowo możliwość wyposażenia kładki w czujniki stale monitorujące jej stan techniczny i zbieranie danych w celu podejmowania decyzji w zakresie optymalizacji pracy i konserwacji. Projekt realizowany jest we współpracy firmy inżynieryjnej i miasta Rotterdam, które dąży do osiągnięcia pozycji lidera w kwestii zrównoważonego rozwoju. Takie inicjatywy przyczyniają się do zmiany spojrzenia na materiały budowlane, przyjęcia proinnowacyjnej postawy. Dzisiaj budujemy kompozytowe kładki, jutro zastanowimy się, jak przesunąć te granice jeszcze dalej.

Innowacyjne trendy w budownictwie

Z punktu widzenia celu inwestycja budowlana powinna być realizowana przy użyciu takich materiałów i technologii spełniających wymagania przepisów prawa i sztuki budowlanej, które umożliwią wykonanie zadania zgodnie z oczekiwanymi standardami i w zakładanym terminie. Obecnie coraz częściej stawiane są kolejne, wyższe cele. Jakie więc są główne trendy w rozwoju budownictwa? Z pewnością nie można ich zdefiniować na 100%, ponieważ stale prowadzone są nowe badania, które mogą spowodować niespodziewany przełom. Można jednak przyjąć, że są to nowatorskie rozwiązania i materiały, które będą stanowiły odpowiedź na największe potrzeby i wyzwania sektora w zakresie produktywności i wydajności, optymalizacji procesów, zasobów ludzkich, bhp oraz ochrony przyrody.

Coraz bardziej dotkliwym problemem dla branży budowlanej jest niedostateczna liczba wykwalifikowanych pracowników niższego szczebla. Ta luka tylko częściowo jest wypełniana przez



migrantów zarobkowych. Ponadto inwestycje budowlane narażone są na wiele innych ryzyk wywołanych niestabilnością gospodarki czy sytuacją geopolityczną, co obecnie obserwujemy, a wskutek czego ceny materiałów i usług gwałtownie się zmieniają. Budownictwo jest bardzo wrażliwe na takie perturbacje, m.in. dlatego na sile przybiera nurt prefabrykacji i budownictwa modułowego. Technologia ta umożliwia realizację budowy w czasie nieosiągalnym dla tradycyjnego budownictwa. Ze względu



INNOWACJA W HYDROTECHNICE





W górę...

W Nowym Jorku ma powstać najwyższy na świecie hotel modułowy – AC Hotel Marriott – o łącznej wysokości 96 m i 26 kondygnacjach. Pierwsze kondygnacje zostaną wykonane w formie tradycyjnej, natomiast kolejnych 21 pięter w technologii modułowej. Wszystkie pokoje gościnne zostały wykonane w polskim zakładzie produkcyjnym w postaci modułów i w pełni wykończone popytny za ocean.



W dół...

Wzrastająca gęstość zaludnienia miast i wysokie ceny gruntów wymuszają poszukiwanie nowych rozwiązań w zakresie optymalnego wykorzystywania przestrzeni. Rozwój geotechniki i technologii posadowienia skłania do realizacji ciekawych inwestycji, jak w przypadku neapolitańskiego parkingu podziemnego Quick Morelli, który otrzymał tytuł World's Coolest Car Park. Parking został zbudowany wewnątrz istniejącej jaskini i połączony z historycznym, XVII-wiecznym tunelem. Obiekt składa się z siedmiu pięter poniżej poziomu gruntu, a wjazd do niego odbywa się trzema tunelami.

na ekspresowy charakter tych przedsięwzięć wahania cen nie odgrywają tu tak kluczowej roli. Prefabrykaty wykonywane są w kontrolowanych warunkach w halach produkcyjnych, a elementy są powtarzalne, przez co wyspecjalizowanie się kadry jest znacznie prostsze.

Innym innowacyjnym podejściem jest wykorzystanie w budownictwie technologii druku 3D, powodującej niemal pełną robotyzację procesu. Przedsięwzięcie sprowadza się do trzech etapów: sporządzenia projektu, przesłania cyfrowej informacji do drukarki 3D i drukowania obiektu. Idąc o krok dalej, na początku tego roku badacze z Brunel University London oraz Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technicznego opublikowali interesujące badania dotyczące możliwości zastosowania bardziej ekologicznego rozwiązania w zakresie mieszanki betonowej użytej do druku 3D. Zmodyfikowano recepturę, dodając zużytego, poddanego recyklingowi szkła i jednocześnie redukując znacząco ilość piasku. Okazuje się, że uzyskany produkt nie tylko nie odbiega jakościowo od pierwowzoru, ale cechuje się lepszymi właściwościami w zakresie izolacyjności. Innym zabiegiem zastosowanym przez naukowców, zmniejszającym przewodność cieplną betonu, było dodanie lekkich wypełniaczy zmniejszających gęstość materiału. W efekcie uzyskano 40-procentową poprawę parametru izolacyjności. Wyniki tych badań przedstawiają bardziej ekologiczne podejście, przyczyniając się do zmniejszenia zużycia surowców na rzecz rozwoju recyklingu. Druk 3D to szybko rozwijająca się gałąź przemysłu, która ma szansę odegrać istotną rolę w budownictwie przyszłości.

Z pewnością w perspektywie kolejnych lat wiele zmian dotyczyć będzie szeroko pojętej efektywności energetycznej. Obecnie cały świat poszukuje rozwiązań, które przyczynią się do wydajniejszego gospodarowania dostępnymi zasobami, a branża budowlana to jeden z kluczowych trybów tego mechanizmu. Przedstawiciele kolejnych sektorów przemysłu zaczynają dostrzegać możliwości i wartość w odzysku energii z procesów mających miejsce w zakładach. W 2021 r. naukowcy z University of Bath na Wyspach Brytyjskich przedstawili wyniki badań dotyczących możliwości odzysku energii z sieci wodociągowo-kanalizacyjnych oraz systemów nawadniania dzięki zastosowaniu mikroinstalacji hydroelektrycznych. Taka mikroelektrownia polega na umieszczeniu na rurociągu turbiny wodnej, która generuje energię dzięki przepływającej przez nią cieczy. Praca uwzględniała dane z sześciu krajów europejskich, w których oszacowano, że roczny potencjał produkcji energii z wymienionych źródeł wynosi od 482,3 do 821,6 GWh. Największy potencjał energetyczny posiadają systemy wodociągowe. Kolejne miejsce zajmują systemy nawadniania ciśnieniowego, które wykorzystuje się w dużej mierze m.in. w Portugalii i Hiszpanii, jednak te wykazywały charakter sezonowy. Oceniono, że przez właściwe wykorzystanie potencjału hydroelektrycznego możliwe jest zredukowanie zapotrzebowania na energię w przedsiębiorstwach wodnych nawet o 13% w zależności od kraju.

Branża w obliczu transformacji

Czwarta rewolucja przemysłowa, badania w dziedzinie nowoczesnych materiałów i możliwości wdrażania efektywnych technologii, rozwój narzędzi usprawniających proces projektowania i realizacji inwestycji, ale także oddolne dążenie do zmian potęgowane licznymi wyzwaniami – to czynniki nadające rozpęd innowacyjności w branży budowlanej. Do tej pory poziom wykorzystania nowoczesnych technologii w powszechnym

budownictwie nie był imponujący i odbiegał od innych gałęzi gospodarki, jednak ten trend będzie się stopniowo odwracać dzięki rosnącej świadomości i nieuchronnym zmianom.

Wiodącym kierunkiem zmian z pewnością będzie pogłębianie cyfryzacji, automatyzacji i robotyzacji. Inwestycja budowlana to złożona operacja, składająca się z wielu procesów i ogromnej liczby danych. Aby zoptymalizować całe przedsięwzięcie, należy zmodernizować wszystkie fazy realizacji inwestycji – od koncepcji, przez projekt, aż po budowę i odbiór. W celu zwiększenia wydajności, ale i bezpieczeństwa istotne jest stałe usprawnianie zarządzania informacją wobec wszystkich uczestników przedsięwzięcia oraz dążenie do minimalizacji dokumentacji papierowej na rzecz inteligentnych, cyfrowych, trójwymiarowych modeli. Należy także poszukiwać i wdrażać rozwiązania w zakresie gromadzenia i przetwarzania dużych ilości informacji.

Nowoczesne budownictwo będzie z jeszcze większą intensywnością poszukiwać proekologicznych rozwiązań, m.in. z użyciem inteligentnych materiałów samonaprawiających się oraz naśladujących przyrodę. Duży nacisk kładzie się na rozwijanie projektów dogłębnie przemyślanych i przynoszących wielopłaszczyznowe korzyści. Na popularności zyskuje także idea odzysku energii w już istniejących obiektach, co powoduje obniżenie ich energochłonności i przyczynia się do zrównoważonego rozwoju. Branża budowlana jest w korzystnym położeniu, ponieważ wiele narzędzi, materiałów i technologii jest już przetestowana, zaimplementowana i gotowa do użycia.



Czytaj więcej

Aplikacje

mobilne dla budownictwa



Mobilne aplikacje stały się nieodłącznym elementem codzienności, budownictwo również zaczyna czerpać z dobrodziejstw techniki w celu ułatwienia i usprawnienia prac na budowie.



Aplikacje dysponują funkcjami dla pracowników terenowych, m.in. w zakresie mobilnych kalkulatorów materiałów, możliwości elektronicznego odczytu rysunków z opcją dodawania komentarzy czy wykonywania zdjęć z opcją wzbogacania ich o informacje, jak dane GPS, dane wysokościowe, kierunek świata.



Istnieje także szeroki wybór aplikacji dla inżynierów i menedżerów, które wspomagają wykonywanie zadań w obszarach ewidencjonowania czasu pracy, budżetowania, raportowania, a także kontroli bhp.

SOPREMA POLSKA

Od lat specjalizujemy się w produkcji wysokiej klasy materiałów izolacyjnych, głównie na bazie surowców bitumicznych. Nasi klienci mogą zamówić produkty bezpośrednio z fabryki w Polsce po konkurencyjnych cenach zakupu lub u lokalnego dystrybutora. Dbamy o pełną dostępność oferowanych produktów oraz najkrótsze czasy dostawy.

SOPREMA produkuje pełną gamę produktów do izolacji przeciwwodnych oraz izolacji termicznych.

OFERUJEMY

- ✓ Papy modyfikowane SBS
- ✓ Hydroizolacje płynne PU i PMMA
- ✓ Systemy dachowe z odpornością ogniową
- ✓ Izolacje termiczne i akustyczne
- ✓ Kleje i grunty bitumiczne
- ✓ Membrany bitumiczne PVC i TPO
- ✓ Folie basenowe
- ✓ Dachy zielone
- ✓ Akcesoria tarasowe

Systemy hydroizolacyjne **SOPREMA** mają wszechstronne zastosowanie. Produkty zostały przygotowane tak, aby sprostać wszelkim wyzwaniom, jakie stawia zarówno nowoczesne budownictwo, jak i prace renowacyjne.



ALSAN 970® CR – szybkoschnąca, elastyczna, odblaskowa warstwa wykończeniowa na bazie żywic PMMA o białej pigmentacji, przeznaczona do wykonania warstwy wierzchniej w systemie ALSAN COOL ROOF – głównie na membranach bitumicznych SBS i APP – w połączeniu z podkładem gruntującym dla chłodnych dachów – **ALSAN® 172 CR** – gwarantuje trwałą odporność na działanie warunków atmosferycznych.



SOPREMA POLSKA SP. Z O.O.

Czy zaawansowane technologie i materiały zrewolucjonizują rynek w ciągu najbliższej dekady? Jak firmy budowlane podchodzą do wdrażania innowacji?



DARIUSZ KASZNIA,
prezes zarządu,
Fundacja Europejskie Centrum
Certyfikacji BIM

Perspektywa 10 lat w budownictwie nie wydaje się zbyt odległa. Porównując polskie budownictwo teraz i 10 lat temu, chyba trudno byłoby wskazać jakieś duże zmiany w sposobie projektowania i realizacji obiektów budowlanych. Oczywiście pojawiły się nowe technologie, nowe materiały, budownictwo coraz bardziej się cyfryzuje i automatyzuje, ale nie są to zmiany rewolucyjne, a raczej ewolucja, i to dość powolna w porównaniu z innymi dziedzinami gospodarki. Uwzględniając doświadczenia ostatnich 10 lat, można by przypuszczać, że nadal ten postęp będzie dość powolny. Ale uważam, że jednak te ostatnie lata były swego rodzaju przygotowaniem do tego, co może nastąpić w kolejnym dziesięcioleciu. Wydaje się, że budownictwo stoi u progu wielu zmian, często wymuszonych przez czynniki zewnętrzne: coraz większe oczekiwania społeczne dotyczące ekologii, rosnące koszty materiałów budowlanych, pracy czy surowców energetycznych oraz zmieniające się warunki klimatyczne, które na pewno wpłyną na budownictwo. Z jednej strony produkcja materiałów budowlanych będzie musiała być coraz mniej uciążliwa dla środowiska, a z drugiej wyprodukowane materiały będą musiały być w coraz większym stopniu odzyskiwalne. Analiza i konieczność zmniejszenia śladu węglowego stanie się standardowym wymogiem nie tylko przy produkcji materiałów budowlanych, ale w całym procesie realizacji i eksploatacji obiektów budowlanych.

Na pewno będziemy mieli do czynienia z coraz większą cyfryzacją procesu projektowania i realizacji inwestycji budowlanych. Sądzę, że w ciągu 10 lat zniknie z budów dokumentacja papierowa. Stosowanie BIM znacząco wpłynie na zmniejszenie ilości odpadów powstających w procesie budowy. W coraz większym stopniu będzie wykorzystywana automatyzacja i prefabrykacja. Być może druk 3D na dobre zagości na naszych budowach, chociaż uważam, że perspektywa dekady wydaje się zbyt krótka, aby ta technologia stała się powszechna. Na pewno rozszerzona rzeczywistość stanie się codziennością w procesie planowania i realizacji, ponieważ już teraz przestała być nowinką technologiczną, a jest coraz częściej wykorzystywana np. do podejmowania kluczowych decyzji dotyczących planowanego obiektu na bardzo wczesnych etapach. Wydaje się, że dzięki cyfryzacji i lepszemu zarządzaniu danymi budownictwo stanie się przemysłem bardziej precyzyjnym i mniej uciążliwym zarówno na etapie produkcji, jak i budowy. Mam również nadzieję, że stopniowo uda się zmienić nasze wieloletnie tradycje budownictwa „konfrontacyjnego” na budownictwo „współpracujące”, oparte na współdziałaniu wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego dla osiągnięcia wspólnego celu, jakim jest każda inwestycja budowlana.



mgr inż. PIOTR KOPACZ,
kierownik projektu *Budownictwo efektywne energetycznie i procesowo*, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Budownictwo to branża, która wymaga zmiany myślenia o zasobach naturalnych w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym oraz gospodarowania energią, które to zagadnienia zdominują całą gospodarkę w najbliższych latach. Cała branża będzie się skupiać na ograniczeniu zużycia czasu, pieniędzy, materiałów i energii i udoskonalenie wymienionych wskaźników będzie charakteryzować tę branżę za 10 lat. Największą rolę odgrywać będzie efektywność energetyczna przez dostosowanie do profilu mieszkańców wszystkich instalacji w budynku, tak aby maksymalnie obniżyć zużycie energii. Powstaną zeroemisyjne budynki, które będą produkować z OZE więcej energii, niż zużywają na wszystkie potrzeby (ogrzewanie, ciepła woda, zasilanie sprzętów), z uwzględnieniem magazynowania energii w zależności od pory dnia i pory roku. Racjonalizacji będzie podlegało również zużycie wody i odpadów. Dzięki technologii BIM zwiększy się efektywność projektowania, a drony ocenią przydatność terenu pod budowę. Niedobór pracowników na budowach wpłynie na wzrost udziału w rynku technologii modułowych i prefabrykowanych. Na plac budowy będą dostarczane moduły zintegrowane z elementami instalacji i elementami wykończenia z wyposażoną łazienką i kuchnią. Ograniczy to koordynację rzeszy specjalistów, a przy wysokim wolumenie produkcji technologie te będą tańsze w budowie niż te tradycyjne. Poza tym wraz z powiększeniem się rodziny będziemy mogli dodać kolejny moduł, natomiast kiedy z domu wyprowadzą się dzieci, będzie można powrócić do poprzedniego metrażu. Budynki szkół czy szpitali będą przenoszone w nowe miejsca, w których będą potrzebne. Pompy ciepła zmienią całkowicie podejście do ogrzewania budynków, eliminując emisję zanieczyszczeń ze spalania w tradycyjnych piecach. Przy wyborze materiałów budowlanych będziemy się kierować już nie tylko ich właściwościami i ceną, ale także niskim śladem węglowym, wysokim poziomem recyklingu oraz produkcją lokalną, zmniejszającą emisję z transportu. Nastąpi powrót do drewna i innych materiałów organicznych (celuloza, włókna naturalne, słoma). Rewolucją będą materiały budowlane umożliwiające kumulowanie energii, tak aby sam budynek mógł swoją strukturą stanowić jej magazyn.

Obecnie w Polsce firmy budowlane biorą już pod uwagę przy doborze rozwiązań technologicznych koszty eksploatacji budynków. Firmy zaczynają mierzyć ślad węglowy, inwestują w wykwalifikowanych pracowników technicznych czy też stosują rozwiązania pozwalające ograniczyć udział materiałów o wysokim śladzie węglowym, takich jak stal i beton, lub wprowadzające bardziej ekologiczne odmiany tych materiałów.

Jakie korzyści ze stosowania technologii BIM odnoszą firmy projektowe?



dr inż. MIKOŁAJ OSTROWSKI,
główny specjalista, zastępca lidera
Grupy Badawczej Cement,
Sieć Badawcza Łukasiewicz –
Instytut Ceramiki i Materiałów
Budowlanych

Jeśli mamy na myśli segment materiałów budowlanych, to w najbliższym dziesięcioleciu czeka nas wielka transformacja na niskoemisyjne produkty. Obecnie obszar materiałów budowlanych jest bardzo dynamicznie rozwijającą się dziedziną ze względu na zmieniające się potrzeby rynku w aspekcie wyzwań klimatycznych. Stosowanie materiałów budowlanych wprowadzonych na rynek kilkanaście lat temu, w dzisiejszych czasach intensywnie ewoluuje, dostosowując się do niskoemisyjnej i zrównoważonej gospodarki. Europejski Zielony Ład czy Gospodarka o Obiegu Zamkniętym (GOZ) to nowe kierunki rozwoju branży materiałów budowlanych. Sądzę, że za 10 lat tradycyjne materiały budowlane zostaną zastąpione produktami o wielokrotnie niższym śladzie węglowym. W ostatnich latach bardzo dynamicznie rozwijany jest także segment budownictwa modułowego, który za 10 lat może być już na zaawansowanym etapie rozwoju. Podobnie jest z cyfryzacją budownictwa. Jestem przekonany, że już niedługo integralną częścią każdej inwestycji budowlanej będzie BIM (*Building Information Modeling*), czyli zdigitalizowany zbiór informacji włącznie z modelem 3D, który działa przez cały proces budowy i użytkowania budynku. Informacje są dostępne już od etapów konstrukcyjnych aż do decyzji dotyczących recyklingu w procesie rozbiórki.

Czy zaawansowane technologie i materiały zrewolucjonizują rynek? W pewnym stopniu tak, ponieważ tego właśnie dotyczą aktualne wyzwania zrównoważonej gospodarki. Prace badawcze nad rozwojem nowoczesnych materiałów budowlanych, które m.in. intensywnie prowadzi Sieć Badawcza Łukasiewicz, są ukierunkowane na niskoemisyjność w procesie produkcji materiałów, wykorzystanie poprodukcyjnych produktów ubocznych z innych gałęzi przemysłu – zgodnie z założeniami GOZ, ograniczając tym samym stosowanie surowców naturalnych, ulepszanie właściwości mechanicznych i trwałości opracowywanych materiałów, zachowując zasadę energooszczędności i konkurencyjności ekonomicznej. Realizowanych pomysłów na innowacyjne materiały w obszarze prac badawczo-rozwojowych jest bardzo dużo i ich wdrożenie jest kwestią czasu.

Firmy budowlane są otwarte na innowacyjne propozycje, na pewno chętnie angażują się w projekty badawcze z jednostkami naukowo-badawczymi, ale rządzi jedna zasada: musi się to opłacać. Z pewnością w przyspieszeniu wdrażania innowacji pomogą certyfikaty śladu węglowego, które coraz częściej są wymagane.



MATEUSZ SAMULAK,
prezes zarządu,
PROJMORS Biuro Projektów
Budownictwa Morskiego Sp. z o.o.

Efektywne zarządzanie projektem oraz zapewnienie jakości i terminowości przedsięwzięcia to jedno z głównych zadań w procesie budowlanym. Trzon projektu wykonywanego w metodologii BIM stanowi cyfrowa baza danych o obiekcie. W połączeniu z wdrażanymi standardami pozwala naszym specjalistom na sprostanie tym wymaganiom. Umożliwia także łatwiejsze zapewnienie sprawnej i przejrzystej komunikacji z naszymi klientami. Poprawa przepływu informacji między wszystkimi uczestnikami procesu budowlanego ma niebagatelny wpływ na koszt i termin realizacji prac projektowych. Istotnym wyzwaniem jest stale wzrastający poziom skomplikowania projektowanych i realizowanych obiektów. BIM stanowi odpowiedź branży budowlanej także na to zagadnienie. Umożliwia szybszą, łatwiejszą i skuteczniejszą koordynację specjalistycznych opracowań branżowych, ułatwiających opracowanie spójnego i przemyślanego projektu. Ma to znaczący pozytywny wpływ na koszty i czas realizacji inwestycji oraz na jej jakość. Dzięki redukcji i optymalizacji nakładów na inwestycję oraz czasu trwania procesu budowlanego metodologia ta wpisuje się także w cele zrównoważonego rozwoju.



fot. Blue Planet Studio, Adobe Stock

Inteligentne budowanie tączy.

PORR S.A. jest generalnym wykonawcą najdłuższego w Polsce pozamiejskiego tunelu drążonego w skale, który powstaje na trasie S3 Bolków – Kamienna Góra Płn.

PORR
porr.pl

OBSZARY DZIAŁAŃ DLA ZASTOSOWANIA NASZYCH TECHNOLOGII:

- ✓ Infrastruktura drogowa
- ✓ Infrastruktura kolejowa
- ✓ Infrastruktura wodna śródlądowa i morska
- ✓ Infrastruktura wodno-sanitarna
- ✓ Energetyka
- ✓ Budownictwo przemysłowe
- ✓ Budownictwo mieszkalne

STOSOWANE ROZWIĄZANIA:

- ✓ Zabezpieczenia wykopów
- ✓ Konstrukcje oporowe
- ✓ Zabezpieczenia skarp i zboczy
- ✓ Przesłony przeciwfiltracyjne
- ✓ Głębokie fundamentowanie
- ✓ Wzmocnienie podłoża
- ✓ Komory przewiertowe

ZAKRES WYKONYWANYCH ROBÓT W OBRĘBIE GEOINŻYNIERII:

Zabezpieczenia głębokich wykopów

- ✓ ścianki szczelne wibrowane i wciskane
- ✓ ścianki berlińskie wibrowane i wiercone
- ✓ palisady z pali CFA, VDW, DSM i Jet-grouting
- ✓ kotwy gruntowe linowe wiercone w orurowaniu
- ✓ kotwy gruntowe mikropalowe – system samowierzący
- ✓ rozparcia stalowe

Posadowienia pośrednie

- ✓ pale CFA, rurowe i przemieszczeniowe FDP
- ✓ kolumny DSM
- ✓ kolumny Jet-grouting
- ✓ mikropale i gwoździe gruntowe
- ✓ podbicia i wzmocnienia istniejących fundamentów

Przesłony przeciwfiltracyjne Jet-grouting

- ✓ ekrany poziome
- ✓ przesłony pionowe

📍 ul. Jaskótek 10, 43-215 Studzienice

☎ +48 32 218 98 88

🌐 www.ggts.pl

✉ biuro@ggts.pl

ZAPOZNAJ SIĘ Z NASZĄ OFERTĄ!



**ZAPRASZAMY
DO WSPÓŁPRACY!**