



Temat wydania

# Nowoczesne technologie i innowacje zmieniają budownictwo

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Amiblu®



Aż 70% wykonawców uważa, że zaawansowane technologie zwiększają produktywność, poprawiają harmonogramy robót budowlanych i bezpieczeństwo. Wpływa na to także oprogramowanie, nowoczesne materiały i ich innowacyjne wykorzystanie. Wszystkie te elementy łączy wspólna cecha – jeszcze 50 lat temu nie istniały, a dziś coraz częściej można je spotkać na budowach. Przemysł 4.0 i rozwój inżynieryjny sprawiają, że jesteśmy świadkami powstawania coraz bardziej niezwykłych i pionierskich inwestycji, a bycie częścią branży budowlanej nigdy nie było tak ekscytujące jak dzisiaj.

Firmy z branży zdają sobie sprawę, że aby zachować przewagę konkurencyjną, muszą być na bieżąco z innowacjami, które determinują rozwój budownictwa. Jedną z głównych zasad, jakimi kieruje się postęp w branży budowlanej, jest dążenie do oszczędności i maksymalizacji funkcjonalności. Inteligentne technologie, nowoczesne maszyny i jeszcze sprawniejsze techniki pracy to dziś standard w wielu firmach. Branża budowlana rozwija się od kilku lat dynamicznie, regularnie inwestując w zupełnie nowe rozwiązania i szybko czyniąc je standardami jakości. Zmiany, jakie pojawiają się w budownictwie, wynikają również z coraz wyższych wymagań inwestorów, przepisów prawa oraz standardów międzynarodowych. Innowacje w budownictwie znajdziemy przede wszystkim w materiałach budowlanych, maszynach, technikach pomiarowych czy stosowanych rozwiązaniach

poprawiających wydajność i funkcjonalność obiektów budowlanych.

Tym, co znacząco wpłynęło na zmiany w produkcji, a co ostatecznie rzutuje na wszystkie branże i aspekty naszego życia, jest czwarta rewolucja przemysłowa, znana także pod nazwą przemysł 4.0. W uproszczeniu można ją zdefiniować jako dogłębną cyfryzację, a następnie dalszą automatyzację procesów, które zachodzą w przedsiębiorstwach. Odbyna się ona przez implementację zaawansowanych systemów IT, przemysłowego Internetu Rzeczy, analityki danych i sztucznej inteligencji. Dostarczając mobilnych technologii komputerowych i zaawansowanych rozwiązań informatycznych, czwarta rewolucja przemysłowa w istotny sposób zmienia poszczególne gospodarki, przedsiębiorstwa i społeczeństwa.

Dla budownictwa obecne zmiany są szansą na wdrożenie nowych, innowacyjnych rozwiązań, które często rewolucjonizują dotychczasowe postrzeganie branży – tak na etapie projektowania, jak i realizacji inwestycji. Budownictwo 4.0 oprócz rozwoju technologicznego, w tym wirtualnej rzeczywistości czy sztucznej inteligencji, przejawia się także w zmianie otoczenia i warunków pracy. Innowacyjność jest dla branży szansą, która stwarza nowe perspektywy rozwoju. Z kolei niedostosowanie się do aktualnych wymogów rynku rodzi problemy dla przedsiębiorstw. W niedalekiej perspektywie przełoży się zapewne na ich pozycję rynkową, w tym budowanie przewagi konkurencyjnej.

### **Innowacje pod ziemią**

Innowacyjność w budownictwie nie zna granic i ma miejsce również pod ziemią. Coraz bardziej skomplikowane obiekty powstają coraz szybciej i często w coraz trudniejszych



warunkach. Nic więc dziwnego, że w ciągu ostatnich dwóch dekad nastąpiła ogromna zmiana w tym obszarze budownictwa. Jeszcze na początku lat 90. XX w. kolumny hybrydowe, betonowo-żwirowe, były nowością na polskim rynku, podobnie jak iniekcja rozpychająca pod koniec 1999 r. Co w najbliższym czasie zrewolucjonizuje geotechnikę? Zdaniem ekspertów, można się spodziewać coraz większej automatyzacji, zwłaszcza w zakresie bezprzewodowej transmisji sygnału z ziemi, digitalizacji danych geologicznych oraz geotechnicznych, która jest teraz intensywnie rozwijana, oraz szerszego wykorzystania technologii BIM.

Obecnie roboty geotechniczne mogą się realnie przyczyniać do redukcji emisji gazów cieplarnianych. Wykorzystując kalkulator opracowany przy udziale EFFC (Europejskie Stowarzyszenie Wykonawców Fundamentów Specjalnych), firmy mogą ocenić ślad węglowy pozostawiany przez prace geotechniczne – przez różne technologie wzmocnienia gruntu, posadowienia pośredniego (palowania) lub zabezpieczenia wykopu – i na tej podstawie dokonać wyboru najlepszego rozwiązania.

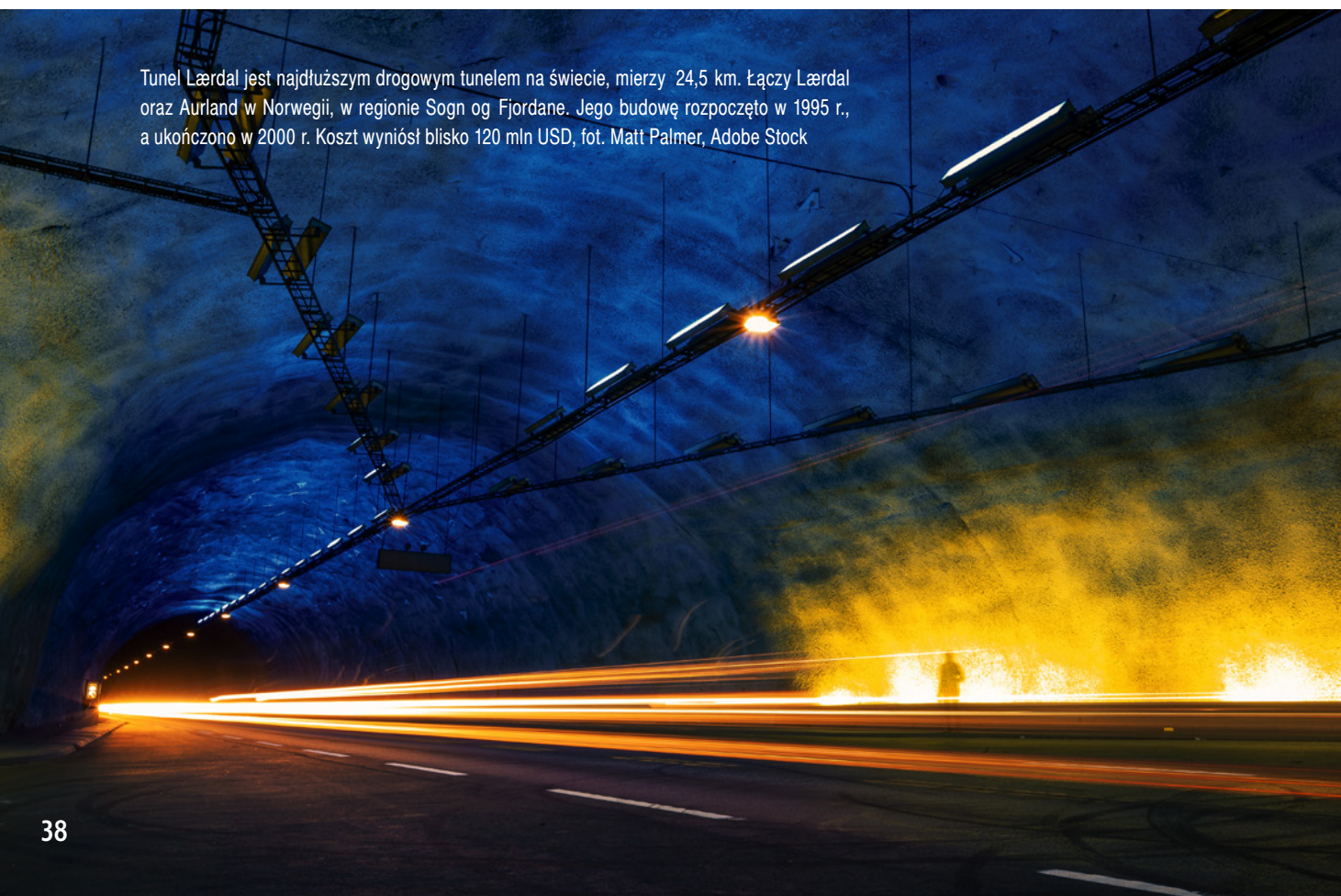
Biorąc pod uwagę ogromny postęp, jaki dokonał się w geotechnice, jest ona z pewnością jednym z najszybciej rozwijających się sektorów budownictwa, stanowiąc integralną część wielu inwestycji budowlanych. Dzięki zwiększeniu wydajności sprzętu do budowy fundamentów specjalnych i rozwojowi zaawansowanych technik obliczeniowych przy projektowaniu geotechnika może być dziś szeroko stosowana w bardzo zróżnicowanych warunkach gruntowych. Dla wielu obiektów standardem jest dziś jedna kondygnacja podziemna, a w przypadku miejsc szczególnie atrakcyjnych, np. w Warszawie czy Krakowie, coraz częściej będą powstawać projekty zakładające budowę trzech kondygnacji podziemnych, z czasem być może czterech czy pięciu. Proporcjonalnie do wzrostu liczby samochodów nie przybywa miejsc parkingowych – podziemne

parkingi mogą skutecznie rozwiązać ten problem. Budowanie kolejnych kondygnacji w głąb jest możliwe właśnie dzięki rozwojowi budownictwa podziemnego i technologii głębokiego fundamentowania.

Coraz powszechniej budowane są tunele. Dziś skala tego typu obiektów jest zupełnie inna niż jeszcze kilkadziesiąt lat temu. Budownictwo dysponuje rozwiązaniami pozwalającymi sprostać wyzwaniom nowoczesnego tunelowania, dzięki czemu są one coraz dłuższe i głębsze, mają coraz większe średnice i powstają na obszarach coraz bardziej skomplikowanych pod względem geologicznym. Draży się je w miejscach, gdzie są potrzebne, a nie tam, gdzie najłatwiej je zbudować. Także wysoki poziom wód gruntowych nie jest już czynnikiem uniemożliwiającym budowę tunelu. Konstruowane są również przy bardzo niskim przykryciu, czego przykładem jest budowany obecnie łódzki kolejowy tunel średnicowy. Rozwój budownictwa podziemnego nie byłby możliwy bez specjalistów, którzy umożliwiają realizację tych skomplikowanych przedsięwzięć budowlanych na wszystkich poziomach projektowania i wykonawstwa. Nad całym procesem czuwają geolodzy, geodeci, specjaliści w zakresie robót ziemnych, fundamentowych i drogowych, technolodzy betonu, koordynatorzy projektu itd.

Możliwości dzisiejszego budownictwa pozwalają także reagować na zmiany klimatyczne i gwałtowne zjawiska pogodowe wyrządzające szkody, które powodują m.in. przerwy w dostawach energii i surowców. Aby ich uniknąć, na całym świecie podziemna infrastruktura przesyłowa powstaje coraz częściej z wykorzystaniem do jej budowy nieinwazyjnych technologii bezwykopowych. Są one coraz powszechniej wykorzystywane także w Polsce, m.in. przez przedsiębiorstwa wod-kan, które stosują je do budowy i renowacji sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Technologie bezwykopowe doceniają także koncerny energetyczne czy paliwowe, ponieważ pozwalają one na

Tunel Lærdal jest najdłuższym drogowym tunelem na świecie, mierzy 24,5 km. Łączy Lærdal oraz Aurland w Norwegii, w regionie Sogn og Fjordane. Jego budowę rozpoczęto w 1995 r., a ukończono w 2000 r. Koszt wyniósł blisko 120 mln USD, fot. Matt Palmer, Adobe Stock



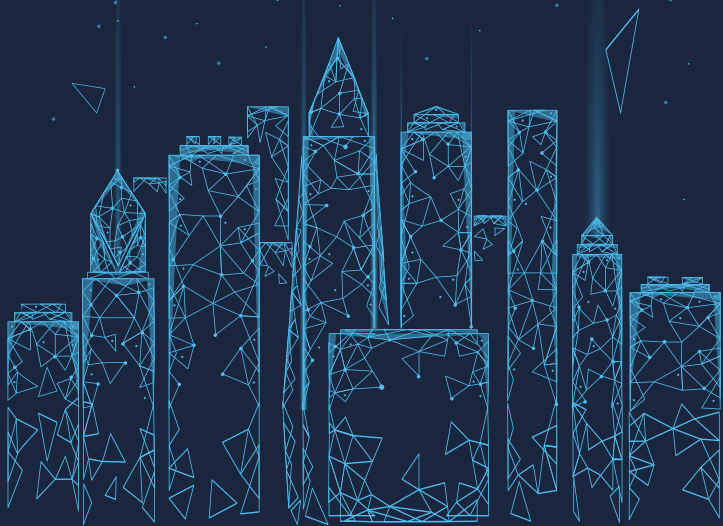


## Kompleksowe wsparcie na każdym etapie Twoich inwestycji

- Domieszki do betonu
- Posadzki przemysłowe
- Systemy hydroizolacji
- Systemy naprawcze
- Budownictwo podziemne

<http://www.master-builders-solutions.com/pl>





### Najwyższa budowla na świecie przez ponad 3800 lat

Piramida Cheopsa w Gizie była najwyższą budowlą na świecie przez przeszło 3800 lat. Została zbudowana z ponad 2,3 mln bloków wapienia, chociaż do dziś nie wiadomo, czy robotnicy ciągnęli, podnosili, czy toczyli je na miejsce. Przy uwzględnieniu współczesnych cen budowa piramidy kosztowałaby ok. 1,2 mld USD. Mając 147 m wysokości, była najwyższym budynkiem na świecie od czasu jej ukończenia ok. 2560 r. p.n.e. do 1311 r. Obecnie najwyższą budowlą na świecie jest Burdż Chalifa (828 m), ale żaden budynek nie posiadał tytułu tak długo, jak piramida Cheopsa.

### Najwyższy budynek w Polsce

Od czasu zakończenia budowy w 1955 r. najwyższym budynkiem w Polsce był liczący 237 m Pałac Kultury i Nauki górujący nad Warszawą. Od 2007 r. wpisany jest na listę zabytków. Został jednak zdeklasowany przez znajdujący się również w stolicy Varso Tower. Budynek osiągnął 310 m 20 lutego 2021 r.

### Najwyższy budynek mieszkalny w Polsce

Sky Tower we Wrocławiu to wieżowiec o wysokości 212 m. Najwyżej położone mieszkania znajdują się na 48. piętrze, czyli 200 m nad ziemią. W całym kompleksie znajdują się również biura i galeria handlowa.

### Rekordowy fałowiec

Zbudowany przy ul. Obrońców Wybrzeża w Gdańsku blok to prawdziwy rekordzista. Jest nie tylko najdłuższy w Polsce – liczy prawie kilometr i mieszka w nim ponad 6 tys. osób – ale jest też drugim najdłuższym budynkiem mieszkalnym w Europie. Mieści się w nim 1790 mieszkańców, a pomiędzy pierwszą a ostatnią klatką znajdują się trzy przystanki autobusowe.

### Najstawniejsze zdjęcie w historii budownictwa

Zdjęcie 11 mężczyzn jedzących lunch na szczycie amerykańskiego wieżowca w 1932 r. zdobyło międzynarodową sławę, i to bez Photoshopa. Ujęcie zostało zrobione na 69. piętrze, kilka miesięcy przed zakończeniem budowy wieżowca. Dopiero w 2003 r. udało się ustalić autora fotografii – był nim Charles Ebbets.

prorowadzenie szeroko zakrojonych działań budowlanych bez szkody dla środowiska naturalnego. Istotnym argumentem jest także fakt, że nie powodują utrudnień w rejonie prowadzenia prac. Obie te cechy są szczególnie istotne przy wykorzystywaniu ich na terenach przyrodniczo cennych czy w ścisłej zabudowie miejskiej, gdzie ingerencja w powierzchnię jest niemożliwa lub gdzie spowodowałaby znaczące utrudnienia. Ponieważ beneficjentami ich stosowania są zarówno inwestorzy, odbiorcy, jak i środowisko, można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że popularność technologii bezwykopowych będzie stale rosła.

### Sky is the limit

Ludzie od zawsze mieli pragnienie tworzenia rzeczy wyjątkowych, nie inaczej było w budownictwie. Z upływem stuleci obiekty przybierały różne formy, ich długość czy wysokość ulegała zmianom, podobnie jak wzrastała liczba powodów, dla których budowle takie wznoszono. Uważa się, że cały ubiegły wiek w budownictwie był prawdziwą rewolucją. Przez kilkadziesiąt lat stworzono konstrukcje, które prześcignęły osiągnięcia poprzednich tysiącleci. Dziś największe kraje konkurują między sobą o to, który z nich zbuduje najwyższy budynek świata, najdłuższy tunel czy most. Architekturę i projektowanie zrewolucjonizowały obecnie m.in. nowoczesne technologie, materiały oraz dalszy rozwój znanych i stosowanych materiałów, jak beton, szkło czy stal. Ich zastosowanie w budownictwie umożliwiło stopniowe usunięcie wielu barier, na jakie projektanci natrafiali podczas realizacji projektów np. o futurystycznym designie. Wszystkie te innowacje pozwalają architektom i inżynierom opracowywać bardziej złożone koncepcje, bez krępowania ich kreatywności. Rzucają wyzwanie ustalonym kanonom przy projektowaniu budynków i dzieł unikatowych, które mogą powstać, wykorzystując zalety tych technologii i materiałów oraz możliwości formowania skomplikowanych kształtów.

Wieżowce i drapacze chmur wydają się naturalnym kierunkiem w rozwoju architektury i budownictwa. Fascynacja ludzi budowaniem wysokich konstrukcji nie narodziła się wczoraj – przykładem są chociażby starożytne piramidy czy katedry gotyckie. Jednak dopiero od niedawna powstają budynki, które praktycznie dotykają chmur. Do połowy XIX w. budynek o wysokości ponad 10. pięter był niepraktyczny i w zasadzie niemożliwy do zbudowania. Wszystko to jednak zmienił rozwój technologii budowlanej. Wraz z wynalezieniem nowego układu hamulcowego do wind, stali produkowanej na masową skalę oraz rozwojem fundamentowania na nowo zdefiniowaliśmy granice tego, jak wysoko możemy budować. Przyczyniły się do tego także nowoczesne deskowania i rusztowania. Wcześniej traktowane jako środki pomocnicze, niezbędne do wykonania konstrukcji, są dziś – jako rozwiązania systemowe – narzędziami umożliwiającymi organizację procesu budowlanego i konstruowanie coraz wyższych budowli.

Historia współczesnego budownictwa wysokiego rozpoczęła się w Chicago, gdzie wskutek dynamicznego napływu ludności, gęstszej zabudowy i wzrostu cen gruntów zaczęto wznosić coraz wyższe budynki. Jednym z takich obiektów był zbudowany w 1885 r. 10-piętrowy Home Insurance Building o wysokości 42 m. Kolejne były wieżowce w Nowym Jorku, Los Angeles, San Francisco czy Detroit. I to właśnie Stany Zjednoczone od końca XIX w. imponowały rozmachem stawianych konstrukcji.

Dubaj słynie z ambitnych projektów architektonicznych i rozwiązań technologicznych. W ciągu ostatnich niecałych 20 lat powstało tam ponad 300 wieżowców, a kolejnych 300 jest w trakcie budowy, fot. Jag\_cz, Adobe Stock



W drugiej dekadzie XXI w. na czoło wysunęły się państwa azjatyckie i arabskie, a najwyższy budynek na świecie – Burdż Chalifa (828 m) – zbudowano w Dubaju. Niemniej najwyższa konstrukcja zbudowana przez człowieka znajduje się na morzu – jest nią Perdido Regional Host, należąca do Shella platforma wiertnicza. Znajduje się w Zatoce Meksykańskiej, a jej łączna wysokość to 2348 m.

### **Mosty a rozwój cywilizacji**

Rywalizacji o najbardziej imponujący obiekt nie sposób nie zauważyć również w mostownictwie. Mosty są jednym z przełomowych inżynierskich wynalazków ludzkości. Konstruowanie trwałych, wytrzymałych coraz większe natężenia ruchu przepraw jest wyrazem potęgi dzisiejszej cywilizacji. Mosty są jednak jednymi z najważniejszych konstrukcji już od czasów prymitywnych. Były niezbędne w kolejnych, coraz dalszych podróżach człowieka, umożliwiając mu przekraczanie kolejnych przeszkód. Rzymianie znacznie rozwinęli pierwotne idee

budowania mostów, tworząc arcydzieła architektury, które zachowały się do dziś.

Prawdopodobnie najbardziej rozpoznawalnym mostem na świecie jest obecnie 84-letni most Golden Gate w San Francisco. W momencie oddania do użytku w 1937 r. obiekt o długości przęsła głównego 1280 m i wysokości pylonów 227,4 m był najwyższym mostem wiszącym na ziemi. Podczas uroczystego otwarcia Franklin Delano Roosevelt powiedział: „Nie ma wątpliwości, że historia budowy mostów jest historią cywilizacji”. W istocie, mosty to jedne z najważniejszych elementów infrastruktury transportowej. W 2016 r. przeciętny człowiek przekraczał codziennie więcej niż jeden most tylko w drodze do pracy. Podobnie jak w przypadku innych projektów inżynierskich, mosty muszą być maksymalnie bezpieczne, a jednocześnie ich budowa musi być opłacalna. Właśnie dlatego ogromną rolę odgrywa projektowanie mostów. W wielu miejscach na świecie powstają takie, których zastosowanie wyszło poza pierwotny zamysł. To już nie tylko obiekty łączące ze sobą dwa brzegi



Najdłuższą morską przeprawą mostowo-tunelową na świecie jest Hongkong – Zhuhai – Makau w Chinach. Przeprawa o długości 55 km składa się z trzech podwieszonych mostów, podmorskiego tunelu o długości ok. 6,7 km i czterech sztucznych wysp. Budowa kosztowała prawie 19 mld USD, fot. Weiming, Adobe Stock

### **VR, czyli wirtualna rzeczywistość**

Narzędzia VR pozwalają projektantom przesuwać granice wizualizacji, dając możliwości poznania danego budynku i przestrzeni na długo przed ich faktycznym powstaniem. Osiągnięte dzięki goglom VR wrażenie realistycznego świata, wytworzonego w technologii wirtualnej rzeczywistości, umożliwia użytkownikom interakcję z danymi konstrukcyjnymi w jakości HD. W takim środowisku można także weryfikować aspekty pozakonstrukcyjne, jak rozmiar, jasność czy kształty poszczególnych elementów projektu. Rozwiązania wykorzystujące wirtualną rzeczywistość pozwalają m.in. na szybszą weryfikację projektu i łatwiejsze wprowadzanie ewentualnych zmian.



### **Drony na budowy**

W 2018 r. nastąpił 239-procentowy wzrost wykorzystania dronów w budownictwie. Obraz widziany z lotu ptaka oraz możliwość nagrywania filmów i robienia zdjęć przez drony usprawniły i ulepszyły zarządzanie placem budowy i gotową inwestycją na wielu płaszczyznach.



rzecki, ale gigantyczne konstrukcje o długości kilkudziesięciu kilometrów. W ostatnich latach wzrost granicznych rozpiętości przęsła konstrukcji mostowych jest szczególnie zauważalny i dotyczy niemal wszystkich podstawowych układów konstrukcyjnych. To w tym obszarze najbardziej widać spektakularny postęp, jaki dokonał się w mostownictwie. Rekordy biją mosty wiszące, ale rozwój w tym zakresie następuje także w innych układach konstrukcyjnych – belkowych, łukowych i podwieszonych oraz wstęgowych. Na arenie międzynarodowej w budowaniu tego typu mostów przodują kraje azjatyckie. W Polsce bicie podobnych rekordów nie jest możliwe ze względu na warunki naturalne – brak wysp, cieśnin czy bardzo szerokich rzek. Niemniej od 10 lat polskim rekordzistą w kilku kategoriach jest oddany do użytku w 2011 r. most Rędziński, który ma najwyższy pylon w Polsce, jest najdłuższym żelbetowym mostem podwieszonym w kraju, najdłuższym polskim mostem podwieszonym na jednym pylonie, a także mającym najdłuższe przęsło żelbetowe – 256 m.

Dalsze ustanawianie rekordów w budownictwie mostowym jest możliwe m.in. dzięki stałemu rozwojowi technologii betonu i zastosowaniu w konstrukcjach betonów nowej generacji. Potencjał do tworzenia jeszcze bardziej spektakularnych obiektów ma także stal, należąca – podobnie jak beton – do ogólnie znanych i szeroko stosowanych materiałów konstrukcyjnych. Natomiast zdaniem ekspertów, prawdziwie rewolucyjny skok rozpiętości może dopiero nastąpić za sprawą nowych materiałów kompozytowych – polimerów z włóknami.

### **Technologie informatyczne w służbie wydajności**

Większa wydajność procesów budowlanych to kolejny krok na drodze rozwoju branży. Budownictwo z powodzeniem wykorzystuje różne zdobycze dzisiejszej techniki, aby poprawić produktywność i efektywność. Najnowocześniejsze technologie mogą radykalnie zmienić sposób działania firm i realizacji projektów budowlanych.

Pracę inżynierów i projektantów już od kilkudziesięciu lat wspomagają komputery. Potrafią wykonać dla nich wiele zadań – od prostych obliczeń matematycznych aż po skomplikowane wizualizacje, z uwzględnieniem środowiska naturalnego, sił oddziałujących na dany obiekt i wielu innych czynników. Cyfrowe wsparcie na etapie projektowania dla inżynierów każdej branży – od mechaniki, przez budownictwo, elektrykę, po energetykę – zapewniają programy CAD (*Computer-aided design*). Producenci oprogramowania wychodzą naprzeciw oczekiwaniom branży, tworząc i udoskonalając narzędzia wspierające projektantów, producentów, dostawców, inwestorów itd. Programy służące do projektowania i analizy stateczności globalnej zbroczy, skarp, zapór, nowo budowanych nasypów i obudów głębokich wykopów, specjalistyczne programy do analizy osiadań i obliczeń konsolidacji metodą elementów skończonych (MES) – to tylko ułamek tego, czym dysponują współcześni projektanci.

Szansy na wyższą efektywność upatruje się także w ograniczeniu wykorzystania dokumentów papierowych, lepszej analizie danych, szerszym zastosowaniu BIM (*Building Information Modeling*), nowych materiałów, a także ściślejszej współpracy pomiędzy poszczególnymi podmiotami działającymi na rynku, zwłaszcza w fazie planowania inwestycji. Przyszłość branży z pewnością silnie zdeterminuje postęp technologiczny, szcze-



Zapora Hoovera, fot. hsvbooth, pixabay.com

gólnie w zakresie rozwiązań IT, które rozwijają się błyskawicznie. Liderzy rynku jednomyślnie twierdzą, że decydującą rolę odegrają te ułatwiające komunikację oraz wspierające planowanie i optymalizację procesów. Biorąc pod uwagę obecne wyzwania rynku pracy, odpowiedzią na nie będzie częściowa automatyzacja procesów budowlanych. Już dziś na polskich budowach można spotkać maszyny, które częściowo zastępują ludzką pracę. Choć tej nigdy nic nie zastąpi całkowicie, nowoczesny sprzęt budowlany, wzbogacony o różnego rodzaju oprogramowanie, jest łatwiejszy w obsłudze i precyzyjniejszy. Dzięki temu wzrasta jakość i tempo realizacji poszczególnych robót budowlanych. Umożliwiają to m.in. drony, urządzenia które prowadzą badania terenowe szybciej i dokładniej niż załoga na ziemi, której dzięki nim nie trzeba także narażać na inspekcje w miejscach potencjalnie niebezpiecznych, np. na mostach czy wysokich budynkach. Z danych zebranych dzięki nowoczesnym kamerom umieszczonym na dronach można tworzyć interaktywne mapy, modele 3D lub modele topograficzne oraz dokonywać pomiarów objętości. Dziś możemy także zobaczyć, jak będzie wyglądał obiekt, a nawet wejść do jego wnętrza, zanim zostanie wbita pierwsza łopata pod jego budowę. To możliwe dzięki technologii rzeczywistości wirtualnej (*virtual reality – VR*). Tworząc projekt budynku za pomocą BIM, a następnie używając VR, można go obejść dookoła na długo, zanim rzeczywiście powstanie. Pełniejsze zrozumienie projektu jeszcze przed rozpoczęciem realizacji zadania daje możliwość uniknięcia dużych i kosztownych zmian w trakcie budowy.

### Rozwój nowoczesnych technik materiałowych

Wszystko wskazuje na to, że klasyczna, uniwersalna triada witruwiańska – piękno, trwałość, użyteczność – to już dziś za mało dla architektury i budownictwa. Obecnie funkcjonalność oznacza, że muszą zostać spełnione wymagania nie tylko użytkownika obiektu, ale również otoczenia. Powstające inwestycje muszą z nim współgrać, stanowić integralną część ekosystemu. Projektanci i inżynierowie mają więc wysoko postawioną poprzeczkę. Dysponują jednak materiałami budowlanymi oraz technologiami, które dają coraz więcej możliwości. Zmiany w inżynierii materiałowej wiążą się nie tylko z coraz lepszą funkcjonalnością, ale również poszanowaniem dla środowiska, począwszy od produkcji materiałów budowlanych, aż po ich najbardziej optymalne wykorzystywanie. Ekspertsi uważają, że

w przyszłości będzie się dążyć do poprawiania parametrów materiałów zależnie od ich głównego zastosowania, wychodząc jednak poza ich właściwości techniczne. Innowacyjność tego podejścia polega na skupieniu się także na możliwości recyklingu i ponownego wytworzenia produktu o równie dobrych parametrach. Wypracowanie w sektorze budownictwa obiegu zamkniętego stanowiłoby rozwiązanie problemu globalnych niedoborów zasobów oraz dużej ilości odpadów.

Istotne znaczenie w rozwoju branży mają także materiały określane mianem *smart*. Są one inteligentne, błyskawicznie i w przewidywalny sposób reagują na zmiany w otoczeniu. Mogą zmieniać właściwości (kolor czy przezierność) pod wpływem impulsu termicznego, chemicznego, mechanicznego czy elektrycznego. Takie właściwości ma przede wszystkim szkło, ale także termobimetale, które potrafią zmieniać kształt, np. zakrzywiają się pod wpływem promieniowania słonecznego. Amerykańska architekt Doris Kim Sung prowadzi badania nad pierwszymi przesłonami z tego tworzywa. Inspiracją dostarczyła ludzka skóra, który dla naszego ciała pełni rolę termoregulatora. Przesłony z termicznych bimetalu mogłyby pokrywać budynki zamiast tradycyjnych osłon przeciwsłonecznych.

Absolutnego przełomu w budownictwie może dokonać już wkrótce stosowanie materiałów o zmiennym stanie skupienia (*phase change materials*), które akumulują i uwalniają duże pokłady energii. Coraz bliższe wydaje się także zakończenie prac nad przysposobieniem do praktycznych zastosowań inżynierskich samonaprawiającego się betonu. Dowiedziono, że grupa niezwykle trwałych bakterii wytrąca ten sam rodzaj kalcytu, który jest składnikiem betonu. Jeśli tylko pojawią się pęknięcia w materiale, zamieszczone w betonie bakterie obudzą się do życia i mnożąc się, zaczną wydzielać mineralny kalcyt. Ten, wiążąc się z betonem, utworzy mineralną strukturę zasklepiającą pęknięcia i ubytki. Będzie to kolejny przełom w budownictwie.

Trudno wyobrazić sobie budowę większości obiektów bez użycia betonu. Jest on jednym z najczęściej wykorzystywanych materiałów budowlanych w historii. Zastosowano go w wielu słynnych budowach, np. w rzymskim Panteonie. Największą konstrukcją betonową, jaką kiedykolwiek zbudowano, była w momencie powstania zapora Hoovera. Na samą tamę wykorzystano 2,5 mln m<sup>3</sup> betonu. Obecnie ten tytuł należy do Zapory Trzech Przełomów na rzece Jangcy w Chinach. Do jej

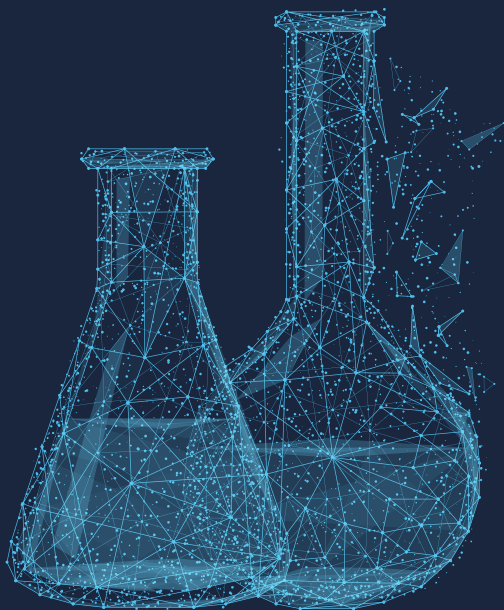


### Synergia pomiędzy betonem a chemią budowlaną

W ślad za ewolucją betonu, który już od dawna wykorzystywany jest nie tylko do tradycyjnych budowli bazujących na sprawdzonych pomysłach, szuka się możliwości modyfikowania i stałego ulepszania właściwości tego uniwersalnego budulca.

Coraz wymyślniejsze kształty obiektów, nieraz o specjalistycznym charakterze, wymagają odpowiedniego materiału do ich tworzenia.

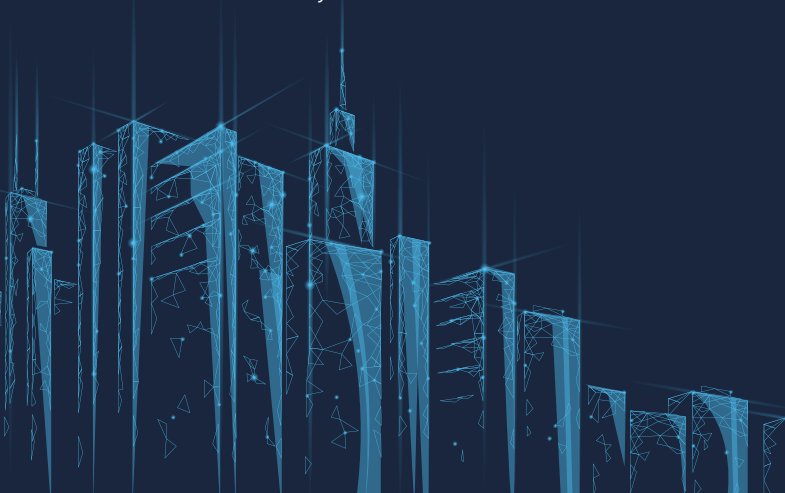
Dodawanie nowoczesnych domieszek i dodatków umożliwia tworzenie betonu adekwatnego do potrzeb.



### Kompozyty

Kompozyty powstały w odpowiedzi na nasilające się zapotrzebowanie na materiały doskonalsze od dotychczas stosowanych, a jednocześnie takie, których właściwości można swobodnie kształtować.

Umiejętność wytwarzania materiałów kompozytowych to jedno z najbardziej spektakularnych osiągnięć inżynierii materiałowej – przyczyniły się one do intensywnego rozwoju przemysłu oraz pojawienia się innowacji w wielu dziedzinach, nie tylko w budownictwie.



budowy użyto 16 mln m<sup>3</sup> betonu. To doskonały przykład, że można ustanawiać rekordy budowlane oraz realizować skomplikowane obiekty także dzięki materiałom znanym od wieków. Co decyduje o tak dużej popularności tego materiału? Beton słynie z wysokiej wytrzymałości. Ponadto stopień wytrzymałości można dostosować do potrzeb konkretnego projektu, zmieniając stosunek wody, cementu i kruszywa. Odporny na erozję, ogień, gnicie, rdzewienie i warunki atmosferyczne, wymaga minimalnej konserwacji i napraw.

Współczesny beton nie jest jednak dokładnie tym materiałem, który znano i stosowano jeszcze 100 lat temu. A wszystko dzięki domieszkom i dodatkom. Chemia budowlana jest jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się gałęzi przemysłu materiałów budowlanych. Jednym z istotniejszych dokonań na tym polu było wprowadzenie do budownictwa domieszek upłynniających mieszankę betonową. O znaczeniu superplastyfikatorów świadczą m.in. zmiany niektórych zapisów w dokumentach normalizacyjnych dotyczących betonu. Dzięki domieszkom redukującym ilość wody (plastyfikatory) przy zachowaniu niezmięnionej konsystencji mieszanki betonowej ilość wody w mieszance zostaje zredukowana od 2 do 5%, czego efektem jest uplastycznienie mieszanki. Domieszki znacznie redukujące ilość wody (superplastyfikatory) zmniejszają jej ilość o co najmniej 12%, a najnowsze nawet o 40%. Superplastyfikatory umożliwiły praktyczne stosowanie w budownictwie betonów nowej generacji, charakteryzujących się wysoką wytrzymałością, wysokowartościowych i samozagęszczalnych. Z kolei domieszki napowietrzające umożliwiły produkcję betonów o zwiększonej mrozoodporności – wykorzystuje się je do budowy w okresie zimowym, do budowy obiektów hydrotechnicznych oraz wykonywania nawierzchni drogowych i lotniskowych.

Dążenie do budowania coraz trwalszych i doskonalszych dróg spowodowało także rozwój w dziedzinie asfaltów. Dzięki modyfikowaniu polimerami asfalt zyskuje większą odporność na deformacje, zmęczenie oraz na niską temperaturę, a długotrwałe nawierzchnie zapewniają odporność na deformacje i zmęczenie nawet przez 40 czy 50 lat, wymagając jedynie renowacji cienkiej warstwy ścieralnej co ok. 10 lat. W zakresie technologii materiałów i nawierzchni asfaltowych dąży się także do szukania rozwiązań przyjaznych dla środowiska i spełniających założenia zrównoważonego rozwoju. W te założenia wpisuje się modyfikacja asfaltu gumą, pochodzącą głównie ze zużytych opon samochodowych, a częściowo z odpadów przemysłowych i taśm przENOśnikowych. Kładąc nowoczesne nawierzchnie asfaltowe, przywiązuje się wagę do tego, by były one jak najmniej szkodliwe dla środowiska i minimalizowały negatywne oddziaływanie transportu. Osiąga się to m.in. przez obniżanie temperatury produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych. W trosce o środowisko już od wielu lat prowadzone są także prace badawcze zmierzające do praktycznego zastosowania nawierzchni fotokatalitycznych. Pokrycie nawierzchni powierzchniowo (lub w warstwie ścieralnej) powłoką dwutlenku tytanu, który rozkłada szkodliwe związki chemiczne generowane ze spalin samochodowych i emisji gazów przemysłowych, przyczynia się do znacznego zmniejszenia emisji gazów spalinowych w obszarach zurbanizowanych, co z kolei poprawia warunki życia mieszkańców.

Odpowiedzią na poszukiwanie coraz doskonalszych materiałów było także stworzenie kompozytów. Powstają one

z połączenia przynajmniej dwóch komponentów, dzięki czemu uzyskuje się lepsze lub (oraz) nowe cechy w stosunku do materiałów składowych. Matematycznie można to przedstawić jako równanie  $2 + 2 = > 4$ . W budownictwie kompozyty są obecne od ok. 30 lat. Znajdują zastosowanie m.in. w produkcji profili konstrukcyjnych, struktur przekładkowych, konstrukcji sklepień hal wystawowych i pawilonów, elementów nośnych kładek dla pieszych, elementów wzmacniających konstrukcje stalowe i betonowe, prętów zbrojeniowych i w inżynierii bezwykopowej (np. rękawy termoutwardzalne do renowacji rurociągów). Z powodzeniem wykorzystuje się je także do konstruowania elementów cienkościennych, jak rury, zbiorniki na wodę i ścieki o różnym charakterze, studzienki kanalizacyjne itp. Celem wytworzenia kompozytu jest najczęściej podwyższenie właściwości mechanicznych materiału – sztywności, wytrzymałości, odporności na pękanie i ścieranie. Kompozyty o osnowie metalicznej wzmocnione cząstkami mają wysoką wytrzymałość, sztywność oraz odporność na zużycie. Z kolei dzięki zastosowaniu w kompozytach polimerów jako osnowy zyskują lekkość, odporność na korozję, zdolność tłumienia drgań, izolacyjność elektryczną i cieplną oraz łatwość kształtowania. Te cechy materiałów kompozytowych sprawiają, że znajdują one coraz szersze zastosowanie w budownictwie.

Rozwój nowoczesnych technik materiałowych wiąże się z jednej strony z bliską współpracą z producentami, z drugiej – z intensyfikacją działań badawczo-rozwojowych, podejmowanych przez inwestorów i wykonawców. Oczekuje się, że rozwiązania materiałowe i technologiczne, ograniczające pracę ludzką oraz

wpływające na skrócenie okresu wykonawstwa, przyczynią się do wzrostu efektywności w budownictwie.

### Kto wdraża innowacje w polskim budownictwie?

Podjęcie polskiego budownictwa do innowacji jest zróżnicowane i mocno uzależnione od pozycji rynkowej firmy. Choć branża budowlana z dużą otwartością patrzy na innowację, w mniejszym stopniu je wykorzystuje. Najbardziej otwartą postawę wobec nowoczesnych rozwiązań widać wśród największych podmiotów, jednak podchodzą one do innowacji selektywnie. Niemniej można zauważyć powszechne przekonanie, że jeżeli liderzy zaczną działać innowacyjnie i szeroko wykorzystywać nowe technologie, które poprawią ich efektywność, w ślad za nimi pójść kolejne, także mniejsze firmy.

Większość podmiotów zdaje sobie sprawę, że innowacyjność przekłada się dziś na konkurencyjność. Firmy inwestują we własne laboratoria, gdzie – często we współpracy z ośrodkami naukowymi – opracowują nowoczesne rozwiązania. Tak powstała m.in. technologia świecących nawierzchni i dzięki temu prowadzi się badania nad wykorzystaniem zużytych opon do budowy dróg. Firmy budowlane podejmują także współpracę z funduszami inwestycyjnymi, poszukując innowacyjnych rozwiązań m.in. w obszarach projektowych, procesach budowlanych, obsłudze eksploatacyjnej i zarządzaniu obiektem. Dla osiągnięcia wspólnego celu firmy zawierają również aliansy strategiczne. Podejmują się prowadzenia wspólnych projektów badawczo-rozwojowych i współpracy na poziomie eksperckim. Potencjał firm działających w ten sposób może zostać

reklama



ul. E. Imieli 14, 41-605 Świętochłowice  
tel.: +48 32 223 44 00  
e-mail: office@comrebars.eu

Firma **ComRebars Sp. z o. o.** to niewątpliwie lider na rynku rozwiązań, wdrażania i stosowania innowacyjnych materiałów budowlanych, do których należą pręty oraz siatki kompozytowe. Spółka posiada własny zakład produkcyjny, w którym produkowane są pręty kompozytowe i siatki, w oparciu o przeprowadzone badania, zgodnie z Aprobata Techniczną Instytutu Badawczego Dróg i Mostów AT/2016-02-3277 oraz z Zakładową Kontrolą Produkcji w systemie 1+ Zakładu Certyfikacji Instytutu Techniki Budowlanej. Produkcja odbywa się na opracowanej przez własny zespół konstrukcyjny **ComRebars** zautomatyzowanej, wielordzeniowej linii produkcyjnej, która produkuje zarówno pręty proste jak i gięte.

Pręty kompozytowe to innowacyjny, ekologiczny i ekonomiczny materiał budowlany pozwalający z powodzeniem zastępować stal zbrojeniową, a szczególnie w zastosowaniach geotechnicznych, hydrotechnicznych, w mostach, tunelingu do prefabrykatów betonowych, w fundamentach budowlanych itp.



[www.comrebars.eu](http://www.comrebars.eu)

**ComRebars** posiada własny zespół projektowo-konstrukcyjny, zajmujący się analizą projektów budowlanych, wsparciem technicznym oraz pomocą organizacyjną dla zainteresowanych podmiotów; współpracujemy z klientami przy przygotowywaniu projektów od etapu koncepcji, projektu budowlanego lub projektu wykonawczego aż do jego realizacji. Nasze działania w tym obszarze koncentrują się na optymalizacji rozwiązań technicznych, a dzięki temu możemy zaproponować innowacyjne rozwiązania budowlane oraz lepszą cenę niż stal.

### **Branża w gotowości**

Według badań KMPG, już w 2016 r. 72% firm projektowych potwierdziło gotowość wdrożenia metodyki BIM w ciągu dwóch lat, gdyby pojawił się taki wymóg w procedurach zamówień publicznych.



### **Silnik parowy zrewolucjonizował transport budowlany**

Świat modernizował się już w czasie pierwszej rewolucji przemysłowej, ale maszyna parowa pomogła przyspieszyć tempo rozwoju branży budowlanej. Dzięki niej materiały można było szybko transportować lądem za pomocą lokomotyw.



wykorzystany m.in. w zakresie powstawania innowacyjnych produktów betonowych, zielonego budownictwa, druku 3D oraz cyfrowej transformacji. Np. przemysł cementowy, który odpowiada za 5% globalnej emisji CO<sub>2</sub>, od lat inwestuje w ograniczanie wpływu swojej działalności na środowisko. Producenci zwiększają za to wykorzystanie alternatywnych źródeł energii w produkcji cementu. Jedna z firm z tego sektora w Polsce czerpie już 80% energii z odpadów przekształconych w paliwo.

W dążeniu do rozwoju firmy idą jeszcze dalej – wdrażając nie tylko innowacje, ale także stosując imowacje. W skrócie, imowacja oznacza asymilację nowatorskich technologii opracowanych przez innych i równoległe wdrażanie własnych, oryginalnych rozwiązań. Kopiowanie gotowych rozwiązań, które już gdzieś się sprawdzają, zamiast wymyślania koła na nowo, ma głębokie uzasadnienie. Zwykle dopiero kiedy dogoni się tych najlepszych, można wprowadzać własne ulepszenia i zacząć się z nimi ścigać.

Kuźnią polskich innowatorów są niejednokrotnie uczelnie wyższe. W 2019 r. do Urzędu Patentowego RP wpłynęło łącznie

3946 wniosków, w tym 236 związanych z inżynierią lądową. Liderami pod względem liczby dokonanych zgłoszeń w 2019 r. były właśnie uczelnie: Politechnika Lubelska (135 zgłoszeń), Politechnika Wrocławska (106 zgłoszeń) i Politechnika Śląska (103 zgłoszenia). W sumie sektor nauki, a więc szkoły wyższe wraz z instytutami badawczymi i jednostkami naukowymi PAN, zgłosił w 2019 r. 1851 wynalazków i wzorów użytkowych, tj. 39% ogólnej liczby zgłoszeń, które wpłynęły do urzędu.

Zainteresowanie innowacyjnym budownictwem widać także w zakresie współpracy dużych firm ze start-upami. Część z nich konsultuje projekty, przeprowadza pilotaże i ocenia możliwość wcielenia w życie proponowanych rozwiązań. Niektóre firmy są także skłonne ponieść ryzyko finansowe związane z inwestycją w innowacyjne rozwiązania. W ubiegłym roku następnymi firmami z branży dołączyły jako współorganizatorzy kolejnej edycji konkursu *Start-up budowlany 2020*. Celem tej inicjatywy jest znalezienie i wsparcie start-upów z całego świata, które mają potencjał do przeprowadzenia transformacji branży budowlanej.

Realizację innowacyjnych pomysłów umożliwiły wielu firmom także środki z UE. Tylko od 2014 r. unijne pieniądze pomogły stworzyć niemal 10 tys. różnych innowacji i zrealizować ponad 5,5 tys. projektów badawczo-rozwojowych. Za tymi liczbami kryją się pomysły, które doczekały się realizacji. W marcu 2021 r. ruszyła rządowa kampania *Nie musisz być Einsteinem*, która ma zachęcić polskie firmy, również te mniejsze, by przestały się bać innowacyjności, a odważyły się po nią sięgać. Jak podkreślają koordynatorzy tego projektu, innowacja może powstać w wielkim, międzynarodowym koncernie, jak i w niedużej firmie. Liczy się pomysł.

### **Bariery innowacyjności**

Wprowadzanie ulepszeń nie zawsze jest możliwe, i to z wielu względów. Jednym z nich jest brak kadry. Jak wynika ze statystyk, na brak fachowców narzeka aż ośmiu na 10. przedsiębiorców. Według *Barometru zawodów 2021*, opracowanego przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej, w Polsce w branży budowlanej zidentyfikowano dziewięć zawodów deficytowych. Są to betoniarze i zbrojarze, brukarze, cieśle i stolarze budowlani, dekarze i blacharze budowlani (w trwałym deficycie, tj. nieprzerwanie od 2015 r.), monterzy instalacji budowlanych, murarze i tynkarze, operatorzy i mechanicy sprzętu do robót ziemnych, pracownicy robót wykończeniowych w budownictwie, robotnicy budowlani. Powody deficytu w branży budowlanej to po stronie kandydatów m.in. brak chęci do pracy w zawodzie ze względu na trudne warunki pracy. Po stronie pracodawców natomiast są to mało atrakcyjne wynagrodzenie, w przypadku części zawodów zatrudnianie bez umowy (szara strefa) oraz sezonowość pracy. Deficyt dodatkowo potęguje brak absolwentów w wymienionych zawodach, co wynika z niewystarczającej oferty kształcenia, ale i niewielkiego zainteresowania takim profilem edukacji.

Czynnikami, na które wskazują firmy jako na bariery hamujące rozwój branży, są także skomplikowane procedury administracyjne, wysokie ceny materiałów budowlanych, a także brak planów zagospodarowania przestrzennego i niska dostępność terenów inwestycyjnych. Obecnie czas załatwienia procedur budowlanych w dużym stopniu zależy od pokrycia miast planami zagospodarowania przestrzennego, z których wynika, co

i gdzie można budować. Tam, gdzie takie plany są, uzyskanie pozwolenia na budowę nie jest czasochłonne. Problem w tym, że wciąż stosunkowo niewiele terenów budowlanych jest objętych planami, co oznacza dla inwestorów konieczność zdobycia decyzji o warunkach zabudowy. Jak wynika z ankiety Polskiego Związku Firm Deweloperskich (PZFD), jeszcze w 2016 r. żadne z największych miast nie mogło pochwalić się wydaniem wszystkich decyzji o warunkach zabudowy w ustawowym terminie, czyli do 60 dni. Sytuacja zamiast się poprawiać, wydaje się pogarszać. Jak wynika z najnowszego rankingu, rok 2019 był najgorszy pod względem terminowości wydawania decyzji o warunkach zabudowy w ostatnich trzech latach.

Innowacje w budownictwie wymagają także adekwatnych i efektywnych rozwiązań prawnych, które zapewnią ich rozwój, ochronę oraz komercjalizację. Tymczasem zdaniem dziewięciu na 10 firm, prawo nie nadąża za rozwojem nowoczesnych technologii. Bez względu na branżę przedsiębiorcy uważają, że największą barierą są zbyt długie procesy prawne, np. uzyskiwanie zgód, pozwoleń i patentów. Część firm skarży się na zbyt często zmieniające się przepisy. Trzecim problemem jest brak uregulowania pewnych obszarów, a z drugiej strony prze-regulowanie czy zbyt rozproszenie przepisów w zbyt wielu aktach prawnych. W przypadku wielu innowacji związanych z szeroko pojętą cyfryzacją powstaje także problem odpowiedzialności prawnej, np. za działania sztucznej inteligencji. Do rozwiązania pozostaje kwestia odpowiedzialności prawnej za np. szkody wyrządzone przez roboty. W technologii chmury obliczeniowej problemem jest bezpieczeństwo przetwarzanych danych, w tym danych osobowych.

## W jakim kierunku zmierza budownictwo?

Cyfryzacja i automatyzacja procesów – zdaniem wielu ekspertów to właśnie one będą w najbliższym czasie coraz szerzej wkraczały do budownictwa. W kontekście cyfryzacji podkreśla się jednocześnie, że poza narzędziami konieczne jest wypracowanie rozwiązań, które umożliwią obrót dokumentacją nie tylko w obrębie jednej firmy, ale pomiędzy wszystkimi uczestnikami poszczególnych etapów realizacji inwestycji. Cyfryzacja branży wiąże się także z ogromnym wyzwaniem, jakim jest kwestia bezpieczeństwa danych. Branża musi się do niego odpowiednio przygotować. Duże znaczenie mają rozwiązania prawne, które powinny wspierać stosowanie nowych technologii we wszystkich obszarach działania firm. Przy szybkości obecnego postępu prawo czasem nie nadąża za zmianami, a przez swoją niekompatybilność ogranicza, a nawet uniemożliwia rozwój niektórych z nich. Bez wątpienia przyszłość budownictwa to również dalszy rozwój nowoczesnych technik materiałowych, zwłaszcza tych ekologicznych, energooszczędnych i efektywnych. Istotną będzie optymalizacja i redukcja odpadów budowlanych, zmniejszenie zużycia energii związanej z produkcją oraz transportem materiałów budowlanych.

W najbliższych latach możemy spodziewać się dalszego rozwoju, zmieniającego oblicze budownictwa, które znamy dzisiaj. Będzie to czas wyjścia naprzeciw nowym oczekiwaniom w zakresie ekologii, nowych potrzeb mieszkaniowych, zmiany preferencji inwestorów. Ewoluuje trendy społeczne, w tym coraz większa mobilność czy zmiana podejścia do własności, ale także rośnie świadomość w zakresie energooszczędności i troski o środowisko, będą miały ogromny wpływ na to, co i jak będzie budowane.



### Stalowa rewolucja

Podczas rewolucji technologicznej i drugiej rewolucji przemysłowej Henry Bessemer wynalazł metodę masowej produkcji stali, zwaną procesem Bessemiera. Wcześniej przekształcenie od 3 do 5 t żelaza w stal zajmowało cały dzień, ale wraz z wynalezieniem procesu Bessemiera – mniej niż 20 minut. W 2018 r. zużyto 1712,1 mln t stali, z czego 2,6 mln t na kolej i tory, a 18,8 mln t wyłącznie na pręty zbrojeniowe do betonu.

### Wieżowiec w 360 godzin?

Powstały nad jeziorem Dongting w Chinach hotel ma 30 pięter, a jego budowa została ukończona w ciągu 15 dni. Wydawać by się mogło, że taki pośpiech nie może zagwarantować porządnie wykonanej roboty. Wykonawca budynku zapewnia jednak, że wieżowiec spokojnie przetrwa trzęsienie ziemi nawet do 9 stopni w skali Richtera. Do jego budowy wykorzystano prefabrykaty zapewniające ogromną precyzję wykonania – do 0,2 mm.

### Budować można ze wszystkiego?

Zaprojektowany dla opery Glyndebourne w Anglii pawilon ogrodowy powstanie z korków od butelek po szampanie i muszli wyrzuconych przez morze. Projekt opiera się na zasadach gospodarki o obiegu zamkniętym, polegającej na wykorzystaniu materiałów odpadowych, aby pomóc zminimalizować ślad węglowy budynku. Każdy element zostanie zastosowany w sposób umożliwiający dekonstrukcję, co oznacza, że zostanie przykręcony, a nie przyklejony, aby zapewnić możliwość recyklingu i ponownego użycia.



*Oblicze budownictwa zmienia się na naszych oczach. Nową jakość mają zapewniać materiały i technologie powstające na bazie najnowszych osiągnięć myśli inżynierskiej. W jakich obszarach budownictwa widać to najwyraźniej?*



**WIKTOR PIWKOWSKI,**  
**koordynator projektu BIM Standard PL**

Najważniejsze zmiany, jakie zachodzą w budownictwie i jakie stanowią o jego nowym, innowacyjnym obliczu, to lawinowa cyfryzacja procesów inwestycyjnych, która obejmuje nie tylko programowanie inwestycji, projektowanie,

realizację, ale także eksploatację zapisaną w modelu cyfrowym. Ta rewolucyjna metodyka znana pod nazwą BIM (*Building Information Modeling*) rozprzestrzenia się w niezwykłym tempie.

Jak najprościej wyjaśnić tę metodykę? Otóż we wszystkich dziedzinach konstruktywizmu opierano się na wypróbowaniu konstrukcji, wykorzystując prototypowy model. Tak konstruowano samoloty, samochody, maszyny. Wykonany model pozwalał na testowanie konstrukcji w toku prób i usunięcie zauważonych błędów. Do ostatecznej produkcji trafiała konstrukcja wcześniej sprawdzona. Budownictwo nie miało takiej możliwości,

gdyż trudno sobie wyobrazić, żeby np. Pałac Kultury w Warszawie wykonać najpierw w postaci prototypu, przetestować, a potem zbudować go ostatecznie. Obecnie możemy, dzięki rozwojowi komputerów i ich oprogramowania, zbudować cyfrowy model każdego obiektu budowlanego i na nim przeprowadzać weryfikację poprawności jego działania, usuwać kolizje, programować proces realizacji, logistyki, a na samym końcu opisać ze szczegółami proces eksploatacji. To jest właśnie BIM. Metodyka BIM lawinowo opanowuje budownictwo światowe, a Polska nie jest w tej dziedzinie kopcuszkciem. Dzięki zrealizowanym projektom – *BIM Edukacja*, *BIM Standard PL*, wydany podręcznikom – *BIM w praktyce*, *BIM dla managerów*, *BIM w cyklu życia mostów*, daleko zaawansowane jest przygotowanie kadr i normalizacji do wdrożenia w 2025 r. powszechnego zastosowania BIM w obszarze inwestycji publicznych, co nie tylko zmieni oblicze naszego budownictwa, lokując je w kręgu najbardziej nowoczesnych dziedzin gospodarki, ale też przyniesie kolosalne oszczędności, sięgające 10-20% wolumenu inwestycji.

*Cyfryzacja procesu budowlanego w Polsce wymaga m.in. opracowania ścieżki wdrożenia BIM. Jakie działania podejmuje się w tym celu i jaki będzie ich zakładany efekt?*



**KATARZYNA ORLIŃSKA-DEJER,**  
**prezes zarządu,**  
**Stowarzyszenie Klaster Technologii**  
**Informacyjnych w Budownictwie**  
**(BIM Klaster)**

W ostatnich dwóch latach zaobserwować możemy wzmożoną aktywność związaną z cyfryzacją procesu budowlanego.

To bardzo dobra wiadomość dla całej branży. Strategia wdrożenia BIM jest integralną częścią tego procesu. W minionym roku zakończył się, prowadzony przez Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii we współpracy z Komisją Europejską i firmą PwC, projekt *Cyfryzacja procesu budowlanego w Polsce*, w ramach którego opracowane zostały m.in. dokumenty ułatwiające przeprowadzenie zamówienia publicznego uwzględniającego metodykę BIM (w tym szablony EIR i BEP) oraz mapa drogowa wdrożenia BIM w zamówieniach publicznych. Zgodnie z deklaracją ministerstwa, mapa ta stanowić będzie punkt wyjścia do opracowania szczegółowej strategii wdrożenia BIM w Polsce. Prace nad strategią prowadzić ma Grupa Robocza ds. BIM

przy MRPIt, której utworzenie zaplanowano na najbliższe miesiące. To jedno z pierwszych wskazań mapy drogowej wdrażane obecnie w życie. Drugi rok z rzędu prowadzona jest też ankieta na temat poziomu wdrożenia BIM w Polsce. Jej wyniki będą brane pod uwagę w pracach nad strategią. Jednocześnie z pracami ministerstwa prowadzone są też oddolne inicjatywy przedstawicieli branży, takie jak np. *Strategia Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w zakresie wdrażania BIM*, *BIM Standard PL* czy prace nad klasyfikacją budowlaną prowadzone przez buildingSMART Polska. Mają one przełożenie na intensyfikację działań w kierunku opracowania spójnego modelu wdrożenia BIM. Przed nami czas wytężonej pracy, podejmowania trudnych, ale potrzebnych decyzji, czas zmian. Zakładane efekty? Przede wszystkim powstanie jasna strategia działania, dzięki której stopniowo i w przemyślany sposób wprowadzane będą zmiany (proceduralne, technologiczne i mentalne) niezbędne do wdrożenia BIM w Polsce. Ogromną rolę w procesie wdrożenia odgrywać będzie mądry i konsekwentny lider, ale też zaangażowanie branży. Musimy mieć jednak świadomość, że wymierne efekty wdrożenia BIM widoczne będą nie wcześniej niż za 5 lat.

Ulepszone materiały otwierają nowe możliwości w budownictwie. Jakie materiały używane w branży szczególnie zasługują na miano materiałów nowej generacji?



**AGNIESZKA KĘDZIŃSKA,**  
**LOTOS Asphalt Sp. z o.o.**

Nowoczesne materiały budowlane to takie, które zapewniają budowlę spełnienie oczekiwanej funkcji, przy jednoczesnym zminimalizowaniu kosztów jej zbudowania oraz zapewnieniu ochrony środowiska.

Materiały nowej generacji to produkty

wielofunkcyjne, otwierające przed użytkownikiem nowe możliwości, pozwalając na bardziej efektywne ich wykorzystanie. Przykładem mogą być nawierzchnie długowieczne z asfaltów wysokomodyfikowanych, ciche nawierzchnie asfaltowe czy też drogi asfaltowe oczyszczające powietrze oraz technologie pozwalające na zagospodarowanie materiałów z recyklingu. W Polsce w dziedzinie asfaltowych technologii do budowy dróg jesteśmy bardzo zaawansowani i korzystamy z produktów najnowszej generacji. Na szeroką skalę funkcjonują w naszym kraju asfalty modyfikowane i wysokomodyfikowane polimerami oraz asfalty modyfikowane z dodatkiem gumy z recyklingu opon

samochodowych. Są to bardzo ekologiczne produkty, które wpływają korzystnie na wydłużenie trwałości nawierzchni i cyklu jej życia, a tym samym ograniczają ślad węglowy i wpisują się w europejską politykę Zielonego Ładu. Ich zastosowanie pozwala na wydłużenie okresów międzyremontowych i optymalizację grubości konstrukcji nawierzchni, co przynosi oszczędności w budowie i eksploatacji dróg. Asfalty modyfikowane polimerami są chętnie stosowane do tzw. cichych nawierzchni, które redukują hałas generowany ruchem pojazdów. Asfalty wysokomodyfikowane typu HiMA (*Highly Modified Asphalt*) to produkty najnowszej generacji. Są to lepiszcza o bardzo wysokim stężeniu SBS (*Styren-Butadien-Styren*), stanowiącym niemal trzykrotną ilość stosowaną w typowych asfaltach modyfikowanych. Zawartość polimeru na poziomie przekraczającym 7% powoduje odwrócenie faz w produkcji. Dominująca staje się faza polimeru, spęczniona węglowodorami z asfaltu. Lepiszczko zyskuje nowe właściwości, zbliżone do elastomerów. Dzięki temu asfalty są niezwykle elastyczne, a nawierzchnie z ich zastosowaniem bardziej odporne na deformacje, zmęczenie oraz spękania niskotemperaturowe.



**DOROTA GODYŃ,**  
**prezes zarządu,**  
**Trokotex Polymer Group Sp. z o.o.**

Bez wątpienia siatki kompozytowe i włókna polimerowe są odpowiedzią na błyskawicznie zmieniające się trendy na rynku budowlanym. Wspólnym mianownikiem obiektów przemysłowych są posadzki betonowo-przemysłowe.

To elementy najbardziej narażone na uszkodzenia, a ich jakość i sposób wykonania wpływa bezpośrednio na bezpieczeństwo oraz walory estetyczne budynków. Zniszczenie posadzki nie pociąga za sobą awarii większej części obiektu, ale jej naprawa może wynosić od 10 do 30% kosztów wykonania całego obiektu. Rozwiązaniem tych problemów są właśnie siatki kompozytowe i włókna

polimerowe, które zastępują tradycyjne materiały konstrukcyjne. Siatki kompozytowe posiadają dwukrotnie wyższą wytrzymałość na zerwanie niż zbrojenie stalowe klasy A-III przy równej średnicy. Zbrojenie niemetaliczne jest całkowicie odporne na korozję i nie wywołuje niszczenia betonu. Przewodność cieplna materiału, jakim są siatki kompozytowe, jest 100-krotnie niższa niż stalowego, co znacznie obniża straty ciepła. Współczynnik rozszerzalności cieplnej jest taki sam jak w przypadku betonu. Wyklucza to zrywy zbrojenia i powstawanie pęknięć w warstwie posadzki betonowej pod wpływem zmian temperatury. Siatki z TWS dwu-, a nawet trzykrotnie zwiększają okres użytkowania konstrukcji w porównaniu ze zbrojeniem stalowym, zwłaszcza przy działaniu na nie środowisk agresywnych. Szacuje się, że trwałość elementu zbrojonego kompozytem będzie wynosiła wymagane minimum 100 lat.

fot. klpargeter\_Freepik

*Nowe materiały otwierają nowe możliwości w budownictwie. Które i z jakich powodów szczególnie zasługują na miano materiałów nowej generacji?*



**dr hab. inż. arch.  
KATARZYNA ZIELONKO-JUNG, prof. PG,  
Katedra Projektowania Środowiskowego,  
Wydział Architektury, Politechnika  
Gdańska**

Najważniejszym wyzwaniem współczesnego budownictwa jest zmniejszenie śladu środowiskowego

budynków w pełnym cyklu ich życia. Z tego punktu widzenia istotne są materiały zdolne do pełniejszego niż dotychczas wykorzystania naturalnych zjawisk fizycznych zachodzących w budynkach i wokół nich. Do takich należą tzw. smart materiały, które reagują zmianą określonej cechy fizycznej lub dokonuje się w nich przemiana energii pod wpływem określonego czynnika zewnętrznego (np. zmiany temperatury, natężenia światła, impulsu elektrycznego). Szklą o zmiennych właściwościach optycznych, zmieniające kształt polimery (przydatne np. jako elementy inteligentnych systemów zacieniających lub wentylujących) czy materiały zmiennofazowe (niezwykle obiecujące w nowym podejściu do termoizolacji przegród) to wybrane przykłady takich materiałów. Stopniowe uzupełnianie

i zastępowanie nimi materiałów tradycyjnych może zbliżyć budynki do modelu zgodnego z nurtem architektury bioklimatycznej, dynamicznie reagującej na uwarunkowania pogodowe i potrzeby użytkowników, pełniej niż dotychczas wykorzystującej potencjał klimatu i energii odnawialnej. Jednocześnie bardzo duże znaczenie środowiskowe ma zwrot ku materiałom naturalnym, nisko przetworzonym, podatnym na możliwość wielokrotnego, cyklicznego życia. Nie bez znaczenia jest także ich dostępność, która warunkuje globalny efekt pozytywnych środowiskowych przemian w sektorze budowlanym. Zatem ważny jest rozwój takich materiałów, jak ziemia, beton konopny, słoma, drewno czy pochodzące z naturalnych surowców i zdolne do bezpiecznego wielokrotnego przetwarzania tworzywa sztuczne. Już widoczny jest wielki przełom w podejściu do technologii budownictwa drewnianego. Za nim można się spodziewać kolejnych, pozwalających na reinterpretację znanych, bardzo prostych, łatwych do pozyskania materiałów. Wydaje się, że nowe generacje materiałów powinny polegać na twórczym połączeniu prostych technologii z tymi zaawansowanymi, aby osiągnąć wysokie parametry użytkowe przy minimalnym obciążeniu środowiska.

*Ulepszone produkty i materiały otwierają nowe możliwości w budownictwie. Które z używanych w branży wod-kan zasługują na miano materiałów nowej generacji?*



**JAROSŁAW KWAŚNIAK,  
ekspert firmy Bruk-Bet**

Duże inwestycje budowlane mają wspólny mianownik – w zasadzie w przypadku każdej z nich występuje konieczność budowy infrastruktury przesyłowej.

Drogi, ulice, miejskie place czy lotniska potrzebują odwodnienia, osiedla

i budowie portowe – możliwości odprowadzania ścieków, a rolnictwo – sprawnego systemu rozprowadzania wody do nawodnienia.

Kompletny system kanalizacyjny składa się z kilku elementów. Ważną funkcję spełniają w nim szczelne studnie kanalizacyjne. Stosowane są we wszystkich typach kanalizacji – deszczowej, sanitarnej czy też np. ogólnoprzemysłowej. Wykorzystuje się je w pasach drogowych, na obszarach ruchu pieszego, na terenach podmokłych do melioracji gruntów. A także, co bardzo ważne, na terenach szkód górniczych, czyli w miejscach,

w których dochodzi do deformacji terenu, czy nawet występowania wstrząsów.

Bardzo ważną funkcję w przypadku studni kanalizacyjnych spełniają dennice, czyli ich podstawy. Firma Bruk-Bet produkuje je w systemie PERFECT, wykorzystując do tego skomputeryzowane metody, a także beton samozagęszczalny. W tym systemie powstają jednorodne dennice z monolitycznie wytworzonymi kinetami dna, zapewniające maksymalną szczelność systemu – z dowolną (w zależności od decyzji klienta) liczbą przyłączy, ich średnic, wysokości, kątów czy spadków. Dowolny jest także wybór rur przyłączeniowych; mogą być betonowe, żelbetowe, kamionkowe, PVC, PE-HD, PU, żeliwne itd. Dennice PERFECT umożliwiają bardzo dokładne połączenie doptywów i idealne warunki hydrauliczne, nawet na określanych jako trudne terenach zurbanizowanych. Niezakłócony przepływ to z kolei brak osadów, a za tym idą mniejsze koszty konserwacji i w efekcie utrzymania całego systemu. Co równie ważne, dennice powstają wyłącznie z betonu podlegającego recyklingowi.

Przemysł 4.0, druk 3D, robotyka, wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej – to terminy coraz częściej używane także w branży budowlanej. Jakie korzyści wiążą się z ich wykorzystaniem w procesie inwestycyjnym?



**dr inż. arch.**  
**MAGDALENA MUSZYŃSKA-ŁANOWY,**  
**Katedra Architektury i Sztuk Wizualnych,**  
**Wydział Architektury, Politechnika**  
**Wrocławska**

Ideą przemysłu 4.0 jest połączenie świata rzeczywistego z wirtualnym w złożony system cyberfizyczny, bazujący na technologiach cyfrowych, takich jak Internet Rzeczy, Big Data, robotyka, wytwarzanie addytywne, rzeczywistość rozszerzona itp. Dla branży budowlanej transformacja cyfrowa niesie wiele możliwości i korzyści, jednak innowacyjne koncepcje wdrażane są powoli z uwagi na złożoność i nieprzewidywalność środowiska budowlanego. Zmiany zachodzą głównie na płaszczyźnie technologicznej i organizacyjnej. Kluczowe jest tu gromadzenie i zarządzanie danymi na niespotykaną dotąd skalę w powiązaniu z rozwojem automatyzacji procesów w celu maksymalizacji szeroko pojętej wydajności. Zaawansowane technologie 4.0 znajdują zastosowanie na różnych etapach procesu inwestycyjnego. W fazie projektowej tworzenie tzw. cyfrowych bliźniaków pozwala na symulacje korzystne dla określenia możliwości i opłacalności rozwiązań. Na chaotycznym

i dynamicznym z natury placu budowy zdalnie sterowane lub autonomiczne roboty mobilne wykorzystuje się do zadań inspekcyjnych, mapowania, śledzenia postępu prac budowlanych w odniesieniu do ram czasowych i porównywania z modelami BIM. Inteligentne systemy czujników monitorują parametry i wychwytyją błędy, na bieżąco zapewniając korzyści związane z bezpieczeństwem, konserwacją predyktywną, wydajnością systemów zarówno w trakcie budowy, jak i późniejszej eksploatacji, co przekłada się na oszczędność czasu, pieniędzy i zasobów (np. energetycznych). Automatyzacja procesów projektowych i budowlanych usprawnia je, przy czym zmniejsza też wkład pracy ludzkiej. Cyfrowe metody wytwarzania, łączące robotykę z drukiem 3D i rzeczywistością rozszerzoną, zapewniły nieograniczone wręcz możliwości architektoniczne i budowlane. Co ważne, innowacyjne materiały i skomplikowane konstrukcje powstają w sposób umożliwiający znaczącą redukcję zużycia energii, surowców i generowania odpadów. Można tu wymienić np. drukowanie szalunków do złożonych geometrycznie konstrukcji betonowych, zastosowanie ramion robotycznych do układania cegieł itp. Jednocześnie jakość i precyzja są nieporównywalnie wyższe niż możliwości człowieka i tradycyjnie stosowane rozwiązania.



fol. Freepik



*Rola geotechniki w budownictwie zmieniła się znacząco w ciągu ostatnich lat. Budujemy coraz trudniejsze obiekty, coraz szybciej, w coraz trudniejszych warunkach. W jakim kierunku przebiegać będzie dalszy rozwój w tej dziedzinie?*



**prof. dr hab. inż.  
ZBIGNIEW MAREK LECHOWICZ,**  
kierownik Katedry Geotechniki, Instytut  
Inżynierii Lądowej, Szkoła Główna  
Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Intensywna rozbudowa infrastruktury, posadowienia w gęstej zabudowie wysokich budynków z częścią podziemną i konstrukcji podziemnych z wykorzystaniem rozwiązań geotermalnych, rosnąca potrzeba posadowienia konstrukcji inżynierskich na terenach o niekorzystnych warunkach geotechnicznych, wprowadzanie nowych rozwiązań i technologii w powiązaniu z koniecznością ochrony środowiska stanowią współczesne wyzwania i wytyczają kierunki rozwoju geotechniki. Projektowanie nowej i modernizacja istniejącej infrastruktury drogowej oraz kolejowej często w rejonach występowania trudnych warunków gruntowych, szkód górniczych, terenów cennych ekologicznie z wykorzystaniem materiałów antropogenicznych i geosyntetyków oraz zaawansowanych metod wzmacniania podłoża wymaga uwzględnienia wpływu cyklicznych obciążeń i większych niż dotychczas prędkości na zachowanie się konstrukcji inżynierskich. Wykorzystanie metody obserwacyjnej jako skutecznej metody interaktywnego projektowania konstrukcji inżynierskich wymusza rozwój monitoringu geotechnicznego. Nowe rozwiązania technologiczne wzmacniania gruntów wymagają opracowania podstaw teoretycznych i sposobów modelowania.

Podstawę współczesnego projektowania geotechnicznego, zgodnie z zasadami Eurokodu 7, stanowią udoskonalone laboratoryjne i terenowe metody badań, właściwa interpretacja wyników, dobór parametrów i wykorzystanie odpowiednich metod obliczeniowych. Znacząca poprawa wyposażenia ośrodków naukowych i firm konsultingowych (głównie dzięki wykorzystaniu funduszy unijnych) w nowoczesną aparaturę, która nastąpiła w ostatnim dziesięcioleciu w Polsce, umożliwia lepszą jakość badań standardowych oraz prowadzenie zaawansowanych badań naukowych. Obszarem inżynierskiego wykorzystania badań gruntów i ogólnie geomateriałów, do których zaliczane są m.in. grunty antropogeniczne i geosyntetyki, jest przede wszystkim określanie ich właściwości fizycznych, wytrzymałościowych i odkształceniowych oraz przepuszczalności hydraulicznej. Wprowadzone do praktyki metody badań zapewniają lepsze poznanie zachowania się gruntów i geomateriałów w złożonych warunkach obciążenia (monotonicznych i cyklicznych), przy zmianie nasycenia, temperatury i czynników środowiskowych, w tym głównie zanieczyszczeń. Badania geotechniczne nie ograniczają się do wyznaczania parametrów gruntów, ale służą do bardziej precyzyjnego wydzielenia jednorodnych stref podłoża gruntowego. Głównym celem badań gruntów antropogenicznych jest ocena zmian właściwości wywołanych czynnikami technologicznymi oraz zmianami czynników środowiskowych przy wykorzystaniu ich do budowy lub modernizacji nasypów, warstw uszczelniających i wzmocnienia podłoża słabonośnego. To są tylko niektóre wyzwania i kierunki rozwoju geotechniki w Polsce.

