



Temat wydania

Jakość i trwałość – pewna inwestycja w niepewnych czasach



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

Partnerzy tematu:



Rynek budowlany jest obecnie bardzo wymagający. Z jednej strony mamy do czynienia z licznymi wyzwaniami związanymi z sytuacją geopolityczną w Europie i wynikającymi z tego zawirowaniami, walką o wypełnienie portfela projektów i rentowność inwestycji, z drugiej natomiast – rosnącą świadomością ekologiczną oraz koniecznością stałego doskonalenia się w tym dynamicznie zmieniającym się otoczeniu. Niezwykle istotne jest, aby w obliczu wszystkich tych czynników nie zapomnieć o tym, co powinno być misją współczesnego budownictwa – realizowanie inwestycji budowlanych w taki sposób, aby maksymalizować korzyści z nich płynące dla ludzi i całego środowiska przy jednoczesnym minimalizowaniu ich negatywnego wpływu, kładąc szczególny nacisk na zapewnienie jakości i trwałości jako kluczowych czynników.

Pojęcie trwałości w projektowaniu inżynierskim odnosi się bezpośrednio do czasu. Już we wstępnym etapie wykonywania dokumentacji technicznej określony zostaje planowany czas eksploatacji, w którym obiekt budowlany powinien zachować swoje właściwości techniczne, technologiczne i użytkowe bez znaczącej ingerencji użytkownika, zapewniając jedynie okresowe przeglądy i działania mające na celu utrzymanie i konserwację. Oczywiście jest, że im ten czas jest dłuższy, tym więcej korzyści

dla całego środowiska. Z kolei z punktu widzenia realizacji robót budowlanych trwałość zapewniana jest przez wykorzystanie zasobów w postaci materiałów, sprzętu i technologii, które cechują się wysoką jakością, ale i odpowiednim doбором ich rodzaju, cech i właściwości do konkretnego przypadku projektowego.

Jak już wspomniano, pojęcie trwałości nierozzerwalnie wiąże się z jakością, którą rozpatrywać można w kilku kategoriach. Po pierwsze – aspekt techniczny, czyli wykorzystanie materiałów i sprzętu o parametrach spełniających wymagania z punktu widzenia projektu, zapewniających wykonanie prac zgodnie z określonymi standardami, wiedzą i Prawem budowlanym. Po drugie – aspekt organizacyjny, innymi słowy zapewnienie jakości dzięki efektywnemu zarządzaniu projektem, zakontraktowaniu wykwalifikowanej kadry inżynierskiej i specjalistów pełniących nadzór nad prowadzonymi pracami. Wreszcie po trzecie – jakość w kontekście użyteczności, a więc zgodności oczekiwań i potrzeb użytkownika z zestawem funkcjonalności i korzyści, jakie oferuje wykonany obiekt budowlany. Dopiero rozpatrzenie i uwzględnienie wszystkich tych kwestii daje pełny obraz jakości.

Podejście do realizacji inwestycji budowlanych, które w swojej hierarchii wysoko sytuuje trwałość i jakość, implikuje korzyści na różnych płaszczyznach. Przede wszystkim ich beneficjentem jest inwestor przejmujący do użytku wysokiej klasy obiekt, który przez wiele lat będzie funkcjonował w sposób bezpieczny, bez konieczności ponoszenia kolejnych wydatków. Przemysłane rozwiązania projektowe i odpowiedzialne wykonawstwo eliminują zbędne naprawy i przyczyniają się do zrównoważonego gospodarowania surowcami naturalnymi i materiałami budowlanymi. Wydłużając cykl życia obiektu budowlanego, dbamy także o zmniejszenie jego śladu węglowego, a tym samym oddziaływanie na cały ekosystem. Efekty długofalowe mają znaczący wpływ na to, jak kształtować się będzie przyszłość budownictwa, ale i środowisko, w którym przyjdzie nam żyć.

Czynnik ludzki w kontekście trwałości

Jakość i trwałość są gwarantem bezpieczeństwa obiektu budowlanego, które stanowią wartość nadrzędną w całej inwestycji. W rękach inżynierów budowlanych spoczywa zatem odpowiedzialność i obowiązek wnikliwego rozpoznania wszelkich czynników wpływających na planowane zamierzenie, a następnie dobranie odpowiednich środków i rozwiązań. Każda konstrukcja powinna być przeanalizowana pod kątem stanów granicznych wytrzymałości oraz stanów granicznych użyteczności. W wyniku przeprowadzonych obliczeń dla najbardziej niekorzystnych kombinacji obciążeń inżynierowie dobierają właściwe przekroje, projektują połączenia, ilość niezbędnego zbrojenia konstrukcyjnego, które jest konieczne, aby konstrukcja przetrwała każdy scenariusz obciążeń właściwych dla danej kategorii obiektu. Obecnie używane w projektowaniu inżynierskim normy europejskie, tzw. Eurokody, zakładają stosowanie częściowych współczynników bezpieczeństwa, które odnoszą się do oddziaływań, materiałów oraz nośności. Zastosowanie ich prowadzi do zwiększenia poduszki bezpieczeństwa przez podnoszenie wartości oddziaływań oraz do zmniejszenia maksymalnych dopuszczalnych sił występujących w konstrukcji względem jej nośności. Zostały wprowadzone z myślą o dopuszczalnych odchyłkach od stanu idealnego, np. niedokładność wykonawcza czy niejednorodność materiałów budowlanych, które mogą wpłynąć na pracę ustroju. Kolejną istotną kwestią w kontekście bezpieczeństwa jest odpowiednio dobrany układ statyczny konstrukcji i umiejętność



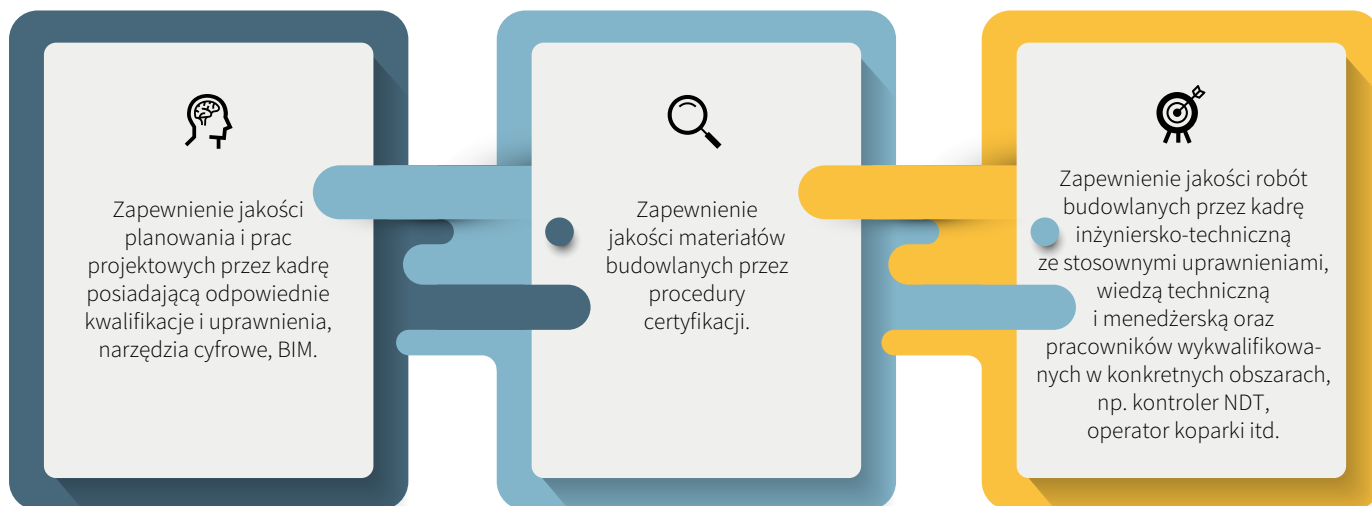
odwzorowania fizycznych obciążeń dzięki zastosowaniu modeli komputerowych. Układ statycznie niewyznaczalny będzie miał wyższy wskaźnik bezpieczeństwa niż układ statycznie wyznaczalny. W tym drugim wystarczy uszkodzić jeden element, a cała reszta ulega zniszczeniu. Inaczej jest w pierwszym przypadku, gdzie uszkodzenie jednego elementu prowadzi najpierw do redystrybucji sił.

Oprócz aspektów *stricte* wytrzymałościowych należy także rozpatrzyć kwestie technologiczne i związany z nimi wpływ otoczenia. Obiekt budowlany nie istnieje w próżni, jest osadzony w konkretnej lokalizacji, z którą wiążą się specyficzne warunki środowiskowe. Ważne jest ich właściwe sprecyzowanie, gdzie z pomocą znów przychodzą właściwe normy. Informacje te stanowią dane wejściowe do projektowania na równi z przykładanymi do konstrukcji obciążeniami. W konstrukcjach żelbetonowych projektanci ustalają klasy ekspozycji betonu dla poszczególnych elementów ustroju, które mówią o tym, jakich negatywnych oddziaływań środowiskowych się spodziewamy. Aby konstrukcja była trwała i bezpieczna, należy odpowiednio dostosować parametry betonu. Poszczególne klasy ekspozycji wymuszają zastosowanie się do wymogów w zakresie grubości otuliny, wytrzymałości mieszanki betonowej, jej receptury – współczynnik w/c oraz minimalna zawartość cementu, napowietrzenia, a także rodzaju zastosowanego kruszywa. Ogromną rolę odgrywają tu chemia budowlana i domieszki do betonu, np. elementy stale narażone na kontakt z wodą i ujemnymi temperaturami powinny być wykonane z betonów mrozoodpornych, do wykonania których świetnie sprawdzają się domieszki napowietrzające. Z kolei w przypadku konstrukcji stalowych ważnym aspektem jest ustalenie klasy wykonania konstrukcji, środowiska korozyjności i określenie przewidywanej trwałości zabezpieczenia, a następnie zastosowanie odpowiedniego systemu malarskiego, który zapewni niezawodność i zabezpieczy elementy przed degradacją. Innych powłok malarskich powinno się użyć przy zabezpieczaniu słupów stalowych znajdujących się wewnątrz budynku ogrzewanego, dźwigarów stanowiących przekrycie basenu, a jeszcze innego np. w konstrukcjach *offshore*. Producenci powłok antykorozyjnych proponują obecnie systemy,

które mogą sprostać niemal każdym możliwym warunkom, dysponując farbami odpornymi na agresywne czynniki środowiskowe lub wysokie temperatury.

Rozpoznanie ryzyk, negatywnych czynników i oddziaływań oraz dobór środków im przeciwdziałających to dopiero połowa sukcesu na drodze do wzniesienia obiektu o wysokiej jakości i trwałości. Kolejny etap, gdzie czynnik ludzki jest niewąlgiczny, to roboty budowlane i nadzór nad ich wykonaniem. Prawo budowlane jasno określa rolę poszczególnych uczestników procesu budowlanego. Zgodnie z nim kierownik budowy odpowiedzialny jest za koordynację i kontrolę prac, działając z ramienia wykonawcy. Istnieje jednak szereg funkcji, które służą do sprawowania dodatkowego nadzoru w celu zapewnienia zgodności prowadzonych robót z projektem budowlanym, obecnym stanem wiedzy technicznej oraz odpowiednimi przepisami. W pewnych przypadkach, określonych w drodze rozporządzenia Ministra właściwego ds. budownictwa, pozwolenie na budowę może nakładać na inwestora obowiązek ustanowienia nadzoru inwestorskiego. Ma to również miejsce w przypadku wznoszenia skomplikowanych obiektów lub o istotnym wpływie na środowisko naturalne. Funkcję inspektora nadzoru inwestorskiego może pełnić jedynie osoba posiadająca niezbędne uprawnienia, które są gwarantem posiadanego doświadczenia. Jego mandat obejmuje m.in. kontrolę harmonogramu, materiałów, jakości prowadzonych prac. Ponadto przedsięwzięcie może być również objęte nadzorem autorskim sprawowanym przez projektanta, który sporządził dokumentację projektową. W praktyce budowlanej funkcjonuje także instytucja inżyniera kontraktu, która co prawda nie wynika z Prawa budowlanego, ale ma swoje podwaliny w warunkach kontraktowych FIDIC. Co do zasady charakter jej działania jest podobny do nadzoru inwestorskiego, jednak zakres jest o wiele szerszy i często wymaga zaangażowania kilku osób w celu zebrania odpowiednich kompetencji. Inżynier kontraktu powoływany jest zwykle przy realizacji inwestycji, gdzie inwestorem są instytucje państwowe. Jego zadaniem jest obiektywny, rzetelny i bezstronny nadzór nad wszystkimi etapami procesu inwestycyjnego. Poza uczestnikami procesu inwestycyjnego istotną rolę odgrywa także

Jakość inwestycji budowlanej to m.in.:





Konstrukcje przybrzeżne oraz *offshore*, czyli pracujące na pełnym morzu, jak platformy wiertnicze, stacje okrętowe, farmy wiatrowe, są stale narażone na agresywne czynniki środowiskowe, m.in. chlorki pochodzące z wody morskiej, karbonatyzację i agresję mrozową. Materiały wykorzystywane do ich wykonania muszą być wodoszczelne i odporne na niekorzystne oddziaływania, tak aby zapewnić trwałość konstrukcji i minimalizować ryzyko kosztownych napraw. Ponadto muszą być przyjazne dla środowiska i nie zawierać szkodliwych substancji, które mogłyby zostać uwolnione do morza, fot. balipadma, Adobe Stock

Główny Urząd Nadzoru Budowlanego. Kontrolerzy tego organu są odpowiedzialni za sprawowanie kontroli nad obiektami budowlanymi, materiałami budowlanymi oraz właściwymi jednostkami administracji architektoniczno-budowlanej. Systemowe ustanowienie kontroli na wszystkich etapach projektu to ważny aspekt zapewniania jakości, trwałości oraz bezpieczeństwa konstrukcji budowlanych.

Trwałość oparta na materiałach

Gdy mówimy o trwałości w budownictwie, nie sposób pominąć znaczenia materiałów budowlanych, które stanowią postawę każdego obiektu. Inżynieria materiałowa pozwala na świadome tworzenie coraz bardziej wytrzymałych, odpornych i wielozadaniowych materiałów. Rozwój innowacji w tej dziedzinie jest naturalny i nieunikniony. Wynika nie tylko z potrzeb człowieka, ale jest także napędzany sytuacją, w jakiej znajduje się środowisko naturalne. Szacuje się, że w nadchodzących dziesięcioleciach przyjdzie nam się zmierzyć z niedostateczną ilością surowców naturalnych, które dotychczas używane były do produkcji tradycyjnych materiałów budowlanych. Ponadto widmo zagrożeń związanych ze zmianami klimatycznymi oraz ogólnosiwiatowym kryzysem energetycznym wymusza transformację i zwrot w kierunku gospodarki niskoemisyjnej. Sektor budowlany jest nieodłączną i ważną gałęzią gospodarki, charakteryzującą się znaczącą energochłonnością. Mając jednak oręż w postaci postępu technologicznego, można przeciwstawiać się tym problemom przez zapewnienie jakości i trwałości materiałów budowlanych, a co za tym idzie – wydłużać cykl życia obiektów.

Mimo zdecydowanych kroków w kierunku niskoemisyjności i neutralności klimatycznej stal i cement to nadal główne su-

rowce wykorzystywane w sektorze budowlanym ze względu na stosunkowo niskie koszty i ogólną dostępność. Wyzwania współczesności nakazują jednak oczekiwać więcej, dlatego niezwykle ważne jest ulepszanie właściwości istniejących materiałów. Ogromny wkład w tę dziedzinę ma rozwój chemii budowlanej, dysponującej m.in. szeroką gamą domieszek i dodatków do betonu, które zastosowane odpowiednio do indywidualnych uwarunkowań projektowych, czynią konstrukcję bardziej odporną. Gotowe produkty często uzyskują właściwości unikatowe, dotychczas niespotykane, jak samoleczący się beton, który ma szansę znacząco przyczynić się do wydłużenia cyklu życia całego obiektu, ponieważ, niwelując mikropęknięcia, zapobiega powstawaniu większych uszkodzeń, które mogłyby zagrozić trwałości konstrukcji.

Innowacje dotyczą zarówno ulepszeń, modyfikacji czy dodawania nowych funkcjonalności w istniejących materiałach, jak i tworzenia zupełnie nowych materiałów. Na początku XXI w. miało miejsce głośne wydarzenie, które wprowadziło pojęcie wytrzymałości materiałów na wyższy poziom. W 2004 r. grupa badaczy zdołała wyizolować grafen, materiał, o którym debatowano już w XX w., za co kilka lat później naukowcy ci otrzymali Nagrodę Nobla. Cechuje się on niebywałą wytrzymałością na rozciąganie, lekkością, elastycznością i dobrym przewodnictwem elektrycznym. Jest to stosunkowo nowe odkrycie, które do tej pory nie zdołało się upowszechnić w budownictwie w skali globalnej, a rozwiązania bazujące na jego użyciu napotykały wyzwania techniczne i ekonomiczne. Ze względu jednak na ogromny potencjał oraz idące za nim benefity wielu praktyków i naukowców poszukuje zastosowań, które pokonają tę trudność. Pod koniec 2021 r. na jednym z największych wydarzeń

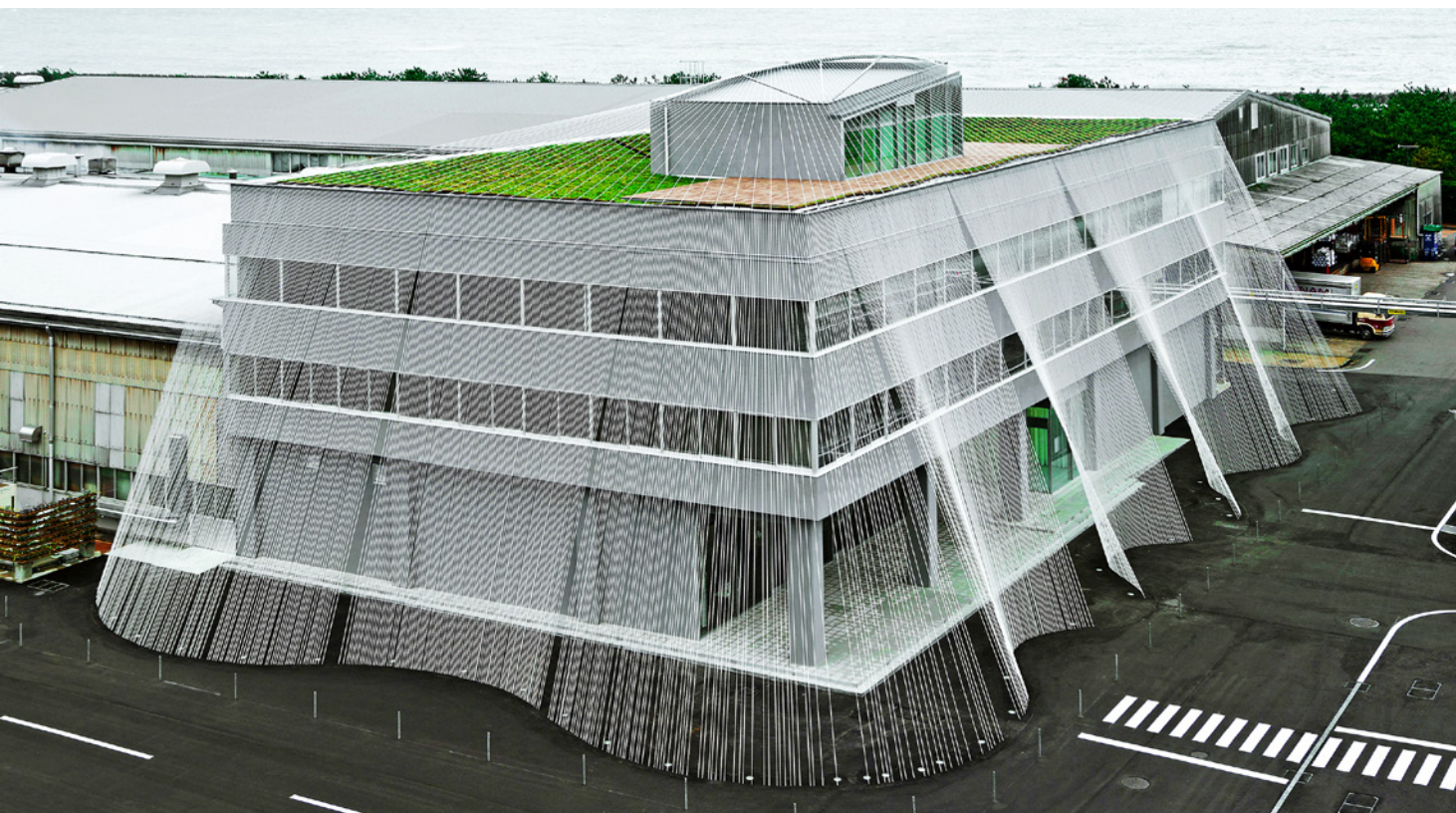


Drewno klejone krzyżowo to niezwyklej material. Wraz z realizacją kolejnych inwestycji inżynierowie potwierdzają jego mocne strony. Obecnie trwają prace nad projektem największego dotąd budynku wykonanego z użyciem technologii CTL w Niemczech. Obiekt ma być wykorzystywany przez administrację publiczną Hamburga. Planowana łączna powierzchnia to aż 34 tys. m². Projekt będzie swego rodzaju pilotażem wskazującym kierunek rozwoju zrównoważonego budownictwa, wizualizacja Adept Architects

branżowych, targach Big 5 w Dubaju, hiszpańska firma przedstawiła pierwszy dodatek do betonu oparty na grafenie, który mógłby zostać wykorzystany do produkcji masowej. Według twórców użycie dodatku może ograniczyć zużycie cementu aż o 30%, zachowując zakładane parametry wytrzymałościowe. Ponadto będzie ono wpływać znacząco na przedłużenie żywotności obiektów ze względu na zwiększenie odporności na proces karbonatyzacji, chlorki oraz siarczany. Zatem zastosowanie takiego dodatku ma szczególne uzasadnienie w przypadku obiektów narażonych na agresywne oddziaływanie środowiska. Ze względu na swoje właściwości dodatek grafenu sprawia, że struktura betonu jest bardziej elastyczna, dzięki czemu podnosi się również odporność na oddziaływania sejsmiczne. Prowadzone są także prace nad możliwościami wykorzystania grafenu do drukowania obiektów w 3D.

Jednym z wyraźniejszych trendów budownictwa kubaturowego jest technologia modułowa, prefabrykacja i standaryzacja, które mają zwiększać swój udział w rynku w nadchodzących latach. Ich niewątpliwymi zaletami są z jednej strony większy komfort i bezpieczeństwo pracy ludzi, z drugiej zaś podnoszenie jakości i precyzji wykonania, osiągając w efekcie wysokiej klasy produkt. Gotowe elementy konstrukcyjne, wykonane w hali produkcyjnej, wymagają jednak transportu na miejsce wbudowania. Potrzeba więc materiałów zarówno lekkich, jak i cechujących się co najmniej tak dobrą wytrzymałością i trwałością jak te tradycyjne. Materiałem, który spełnia te kryteria, a ponadto posiada o wiele niższy ślad węglowy niż beton czy stal, jest drewno klejone krzyżowo (CTL – *cross laminated timber*). Początki jego rozwoju sięgają lat 90. XX w., jednak dopiero od niedawna jego potencjał zaczął być wykorzystywany na większą skalę, a obecnie zyskuje coraz większą popularność. CTL wytwarzane jest przez klejenie warstw desek konstrukcyjnych naprzemiennie pod kątem 90°, dzięki czemu zyskują one wysoką wytrzymałość i sztywność zapewnioną w obu kierunkach. Ponadto drewno jako surowiec posiada dużą izolacyjność cieplną. Materiał ten umożliwia proste i szybkie wykonywanie gotowych elementów w postaci ścian, stropów czy schodów, które składane są w jedną całość na placu budowy. CTL skrywa ogromne możliwości, z jego użyciem z powodzeniem realizowane są kolejne inwestycje coraz wyższych budynków. W branży w dalszym ciągu jest wiele sceptycznych głosów na temat bezpieczeństwa przeciwpożarowego konstrukcji drewnianych. Istnieją jednak skuteczne metody analityczne do wyznaczenia grubości przegrody, która zapewni wymaganą odporność ogniową. CTL charakteryzuje się też wysoką szczelnością, która zabezpiecza przed przedostawaniem się śmiertelnego dymu do kolejnych pomieszczeń w razie wystąpienia pożaru.

Na żywotność konstrukcji wpływ mają nie tylko materiały konstrukcyjne, ale i te związane z technologią wykonania obiektów. Nawet wysokiej jakości konstrukcja wykonana z materiałów o odpowiednio dostosowanych parametrach będzie zagrożona lub nie będzie spełniać swojej funkcji, jeśli nie wyizolujemy jej odpowiednio od czynników środowiskowych. Nowoczesne budownictwo również w tym zakresie stale poszukuje kolejnych rozwiązań, niejednokrotnie czerpiąc inspiracje z innych gałęzi gospodarki. Jednym z obiecujących materiałów, wykorzystywanych m.in. przez NASA, jest aerożel. To materiał o niskiej gęstości i wyjątkowo niskiej przewodności cieplnej. Może być z powodzeniem stosowany jako izolacja przegród budowlanych. Ze względu na swoją transparentność może być także użyty w produkcji stolarki okiennej do poprawy jej parametrów. Jego



Kompozyty to materiały powstające z co najmniej dwóch komponentów posiadających odmienne właściwości, które po połączeniu wykazują właściwości ulepszone względem cech bazowych. Ciekawym zastosowaniem kompozytów może być zabezpieczenie obiektu przed trzęsieniem ziemi. Taka realizacja miała miejsce w Japonii i dotyczyła biurowca firmy Komatsu Seiten. Do jego budowy użyto kompozytu wykonanego z włókna węglowego i żywicy termoplastycznej, cechującego się niezwykle lekką rolką o długości 160 m waży zaledwie 12 kg. Zastosowane zabezpieczenie sejsmiczne pełni dodatkowo funkcję elementu dekoracyjnego elewacji budynku, fot. Takumi Ota

niezwykle i niespotykane dotąd właściwości termoizolacyjne mają szansę znacząco poprawić efektywność energetyczną obiektów w przyszłości.

Grunt to właściwa technologia

Budownictwo infrastrukturalne to istotna gałąź sektora z punktu widzenia całej gospodarki. Mobilność, możliwość szybkiego przemieszczania się i przemyślana sieć drogowa są nieocenione dla rozwoju biznesu oraz wpływają na komfort życia każdego użytkownika, który codziennie przemierza trasę do szkoły, pracy czy wybiera się w wakacyjną podróż. W Polsce transport drogowy jest bardzo popularny, dlatego też infrastruktura drogowa jest stale rozbudowywana. W okresie od 2004 do 2020 r. w Polsce oddano do użytku 1589 km dróg krajowych, 2315 km dróg ekspresowych i 1212 km autostrad.

Motywowatorów do inwestowania w trwałość i wysoką jakość dróg jest wiele. Istnieją właściwe regulacje krajowe i normy, wymuszające spełnienie wymagań zarówno pod kątem technicznym, jak i środowiskowym, które mają gwarantować wybór odpowiednich technologii i rozwiązań. Kolejną kwestią są czynniki finansowe i społeczne – szybkie zużycie powoduje konieczność ponownego pozyskania środków i wykonania gruntownego remontu, co budzi powszechne niezadowolenie ze względu na kolejne utrudnienia w użytkowaniu infrastruktury drogowej. Ponadto europejska polityka prośrodowiskowa, która ma bezpośrednio przełożenie na funkcjonowanie państw członkowskich UE, wraz z wdrażaniem regulacji wynikających z Zielonego Ładu przyczyniać się będzie do większego nacisku na jakość nowych nawierzchni i utrzymanie dobrego stanu istniejących.

Wynika to z faktu, że zła jakość dróg istotnie wpływa na ilość zużytego paliwa oraz zwiększa emisję gazów cieplarnianych do atmosfery. Dodatkowo każdy kolejny remont to ponowne obciążenie środowiska i zwiększenie emisyjności. Nie ma zatem wątpliwości, że poprawa trwałości dróg jest korzystna dla wszystkich zainteresowanych stron.

W Polsce do budowy dróg stosuje się dwa rodzaje nawierzchni – podatną oraz sztywną. Obecnie w klasycznym ujęciu projektowany czas eksploatacji konstrukcji nawierzchni to 25 lub 30 lat. A co, gdyby można było ten czas wydłużyć o 20 lat, projektując nawierzchnie, które będą w stanie przetrwać 50 lat bez strukturalnej przebudowy? Z odpowiedzią przychodzi koncepcja długowiecznych nawierzchni asfaltowych znanych na świecie pod nazwą *perpetual asphalt pavements* lub *long-lasting asphalt pavements*. Ich idea polega na zastosowaniu współpracujących ze sobą warstw nawierzchni, które cechują się wysoką wytrzymałością na zmęczenie, które to zjawisko związane jest ze zmianami, jakie zachodzą w materiale pod wpływem cyklicznych obciążeń, a ich jednorazowa wartość jest mniejsza niż projektowana wytrzymałość. Profil drogi powinien zostać zaprojektowany zarówno pod kątem doboru materiałów o określonych właściwościach, jak i zastosowania odpowiednich grubości poszczególnych warstw. Zgodnie z tą koncepcją w warstwie podbudowy, gdzie występują duże siły rozciągające, stosuje się materiały elastyczne charakteryzujące się dużą odpornością zmęczeniową, co zmniejsza ryzyko występowania odkształceń w dolnych partiach konstrukcji i zwiększa ich trwałość. Powyżej podbudowy znajduje się warstwa wiążąca, która narażona jest na występowanie wysokich wartości naprężeń ściskających

Certyfikacja

Znak B

Certyfikacja odnosi się do wyrobów budowlanych, dla których nie zostały stworzone normy zharmonizowane. Lista wyrobów, dla których certyfikacja jest obowiązkowa, została zawarta w załączniku do właściwego rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa. Procedura weryfikacji zależy od rodzaju wyrobu, jednak zawsze musi zakończyć się wykonaniem krajowej deklaracji właściwości użytkowych. Producent bierze odpowiedzialność za zgodność wyrobu z deklaracją. Znak B ma odniesienie do handlu krajowego.

Znak CE

Certyfikację tę stosuje się wobec wyrobów budowlanych objętych normami zharmonizowanymi lub dla których wydano europejskie oceny techniczne. Znak CE nie jest nadawany przez instytucje, a producent sam umieszcza go wówczas, gdy spełni wymagania określone w rozporządzeniu UE nr 305/2011. Producent jest zobligowany do stworzenia deklaracji właściwości użytkowych. Umieszczenie znaku CE jest równoważne z gwarancją, że właściwości użytkowe produktu są tożsame z deklarowanymi przez producenta. Znak CE ma odniesienie do handlu wewnątrz europejskiego.

i ścinających. W związku z tym musi ona cechować się podwyższoną sztywnością i dużą odpornością na deformacje, koleinowanie i spękania niskotemperaturowe. Ostatnia, najbardziej wierzchnia warstwa, to warstwa ścieralna, która projektowana jest jako szczelny element konstrukcji stanowiący ochronę głębszych partii. Jest ona wykonywana z użyciem takich technologii, jak mieszanka mastykowo-grysowa SMA, BBTM czy PA.

Betonowe nawierzchnie drogowe również wykazują wysoki potencjał zachowania długowieczności. Wiele krajów z powodzeniem stosuje tę technologię od lat, ciesząc się trwałą i wysokiej jakości siecią drogową. Jako istotną kwestię wskazuje się odpowiednie zaprojektowanie nawierzchni, połączeń oraz zapewnienie właściwej podbudowy. Belgia i Francja to jedne z państw, które od lat inwestują w betonowe nawierzchnie drogowe. Znacząca część infrastruktury drogowej Belgii wykonana jest w technologii CRCP, czyli z wykorzystaniem betonu o zbrojeniu ciągłym. Najstarsza taka nawierzchnia w Belgii pochodzi z 1925 r. i zachowała swoje właściwości wytrzymałościowe i użytkowe przez 88 lat (do 2013 r., kiedy została zmodernizowana). Z kolei w Austrii nawierzchnie betonowe stanowią oczywisty wybór w przypadku dróg charakteryzujących się dużym obciążeniem. Ich projektowany cykl życia wynosi 40–50 lat, przy czym nie przewiduje się żadnych poważniejszych działań utrzymaniowych w pierwszych 20 latach, a w kolejnych 20 latach zakłada się pojedyncze działania, związane np. z uszczelnianiem połączeń czy wymianą pojedynczych płyt. Przemysł betonowych nawierzchni drogowych stale się rozwija zarówno w kierunku ułatwień dla wykonawców, jak i zapewnienia coraz lepszych parametrów wytrzymałościowych i użytkowych. Jedną z nowszych technologii jest metoda z wykorzystaniem płyt betonowych o tak dobranych wymiarach, że przejeżdżający pojazd obciąża daną płytę tylko jednym kołem, co prowadzi do osiągnięcia lepszych parametrów pracy. Inną technologią dającą poprawę trwałości, zwłaszcza w kontekście dróg lokalnych, jest technologia wałowanych nawierzchni betonowych. Jest to metoda, która umożliwia łatwe i szybkie wbudowanie mieszanki, zapewniając jednocześnie dobrą jakość. Jeżeli projekt i budowa zostaną zrealizowane zgodnie ze sztuką, to taka nawierzchnia może przetrwać 50 lat. Zastosowanie wymienionych rozwiązań powstrzymuje konieczność częstych remontów, szczególnie gruntownych, które wymuszają ingerencję

w najniższe warstwy konstrukcji. Istotne jest jednak, aby zapewnić cykliczne czynności związane z bieżącym utrzymaniem dróg.

Dbając o istniejące obiekty

Wiek XXI to era intensywnego rozwoju budownictwa i powiązanych branż, transformacja w kierunku przemysłu 4.0 i cyfryzacji. Wytworzone zasoby i wiedza pozwalają na wznoszenie obiektów wyjątkowych pod względem estetyki, trwałości i jakości. Tu i teraz powstają konstrukcje, które stale prześcigają się w kwestii inteligentnych rozwiązań, zaawansowanych technologii czy metodyki zarządzania projektem. Trendy te to z całą pewnością korzystne zjawisko, jednak należy skierować uwagę także na te obiekty, które istnieją w przestrzeni i towarzyszą nam od lat, a ich stan często nie jest zadowalający.

Budownictwo infrastrukturalne prezentuje duży potencjał w zakresie możliwości modernizacyjnych i remontowych, działania w tym obszarze przynoszą wymierne korzyści, a efekty są zauważalne przez niemal wszystkie grupy społeczne. Z jednej strony istnieje wiele obiektów będących w trakcie eksploatacji, których stan wymaga lub w przyszłości będzie wymagał działań remontowych, z drugiej strony budownictwo dysponuje szeroką gamą skutecznych rozwiązań, które mogą wydłużyć żywotność obiektów na kolejne lata. W Polsce w użytku jest obecnie ponad 40 tys. obiektów mostowych, w tym ok. 8 tys. to mosty kolejowe, a pozostałe to mosty drogowe i tunele. Spośród mostów kolejowych zalewie 4% stanowią obiekty inżynieryjne, które wzniesiono w ciągu ostatnich 20 lat. Prawie 80% z nich to konstrukcje mające ponad 50 lat. Struktura wiekowa mostów drogowych jest nieco inna i cechuje się większym udziałem młodszych obiektów – 37% z nich wzniesiono w ostatnich 20 latach. Jednak i w tym przypadku liczba obiektów starszych niż 50 lat jest znacząca i stanowi niemal 1/3 wszystkich mostów. Dane te jasno wskazują, że z biegiem lat coraz więcej przepraw będzie wymagało zabiegów remontowych i renowacyjnych, które zazwyczaj stanowią bardziej uzasadnioną ścieżkę niż budowa nowego obiektu. Przemawiają za tym zarówno kwestie ekonomiczne, społeczne, jak i środowiskowe. Inwestycje w dobry stan istniejącej infrastruktury są kluczowe dla utrzymania jakości jej użytkowania i rozwoju gospodarczego.

PASSION for
PROGRESS

bauma

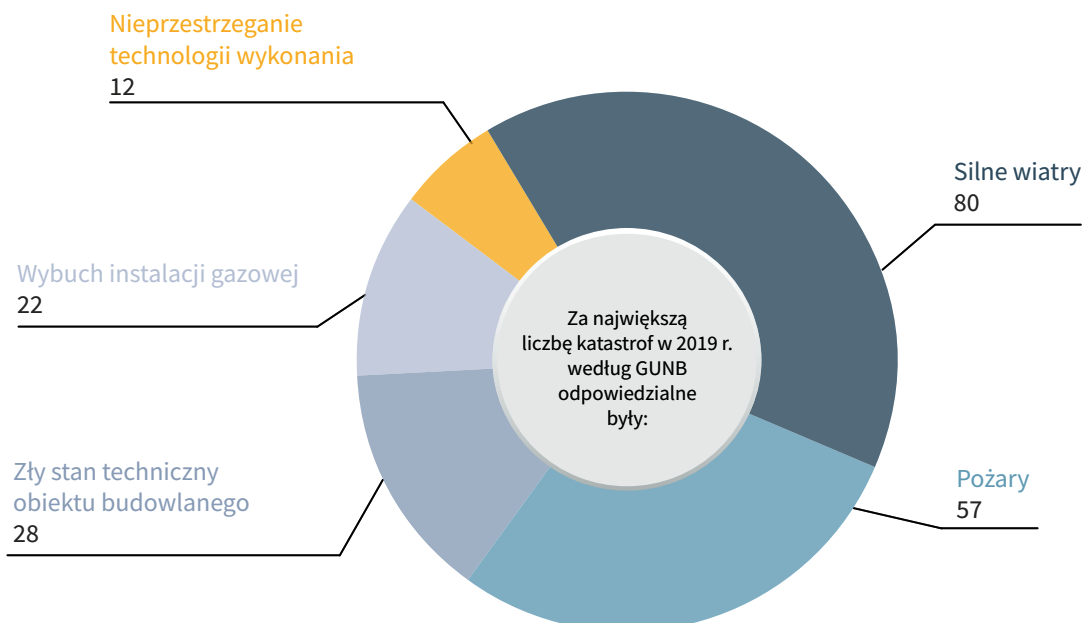
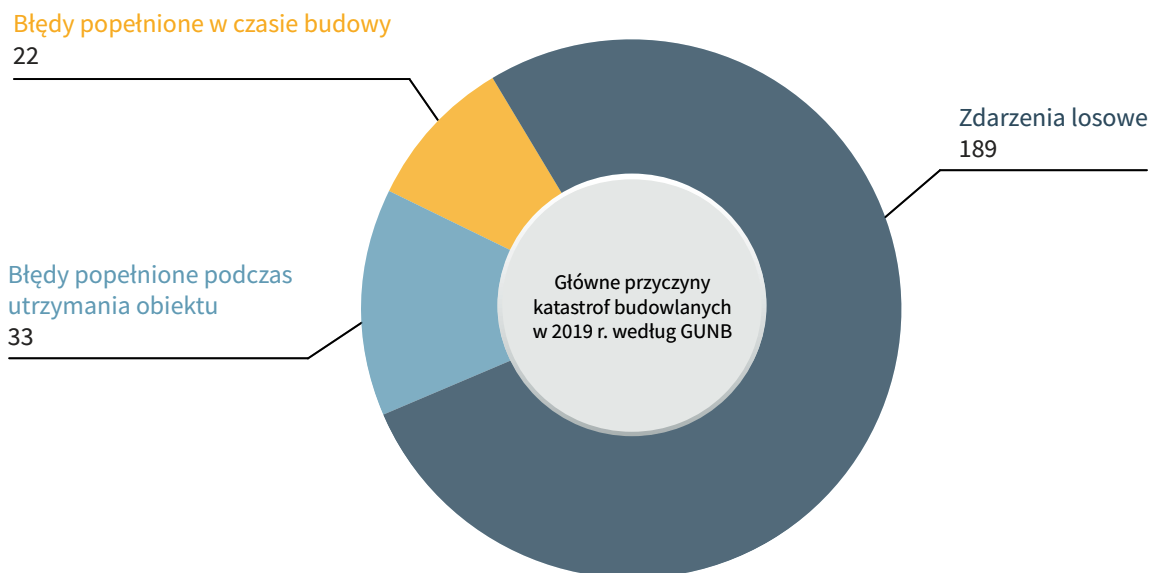
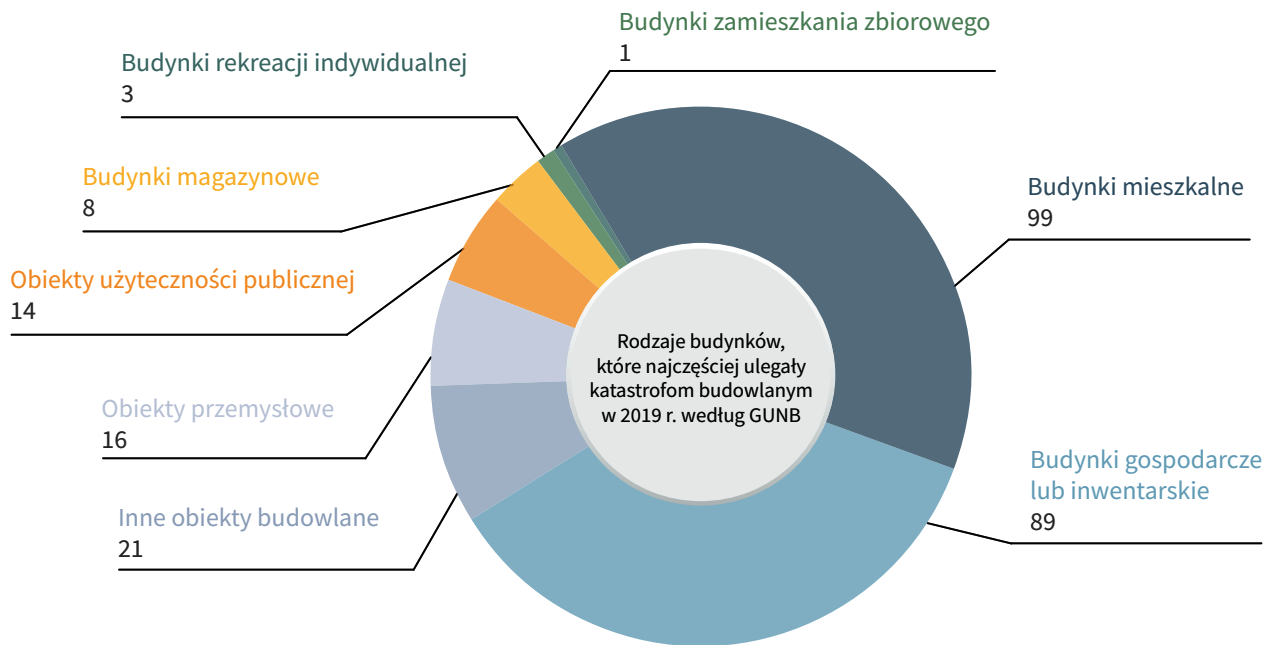
October 24-30, 2022 | Munich
Visit us! Booth FN.520



MASCHINEN



The BAUER Maschinen Group is the leading supplier of specialist foundation engineering equipment worldwide.



Budownictwo kubaturowe oraz sieci wraz z całą infrastrukturą miejską to także obszar, gdzie inwestycje remontowe będą odgrywać dużą rolę. Ze względu na urbanizację i rozwój miast ilość wolnej przestrzeni nieustająco kurczy się. Inwestorzy, chcąc realizować kolejne inwestycje, są zmuszeni do wznoszenia obiektów budowlanych na mniej przystępnych terenach, niekiedy cechujących się skomplikowanymi warunkami gruntowymi, które wymagają zastosowania metod wzmocnienia podłoża gruntowego i przemysłowej technologii fundamentowania. W miastach, które charakteryzują się wysoką ceną transakcyjną zakupu gruntów, rozważa się także rozbudowę obiektów w głąb ziemi, jest to jednak kosztowne rozwiązanie. Innym sposobem są tzw. projekty *brownfield*, czyli renowacja terenów, obiektów lub infrastruktury poprzemysłowej, które z różnych powodów nie spełniają swojej funkcji bądź stanowią zagrożenie dla człowieka, np. w wyniku skażenia. Nadawane są im nowe funkcje. Takie projekty mają wiele zalet dla środowiska, ale są również atrakcyjne dla inwestorów. Są to często nieruchomości usytuowane w korzystnej i perspektywicznej lokalizacji, które mają szansę na odniesienie sukcesu komercyjnego. Jednym z większych europejskich przedsięwzięć tego typu jest projekt Nowe Vítkovice, który dotyczy historycznie przemysłowej dzielnicy miasta Ostrawa w Czechach, zajmującej powierzchnię 150 ha. W ubiegłych stuleciach na tym obszarze funkcjonował kompleks obiektów związanych z przemysłem ciężkim, m.in. huta żelaza i kopalnia węgla. Eksploatacja została definitywnie zakończona pod koniec XX w. W 2003 r. nieruchomość została zakupiona przez firmę inżynieryjną, która zdecydowała się na rewitalizację

kompleksu i danie obiektom drugiego życia, jednocześnie zmieniając całkowicie ich pierwotne przeznaczenie. W wyniku przeprowadzonych prac powstało imponujące centrum rekreacyjno-edukacyjne, które z jednej strony cechuje nowoczesność, a z drugiej zachowuje pierwotny charakter. Historyczny, 100-letni zbiornik został przekształcony w multifunkcyjny obiekt, gdzie odbywają się konferencje, kongresy, wystawy artystów. Z elektrowni U6 pochodzącej z 1911 r. powstał ośrodek edukacyjny Mały Świat Techniki. Został stworzony z myślą o uczniach szkół i studentach, dla których przygotowano wystawy i eksponaty dotyczące techniki i nauk przyrodniczych. Z kolei wielki piec hutniczy nr 2 zyskał nadbudowę, a na jego szczycie wznoszącym się ok. 80 m nad ziemią umieszczono punkt widokowy, który jest cenną atrakcją turystyczną. Realizacja zebrała wiele przychylnych opinii i nagród branżowych.

Unia Europejska wspiera inicjatywy *brownfield* w ramach wdrażanych programów, m.in. 7th Environment Action Programme, BRODISE Programme, czy uruchamianych funduszy, jak European Regional Development Fund. Brakuje jednak celowanych i skutecznych programów na szczeblach krajowych oraz organizacji odpowiedzialnych za ich wdrażanie, zarządzanie nimi i nadzorowanie, tak jak ma to miejsce np. w Stanach Zjednoczonych.

W odpowiedzi na zapotrzebowanie na inwestycje związane z renowacją, modernizacją i remontami istniejących obiektów i infrastruktury powstają coraz bardziej wydajne materiały i technologie, a dzięki nowoczesnej myśli technologicznej i wiedzy technicznej inżynierowie potrafią sprawnie realizować tego typu zadania. Przykładem mogą być kompozyty, które w postaci

On your site

Ponownie tu gościmy, tu, gdzie nasze miejsce – na największych na świecie targach maszyn budowlanych. Obok naszych światowych premier zaprezentujemy Państwu – zgodnie z przyjętą już tradycją Bauma – przyszłość.

LIEBHERR

www.liebherr-bauma.com

bauma

24 – 30 października 2022, Messe München

Zewnętrzne stoisko targowe: stoisko 809–810 i 812–813

Komponenty: hala A4, stoisko 326 • **Technika mieszkania betonu:** hala C1, stoisko 425

Narzędzia budowlane: hala B5, stoisko 439

THINK BIG! Kształcenie w Liebherr: ICM Foyer, hala B0, stoisko 105



On your
site



Budownictwo i architektura to ważna część dziedzictwa kulturowego. Obiekty budowlane stanowią integralną część miast i nierzadko są prawdziwą atrakcją turystyczną. Tak właśnie jest w przypadku mostu Łańcuchowego w Budapeszcie, który od 2021 r. znajduje się w trakcie gruntownego remontu ze względu na zły stan techniczny. Sztab inżynierów czuwa nad tym skomplikowanym przedsięwzięciem, a prace budowlane nie ustawały nawet zimą. Przebudowa dotyczy m.in. stalowej konstrukcji, nawierzchni i wyposażenia mostu, fot. Kennymax, Adobe Stock

mat czy taśm pozwalają w łatwy i szybki sposób wzmocnić wytężone przekroje konstrukcji żelbetonowych bez konieczności ich penetrowania. Innym pomocnym narzędziem stosowanym w zadaniach remontowych są technologie bezwykopowe, które umożliwiają przeprowadzanie renowacji w zakresie sieci miejskich bez konieczności wykonywania otwartych wykopów na obszarze całej inwestycji. Dzięki temu istotnemu ułatwieniu i przyspieszeniu robót oddziaływanie inwestycji na użytkowników przestrzeni miejskiej jest nieporównywalnie mniejsze niż w przypadku technologii tradycyjnej. Ponadto technologie bezwykopowe umożliwiają minimalizowanie ingerencji w istniejące zagospodarowanie. Geotechnika i geoinżynieria przynoszą jednak o wiele więcej przydatnych zastosowań w obszarze remontów, jak choćby iniekcje geopolimerowe stosowane w celu wzmocnienia podbudowy czy napraw nawierzchni drogowej.

Dbałość o otaczającą architekturę i infrastrukturę jest nie lada wyzwaniem. Nierzadko wymaga kreatywności i niesza-blonowego podejścia w poszukiwaniu najlepszych rozwiązań. Wymaga także dużej wiedzy technicznej, ponieważ technologie budowlane przez lata ewoluowały i wiele z nich obecnie nie jest już praktykowanych. Remontując zwłaszcza stare, zabytkowe obiekty, inżynierowie muszą wykazać się znajomością ówczesnych metod i umiejętnością sprzęgnięcia ich z obecnymi standardami.

Podsumowanie

Trwałość obiektów budowlanych to wypadkowa wielu czynników, wśród których znajdują się jakość planowania i prac projektowych, jakość zastosowanych materiałów, jakość wykonawstwa robót budowlanych, ale także warunki i sposób

eksploatacji, wady i błędy projektowe. Nie ma wątpliwości, że długa żywotność i wysoka jakość są zjawiskami pożądanymi w budownictwie i wpływają nie tylko na kwestie środowiskowe czy ekonomiczne, ale także na podniesienie prestiżu inwestycji oraz komfortu użytkownika.

Zmierzając w kierunku długowiecznego budownictwa, należy z jednej strony stale rozwijać materiały i technologie, które umożliwiają przekraczanie kolejnych granic, a z drugiej monitorować stan istniejących obiektów. Statystyki GUNB wskazują na zły stan obiektów i błędy popełniane podczas ich utrzymania jako jedną z częstszych przyczyn katastrof budowlanych w 2019 r. Zły stan najczęściej spowodowany był silnym zużyciem technicznym wynikającym z wieku obiektu, ale i czynników trwałości wskazanych powyżej oraz brakiem działań utrzymaniowych, jak cykliczne remonty i bieżące naprawy. Co więcej, nie było świadomości konieczności przeprowadzenia takich czynności ze względu na brak niezbędnych kontroli okresowych. Wśród czynników długiej żywotności kluczową rolę odgrywają jakość wykonawstwa, solidne materiały i stosowanie się do technologii wykonania zgodnie ze sztuką budowlaną, bowiem wśród czołowych przyczyn katastrof wymieniono zdarzenia losowe jak silne wiatry, które w związku ze zmianami klimatycznymi mogą w przyszłości przybierać na sile.

Należy także podkreślić znaczenie systemowo ustanowionego nadzoru na wszystkich etapach inwestycji budowlanej. Punkty kontrolne pozwalają na zatrzymanie prac, analizę i weryfikację przyjętych założeń w istotnych momentach procesu. Wszystkie wskazane wcześniej kwestie mają wspólny mianownik w postaci świadomości potrzeby doskonalenia.



Czytaj więcej

Geozagrożenia stają się coraz poważniejszym problemem m.in. ze względu na zmiany klimatu, jakie znaczenie ma jakość i trwałość stosowanych w tej dziedzinie rozwiązań?



MANUEL EICHER,
General Manager Geohazard
Solutions,
Geobrugg AG

Geobrugg jest wiodącą firmą w zakresie rozwoju i produkcji systemów ochrony ludzi oraz infrastruktury przed zagrożeniami naturalnymi. Działamy również w wybranych segmentach rynku, takich jak górnictwo i sporty motorowe. Zgodnie z naszym hasłem „Bezpieczeństwo jest naszą naturą” od 1951 r. projektujemy i produkujemy rozwiązania służące do ochrony życia i mienia. Nie tylko dostarczamy produkty najwyższej jakości wykonane ze stali o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie, ale także opracowujemy trwałe rozwiązania systemowe. Nasza oferta obejmuje również takie usługi, jak np.



monitorowanie konstrukcji przez cały okres ich użytkowania. Jako szwajcarska firma przykładamy najwyższą wagę do jakości swoich produktów i usług. Dzięki doświadczeniu, prowadzeniu badań i ścisłej współpracy z instytutami badawczymi Geobrugg wprowadza na rynek innowacje i standardy branżowe.



www.geobrugg.com/beyondstandards

GEOBRUGG®
BRUGG

Safety is our nature



Rozwój Systemów Ochronnych przed zagrożeniami Naturalnymi

**TESTUJEMY DO GRANIC
MOŻLIWOŚCI**

Co decyduje o jakości i trwałości inwestycji budowlanej?



**prof. dr hab. inż.
MARIA KASZYŃSKA,
przewodnicząca
Polskiego Związku Inżynierów
i Techników Budownictwa**

Temat jest niezwykle obszerny i trudno chociażby tylko wypunktować wszystkie aspekty wpływające na jakość i trwałość inwestycji budowlanej, dlatego ograniczę się do spraw materiałowych, które są mi najbliższe, a ponieważ dominującym materiałem w budownictwie jest beton, więc on będzie dominował w mojej wypowiedzi. Postęp w dziedzinie technologii betonu w XXI w. jest imponujący. Wynika to z dążenia do wykonywania coraz wspanialszych konstrukcji przy jednoczesnym zapewnieniu im wymaganej – sięgającej często ponad 100 lat – trwałości i odpowiednio wysokiego bezpieczeństwa użytkowania. Spełnienie wielu pożądanых uwarunkowań nie jest możliwe lub jest wysoce nieekonomiczne przy zastosowaniu betonów tradycyjnych, dlatego wciąż poszukuje się nowych materiałów o znacznie większych możliwościach konstrukcyjnych i większej trwałości lub udoskonalą materiały już stosowane, aby sprostać wyzwaniom XXI w. Jednym z wartych podkreślenia przejawów zmian w samej idei technologii betonu jest zmiana podejścia do projektowania betonu, a w konsekwencji zmiana nazewnictwa nowoczesnych betonów. Impulsem do tych zmian był dynamiczny wzrost prac badawczych i aplikacyjnych dotyczących nowej generacji betonów w związku z dramatycznym obniżeniem się trwałości istniejących obiektów budowlanych wykonanych z betonów zwykłych. Rozwinęła się nowa dziedzina – technologia trwałości (*durability technology*). Wytrzymałość przestała być cechą najważniejszą, a decydujące stały się takie właściwości betonu, jak duża szczelność, odporność na ścieranie i agresję chemiczną, mrozoodporność czy inne cechy, które są istotne przy projektowaniu betonu do konkretnej konstrukcji eksploatowanej w warunkach danego środowiska i od których zależy trwałość betonu w konstrukcji. Projektowanie obliczone na trwałość zarówno obiektów budowlanych i inżynierskich, jak i materiałów, w tym także betonów, pozostaje w ścisłym związku z dążeniem do zrównoważonego rozwoju, co nadaje temu projektowaniu ogólniejsze i proekologiczne znaczenie. Stosując materiały o wysokiej trwałości, zwiększamy trwałość i żywotność konstrukcji, a to jest jeden z wielu czynników wpływających na wysoką jakość i trwałość inwestycji budowlanej.



**DOROTA CABAŃSKA,
główny inspektor nadzoru
budowlanego**

Ostatnie dwa lata pokazały, że rynek budowlany bardzo dobrze radził sobie w dobie pandemii. Branża budowlana nie została bezpośrednio dotknięta obostrzeniami, a rynek budowlany funkcjonuje praktycznie bez przestojów.

Na horyzoncie pojawił się jednak kolejny problem – inflacja i wzrost cen, a co za tym idzie, znaczna podwyżka cen materiałów budowlanych oraz usług. Na szczęście niezmiennie utrzymuje się wysoki popyt na usługi budowlane.

Co decyduje o jakości i trwałości inwestycji budowlanej?

Oprócz dobrze przemyślanego i wykonanego projektu architektoniczno-budowlanego i projektu technicznego do najważniejszych czynników możemy zaliczyć zastosowanie materiałów wysokiej jakości (oznaczonych znakiem CE lub znakiem budowlanym) oraz trzymającą standardy sztukę budowlaną. Są one gwarantem bezpiecznej i dobrze wykonanej inwestycji budowlanej.

Branża budowlana nieustannie się rozwija. Na rynek dopuszczane są nowe technologie, które mają na celu zapewnienie jakości i trwałości. Obecnie bardzo ważnym elementem dobrze wykonanej inwestycji budowlanej jest zminimalizowanie oddziaływania na środowisko przez obniżenie kosztów utrzymania i zwiększenie żywotności budowanych obiektów, co pozwala ograniczyć konieczność przeprowadzania remontów.

Należy pamiętać, że za sukcesem inwestycji budowlanej stoimy MY, uczestnicy procesu budowlanego, i to od naszych decyzji zależy jakość, trwałość i bezpieczeństwo budownictwa.

To my odpowiadamy za każdy etap procesu budowlanego – za planowanie, projektowanie i wykonanie inwestycji. To na nas spoczywa odpowiedzialność, aby każdy z nich zrealizowany był na najwyższym poziomie i odpowiadał wysokim standardom.



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

Obecnie świadomość inwestorów, nastroje klientów i presja wywoływana zmianami klimatycznymi w coraz większym stopniu zmieniają nasze postrzeganie również w zakresie jakości i trwałości obiektów budowlanych. Nowoczesne obiekty nie mogą się dziś obyć bez zastosowania wysokojakościowych materiałów budowlanych o wyjątkowych właściwościach, zwiększających tym samym żywotność obiektów budowlanych, które będą zapewniały zakładaną trwałość, pozostając w ścisłej relacji z kosztami w całym cyklu życia obiektu, a nie jedynie na etapie samej realizacji (wbudowania). To właśnie efektywność energetyczna determinuje wiele rozwiązań stosowanych w najnowszych technologiach, również w zakresie materiałów budowlanych. Aby zapewnić jakość i trwałość, musimy już na etapie projektowym zadbać o poprawny – optymalny – projekt, który podczas wykonawstwa będzie właściwie zrealizowany pod nadzorem uprawnionych inżynierów.

Trwałość obiektu budowlanego to okres, w którym zachowuje on swoje właściwości użytkowe przy spełnieniu założonych w projekcie warunków eksploatacyjnych. Pojęcia trwałość i jakość są ze sobą ściśle skorelowane, dobry jakościowo materiał budowlany powinien być synonimem trwałości. Natomiast trwałość to bezpieczeństwo podczas długoletniego użytkowania, które przekłada się na obniżenie kosztów utrzymania i remontów, z minimalnym wpływem na środowisko. A skoro środowisko, to również koszty, a w tym emisja CO₂ związana z produkcją materiałów budowlanych, gdzie powinniśmy preferować materiały niskoemisyjne i wybierać technologie wykorzystujące surowce o niskim śladzie węglowym. Zawsze konieczna jest wielokryterialna analiza i właściwy wybór zastosowanych rozwiązań wpływających na trwałość i jakość obiektów budowlanych. Truizmem jest stwierdzenie, że powinniśmy budować obiekty o wysokiej estetyce przy zapewnieniu wysokiej jakości i trwałości. Nie warto iść na zgony kompromis. Przed całą branżą stoi nie lada wyzwanie mające docelowo wprowadzić budownictwo w obieg zamknięty, tak aby obiekty budowlane stały się obojętne dla środowiska naturalnego. Cele są ambitne i wymagają determinacji w dążeniu do osiągnięcia neutralności klimatycznej.



AGNIESZKA KĘDZIŃSKA,
koordynator ds. technologii
asfaltowych, Biuro Technologii,
PKN ORLEN SA

Poprawnie wykonana nawierzchnia drogowa charakteryzuje się odpowiednią równością, szorstkością, wytrzymałością na deformacje i zmęczenie oraz nośnością dostosowaną do ruchu pojazdów. Ważnym aspektem dla inwestora jest trwałość i łatwość utrzymania. Pierwszy krok do sukcesu to dobry projekt konstrukcji nawierzchni, oparty na projektowaniu funkcjonalnym i uwzględniający harmonogram utrzymaniowy. Istotny jest dobór rodzaju i grubości warstw nawierzchni oraz materiałów dostosowanych do funkcji drogi i jej obciążenia.

Wybór materiałów powinien uwzględniać zakładaną trwałość nawierzchni oraz warunki klimatyczne. Częstym błędem jest stosowanie technologii najtańszych na etapie budowy, bez uwzględnienia trwałości oraz kosztów utrzymania drogi w całym cyklu jej życia. Duży potencjał tkwi w nowoczesnych materiałach, jakimi są asfalty modyfikowane i wysokomodyfikowane. Zastosowanie ich w dwóch warstwach konstrukcji wydłuża jej trwałość zmęczeniową o 20–25%. Przy doborze lepszych asfaltowych należy mieć na uwadze funkcję, jaką dana warstwa pełni w konstrukcji. W celu zapewnienia odpowiedniej pracy całej konstrukcji wszystkie warstwy powinny być ze sobą dobrze „sklejone”.

Bardzo ważne jest zapewnienie budowli właściwego posadowienia na podłożu gruntowym oraz dobrego odwodnienia. Warto pamiętać, że dobór najwyższej jakości materiałów nie gwarantuje sukcesu, jeśli nie zostanie przypieczętowany fachowym wykonawstwem. Należy dopilnować, aby produkcja materiałów i wykonanie drogi odbywały się pod ciągłym nadzorem laboratorium. Niezwykle ważne są kwestie planowania i logistyki oraz zapewnienia ciągłości dostaw. Układanie nawierzchni powinno odbywać się bez przestojów przy jednostajnej prędkości rozściełacza – ma to wpływ na jej równość i jednorodność oraz na prawidłowe zagęszczenie. Trzeba minimalizować liczbę połączeń działek roboczych.

Przy niekorzystnych warunkach warto wspomóc się gotowymi asfaltami typu WMA (*warm mix asphalt*) produkowanymi w Rafinerii Gdańskiej (dawniej LOTOS Asfalt), poprawiającymi zagęszczalność mieszanek mineralno-asfaltowych. Dobrze zaprojektowana i wykonana nawierzchnia z asfaltami wysokomodyfikowanymi może przetrwać nawet 50 lat.



**Z nami
sięgaj wyżej.**

www.liebherr.com

LIEBHERR

Tower Cranes





www.frutiger.pl

FRUTIGER POLSKA



Systemy myjące MobyDick

do mycia kół i podwozi samochodów ciężarowych opuszczających:
plac budowy,
kamieniołomy,
kopalnie itp.

Systemy eliminowania zapylenia MobyDick Dust Control



Przedstawicielstwo w Polsce:

FRUTIGER Polska Sp. z o.o.
32-600 Oświęcim, ul. Chemików 1
tel./fax 33 445 81 56
e-mail: info@frutiger.pl

Autoryzowany serwis:

FRUTIGER Polska Sp. z o.o.
32-600 Oświęcim
ul. Chemików 1
tel./fax 33 445 81 55

www.mobydick.com

OBSZARY DZIAŁAŃ DLA ZASTOSOWANIA NASZYCH TECHNOLOGII:

- ▶ Infrastruktura drogowa ▶ Infrastruktura kolejowa
- ▶ Infrastruktura wodna śródlądowa i morska ▶ Infrastruktura wodno-sanitarna
- ▶ Energetyka ▶ Budownictwo przemysłowe ▶ Budownictwo mieszkaniowe

ZAKRES WYKONYWANYCH ROBÓT W OBRĘBIE INŻYNIERII BEZWYKOPOWEJ:

HDD (Horizontal Directional Drilling)

Przewierty sterowane

MIKROTUNELING

Zdalne drążenie podziemnych tuneli

DIRECT PIPE

Wiercenia pod jednoetapowe układanie rurociągów stalowych

PIPE JACKING

Przeciski hydrauliczne

PIPE RAMMING

Przeciski pneumatyczne

PRZEWIERTY METODAMI TRADYCYJNYMI



ul. Jaskółek 10
43-215 Studzienice



32 218 98 88



biuro@ggts.pl

 **GGT** Solutions
www.ggts.pl

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 samowiercący
- ✓ rozparcia stalowe

POSADOWIENIA POŚREDNIE

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

PRZESŁONY PRZECIWFILTRACYJNE JET-GROUTING

- ✓ ekrany poziome
- ✓ przesłony pionowe

STOSOWANE ROZWIĄZANIA:

- ▶ Zabezpieczenia wykopów
- ▶ Konstrukcje oporowe
- ▶ Zabezpieczenia skarp i zboczy
- ▶ Przesłony przeciwnieprzepuszczalne
- ▶ Głębokie fundamentowanie
- ▶ Wzmocnienie podłoża
- ▶ Komory przewiertowe



**ZAPRASZAMY
DO KONTAKTU I WSPÓŁPRACY**