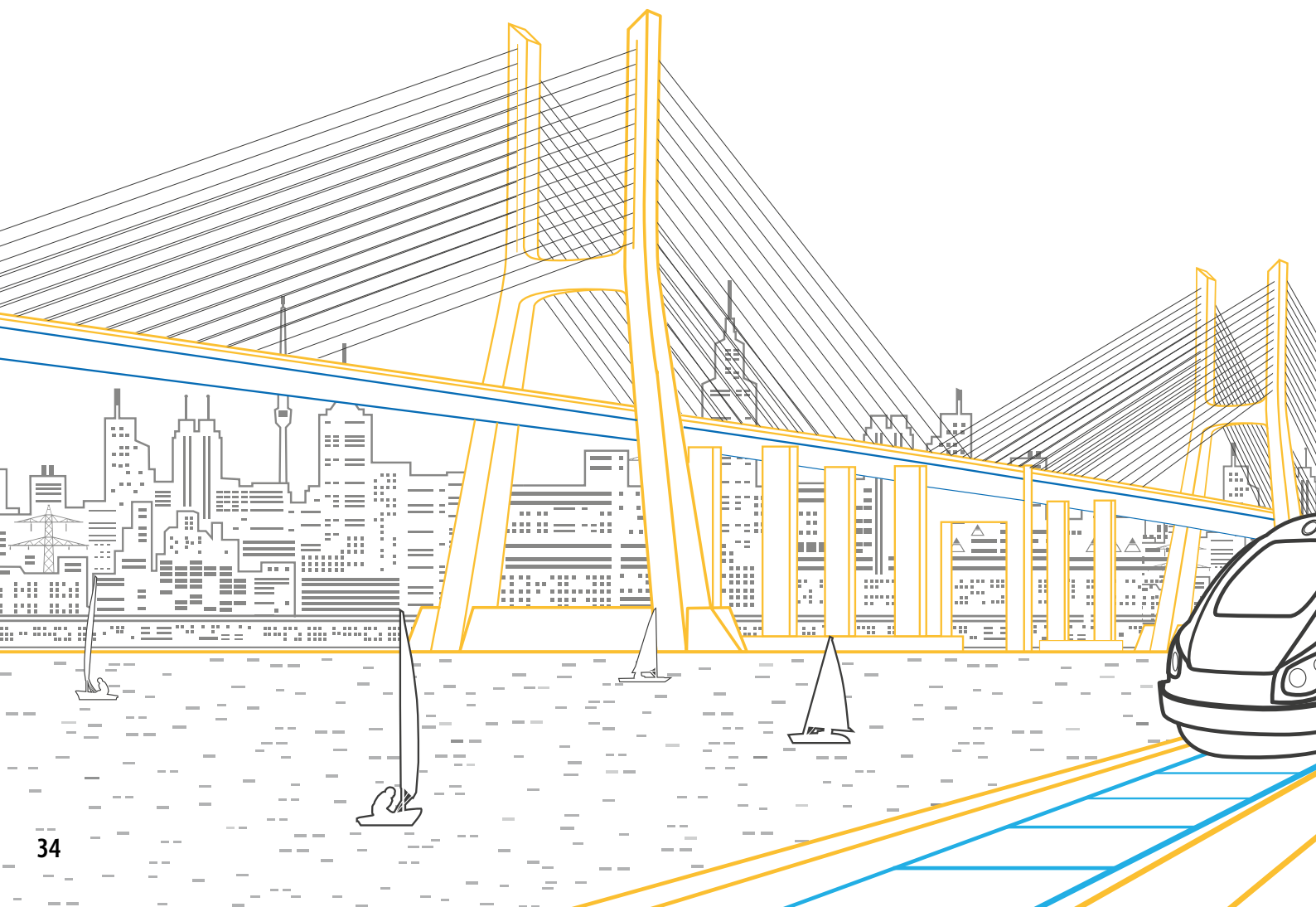




Temat wydania

Jak powstają wysokiej jakości trwałe obiekty budowlane?

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



Jakość to szczególnie istotny czynnik w budownictwie, który przekłada się na trwałość i bezpieczeństwo powstających obiektów budowlanych. Wpływa na obniżenie kosztów utrzymania i remontów oraz minimalizuje oddziaływanie na środowisko. Budowa trwałej konstrukcji i odpowiednia jakość wykonania to działanie w myśl strategii *win-win* dla wszystkich stron zaangażowanych w projekt budowlany, ale także dla późniejszych użytkowników tych obiektów. Realizuje się ją dzięki produktom i technologiom o wyjątkowych właściwościach, zwiększających żywotność obiektów budowlanych. Przyczyniają się do tego również odpowiednie rozwiązania z dziedziny renowacji, wzmocnienia i napraw obiektów, zabezpieczeń antykorozyjnych, diagnostyki czy sposobów posadwienia.

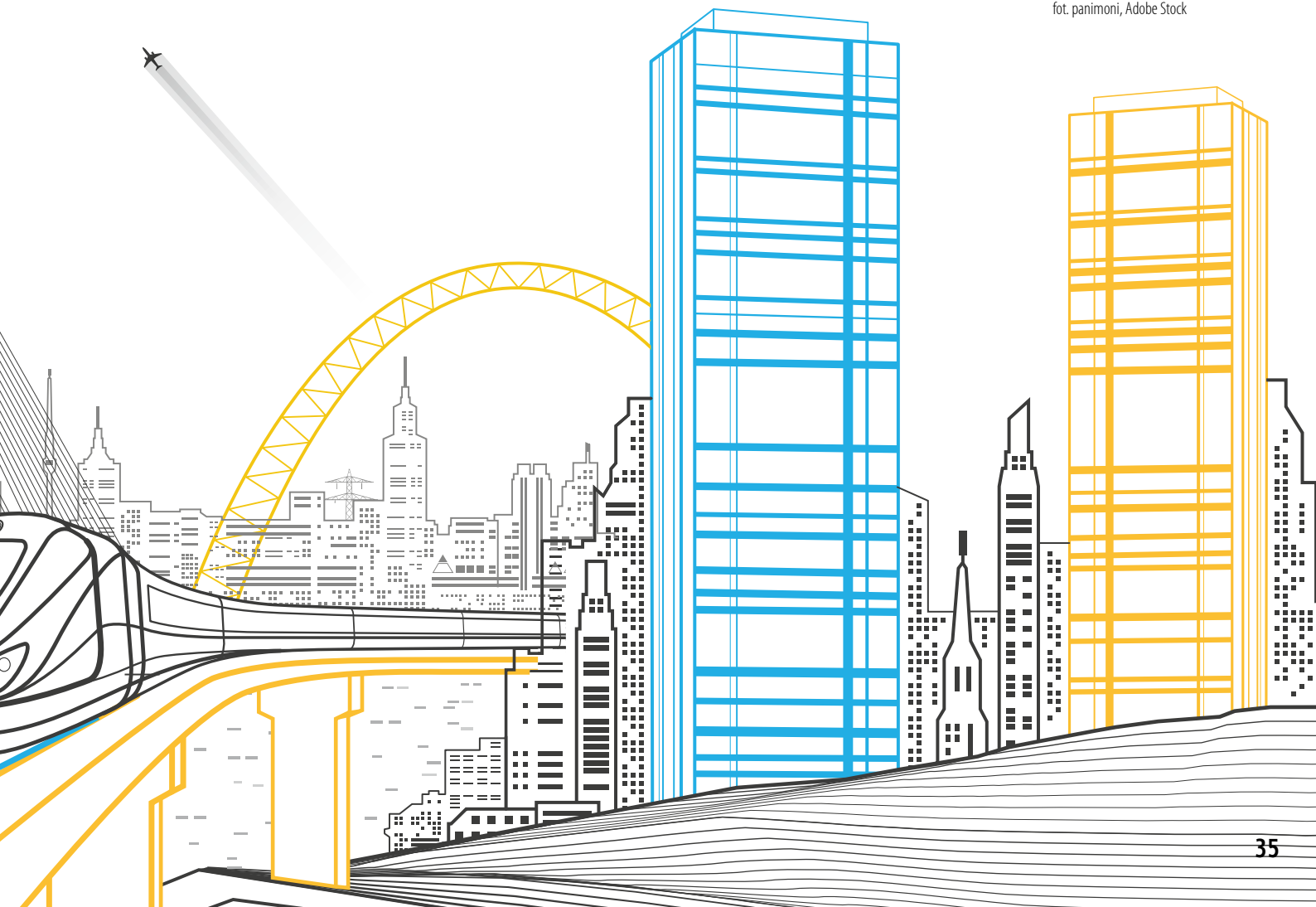
Korzyści środowiskowe i ekonomiczne wynikające z trwałości budowli wydają się dość oczywiste. Trwały obiekt zapewnia długi okres amortyzacji kosztów środowiskowych i ekonomicznych poniesionych przy jego budowie. Jak zauważają eksperci, jeśli podwoi się żywotność budowanej konstrukcji, to zmniejszy się tym samym o połowę jej wpływ na środowisko. Ten sam argument dotyczy produktów i materiałów stosowanych przy

realizacji inwestycji. Trwałe produkty i materiały nie będą musiały być wymieniane ani naprawiane tak często, więc za-inwestowane w nie surowce, energię i wpływ na środowisko można rozłożyć na dłuższy czas.

Budowla zaprojektowana i zbudowana na 100 lat oferuje znaczną przewagę zasobów w porównaniu z podobną, która przetrwa tylko 50 lat. Z punktu widzenia cyklu życia wyższe koszty ekonomiczne i środowiskowe poniesione w tym pierwszym przypadku można zwykle uzasadnić uzyskaną dzięki nim trwałością. Częścią dobrego planowania trwałości jest więc wybranie rozsądnej docelowej żywotności obiektu i jego elementów składowych.

Trwałość często idzie w parze z niskimi kosztami utrzymania. Zwykle – ale nie zawsze – trwały materiał jest również materiałem łatwym w utrzymaniu. W przypadku wielu inwestycji trwałość i niskie koszty utrzymania są traktowane łącznie jako kryterium wyboru danego produktu. Docelowy projektowany okres eksploatacji obiektu musi zostać określony na wczesnym etapie projektowania i będzie służył jako podstawa doboru materiałów, szczegółowego projektu, procedur wykonawczych i – na etapie utrzymania – późniejszych strategii konserwacji. Do przewidywania przyszłych zachowań użytych rozwiązań można zastosować różne podejścia. Na etapie inżynierskim realizowany jest dobór materiałów, projekt wykonawczy oraz ilościowy opis wyrobów i procedur. W okresie budowy kluczowymi czynnikami trwałości będzie zapewnienie odpowiedniej jakości rozwiązań i wykonania, w tym kontrola środowiska. Proces degradacji, a tym samym

fot. panimoni, Adobe Stock



możliwy do uzyskania okres użytkowania pod względem wydajności, można kontrolować w okresie użytkowania przez odpowiednie czynności eksploatacyjne, kontrolne, konserwacyjne i naprawcze.

Czym jest jakość w budownictwie?

Postrzeganie jakości zależy od przyjętej perspektywy. Biorąc pod uwagę produkt lub usługę, różnice jakościowe odnoszą się do różnic ilościowych niektórych pożądaných składników lub atrybutów. Jakość odnosi się do liczby niewymiernych atrybutów zawartych w wymiernych atrybutach produktu lub usługi.

Z punktu widzenia produktu jakość jest cechą konkretną i mierzalną. W tym przypadku różnice jakościowe wynikają z różnic ilościowych występujących między cechami produktu, np. na jakość betonu wpływa jakość surowca, proces mieszania i szybka logistyka dostarczania betonu na plac budowy. Ta perspektywa implikuje hierarchiczne podejście do jakości, w którym produkty są klasyfikowane w zależności od liczby pożądaných cech, jakie posiadają. Oto niektóre z implikacji z perspektywy produktu lub usługi związanej z jakością:

- ponieważ jakość jest określona liczbą cech, jakie posiada każdy produkt lub usługa, a każda cecha wiąże się z określonymi kosztami, produkty i usługi wysokiej jakości są zazwyczaj najdroższe;
- jakość jest postrzegana jako nieodłączna cecha produktów, a nie coś, co można przypisać produktom; ponieważ jakość odzwierciedla obecność lub brak pewnych mierzalnych cech produktów, dlatego może być mierzona obiektywnie i opiera się na elementach wykraczających poza indywidualny subiektywizm.

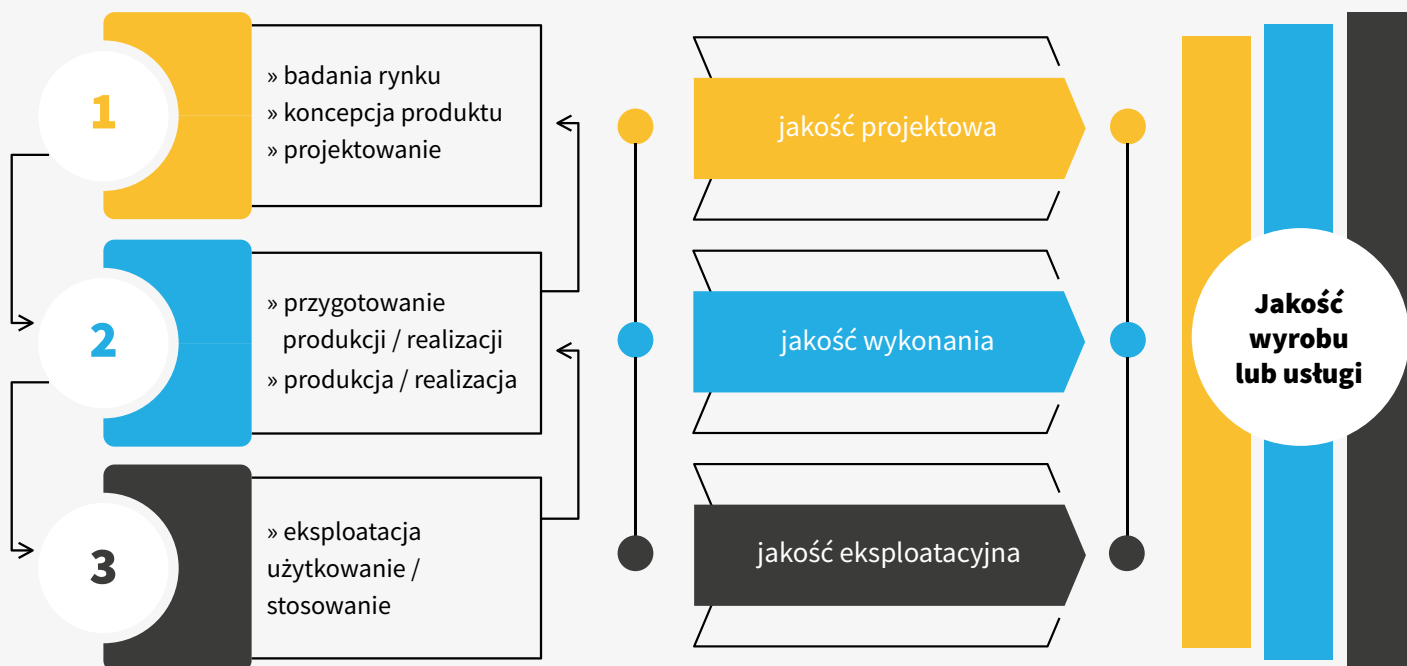
Z perspektywy użytkownika jakość produktu czy usługi zależy od tego, w jaki sposób spełniają one jego wymagania. Jakość oznacza także zdolność produktu do użycia (przydatność do użycia). Dlatego wszystkie definicje w tej perspektywie traktują jakość jako równą zgodności z określonymi wymaganiami. Poziom jakości wynika z odchyień od określonych specyfikacji. W tym sensie doskonałość jest równoznaczna z robieniem rzeczy dobrze od pierwszego razu. Z kolei z perspektywy producenta jakość oznacza zgodność z wymaganiami, reprezentuje stopień, w jakim dany produkt lub usługa są zgodne z projektem lub postanowieniem.

W dziedzinie projektowania nacisk kładziony jest głównie na wykonalność, podczas gdy w dziedzinie produkcji – na statystyczną kontrolę jakości, chociaż głównym celem obu dziedzin jest minimalizacja odchyień od wymagań, a co za tym idzie – obniżenie kosztów. Z perspektywy wartości jakość reprezentuje poziom doskonałości w przystępnej cenie wraz z kontrolą zmienności w przystępnej cenie. Jakość oznacza najlepszą w zależności od określonych wymagań konsumenta: (a) efektywną użyteczność i (b) koszt sprzedaży produktu. W tym przypadku jakość definiowana jest głównie w kategoriach ceny i kosztu. Produkt wysokiej jakości zapewnia wydajność lub zgodność w akceptowalnej cenie lub koszcie [1].

Ewolucja podejścia do jakości

Chociaż jakość jest terminem trudnym do jednoznacznego zdefiniowania, jej korzenie są głęboko osadzone w historii. Już w 2150 r. p.n.e. Kodeks Hammurabiego określał przepisy dotyczące jakości budownictwa mieszkaniowego. W myśl jego zapisów, jeśli konstruktor buduje dom dla innej osoby, a jego praca nie jest wytrzymała, budynek zawali się i zabije wła-

Etapy tworzenia jakości [20]:





1
Tajwan

Tajpej 101,
Tajpej

8 budowli, które dzięki swojej jakości i trwałości są w stanie wytrzymać więcej niż tylko próbę czasu [18]:

fol. Sean Hsu, Adobe Stock

Ten 667-metrowy wieżowiec, niegdyś najwyższy budynek na świecie, znajduje się zaledwie 200 m od głównej linii uskoku tektonicznego na podatnym na tajfuny Tajwanie. Nagłym i gwałtownym ruchom ziemi ma przeciwdziałać prawie 700-tonowy amortyzator o średnicy 5,5 m, wsparty na cylindrach hydraulicznych, zamieszczony w górnej części konstrukcji.

ściela, zostanie on skazany na śmierć. Jeden z najstarszych dowodów na to, jak duże znaczenie przypisywano jakości już w czasach starożytnych, jest związany ze znaleziskiem odkrytym w grobowcu Rehmire w Tebach w Egipcie (1450 r. p.n.e.). Jedno z malowideł przedstawia postać Egipcjanina, który mierzy sznurkiem kamienny blok, chcąc dokładnie określić jego wymiary. Odkrycia archeologiczne dostarczyły również wielu danych na temat podejścia do jakości w starożytnej Grecji. Zanim opracowano tam nowe techniki cięcia, jako budulca używano głównie drewna i gliny. Wraz z rozwojem skomplikowanych technik cięcia kamienia architekci mogli zacząć używać m.in. wapienia i marmuru, które wcześniej były zbyt trudne w obróbce. Troska Greków o prostotę, proporcje, perspektywę i harmonię w tworzonych budynkach miała ogromny wpływ na architektów w świecie rzymskim i stanowi podstawę dla klasycznych stylów architektonicznych, które zdominowały świat zachodni od renesansu po współczesność. Także Fenicjanie przykładali ogromne znaczenie do jakości. Do tego stopnia, że odcinali prawą rękę tym, którzy dostarczali niezadowolające produkty lub usługi [1].

Systemy wykorzystywane do zapewnienia i podnoszenia jakości przeszły w ciągu setek lat sporą ewolucję. W XX w. proste czynności kontrolne zostały zastąpione lub uzupełnione statystyką i kontrolą jakości. Koncepcja zapewnienia jakości stała się bardziej dopracowana i rozwinięta. W dzisiejszych czasach wielu firmom coraz bliższa jest filozofia zarządzania przez jakość (*Total Quality Management*), ukierunkowana m.in. na zapewnienie powtarzalności działań w celu zachowania odpowiedniej jakości produktów i usług.

Trwałość, użyteczność i piękno budowli

Tempo zmian cywilizacyjnych niesie ze sobą potrzebę zmian organizowania przestrzeni. W kontekście budynków zmiany te widać w upodobaniach estetycznych i funkcjonalnych, stosowanych nowoczesnych materiałów czy opracowywanych technologiach. Obok nowo budowanych obiektów nadal funkcjonują budynki wnoszone w poprzednich latach, a nawet wiekach. O ich trwałości, którą jest zdolność do spełniania wymagań użytkownika przez określony czas w warunkach oddziaływania określonych czynników, decyduje wiele kwestii, m.in. właściwości użytych materiałów, jakość projektu i wykonawstwa, a także sposób użytkowania i wpływ środowiska zewnętrznego.

Określenie przewidywanej trwałości obiektu można oprzeć na modelach probabilistycznych i deterministycznych, w których oceny bazują na wcześniejszych doświadczeniach, ocenach stopnia zużycia w krótszych okresach użytkowania i odniesienia ich do dłuższego okresu oraz z wykorzystaniem przyspieszonych testów wykonywanych w warunkach laboratoryjnych. Z uwagi na coraz lepsze parametry i rozwiązania konstrukcyjne stosowane obecnie w budownictwie można przyjmować korzystniejsze (dłuższe) okresy trwałości. Ta wiąże się nierozdzielnie z pojęciem niezawodności, np. w przypadku konstrukcji stalowych wykrycie ewentualnych nieprawidłowości – uszkodzeń, ubytków korozyjnych lub pogarszającego się stanu ochrony antykorozyjnej – odbywa się podczas przeprowadzanych okresowo kontroli obiektów budowlanych. Na ich podstawie możliwe jest zastosowanie odpowiednich środków zaradczych, napraw i remontów, które zapewnią trwałość konstrukcji i nie dopuszczą do ewentualnej awarii lub katastrofy.



2
Meksyk

**Torre Mayor,
Meksyk**

Gdy został ukończony w 2003 r., był najwyższym budynkiem w Ameryce Łacińskiej. Ten wysoki na ponad 230 m biurowiec może wytrzymać trzęsienie ziemi o sile 8,5 stopni w skali Richtera, co czyni go jednym z najbardziej odpornych na trzęsienia budynków na świecie. W rzeczywistości, kiedy w 2003 r. nastąpiło trzęsienie ziemi o sile 7,6 stopni, jego 96 amortyzatorów w kształcie rombu było tak skutecznych, że budynek nie tylko przetrwał nieuszkodzony, ale pracownicy wewnątrz nawet nie poczuli wstrząsów.

Wśród podstawowych pojęć związanych z zagadnieniem oceny stanu technicznego obiektów budowlanych znajdują się: zużycie obiektu, stopień zużycia, trwałość, dotychczasowy okres eksploatacji oraz gospodarka remontowa i remonty. Zużycie obiektu budowlanego określa się jako utratę wartości w stosunku do kosztu wzniesienia nowego obiektu i można je rozpatrywać jako zużycie techniczne (fizyczne), funkcjonalne (użytkowe) oraz środowiskowe. Pierwsze wynika z wieku obiektu budowlanego, trwałości zastosowanych materiałów, jakości wykonawstwa budowlanego, sposobu użytkowania i warunków eksploatacyjnych, wad projektowych oraz prowadzonej gospodarki remontowej. Zużycie techniczne jest też spowodowane wyeksploatowaniem poszczególnych elementów

obiektu budowlanego: konstrukcyjnych, wykończeniowych i instalacji. Oceniając zużycie techniczne, uwzględnia się takie czynniki wpływające bezpośrednio na stan poszczególnych elementów, jak ruchy gruntów i osiadanie, szkody górnicze, poziom wód gruntowych, wstrząsy i drgania, odkształcenia termiczne, agresywne działanie pyłów i związków chemicznych itp. Oblicza się je w stosunku do całkowitej wartości obiektu w stanie nowym, biorąc pod uwagę wiek obiektu budowlanego, trwałość zastosowanych materiałów, jakość wykonawstwa, sposób użytkowania i warunki eksploatacji, wady projektowe, a także sposób prowadzenia gospodarki remontowej. Stan techniczny obiektu można ocenić w sposób wizualny lub badawczy, zależnie od rodzaju i stanu całego obiektu, w tym jego poszczególnych elementów. Miarą zużycia technicznego obiektu budowlanego jest stopień zużycia, który stanowi podstawowy wskaźnik wartości rynkowej lub odtworzeniowej obiektu. Zużycie środowiskowe może wynikać np. z dokonanych lub planowanych zmian w otoczeniu nieruchomości, które spowodują uciążliwości w korzystaniu z nieruchomości, lub szkodliwego wpływu środowiska na trwałość obiektów budowlanych i jakość gruntu.

Czynniki środowiskowe wpływające na ocenę obiektu budowlanego można podzielić na:

- zewnętrzne, m.in. lokalizacja w bezpośrednim sąsiedztwie autostrad, dróg szybkiego ruchu oraz linii kolejowych i tramwajowych, kopalni, fabryk i dużych zakładów przemysłowych;
- losowe, np. trzęsienia ziemi, pożary, powodzie, lawiny;
- wewnętrzne, czynniki te są związane z danym obiektem budowlanym i jego funkcją, np. hałas, wibracje, zapachy.

Z kolei zużycie funkcjonalne wynika z porównań zastosowanych w danym przypadku projektowych rozwiązań użytkowych do tych aktualnie preferowanych (ocena nowoczesności). Przy ocenie zużycia funkcjonalnego uwzględnia się rozwiązania materiałowe, postęp technologiczny w budownictwie, rozwiązania architektoniczno-konstrukcyjne, standard i stosowane materiały wykończeniowe, komfort i funkcjonalność użytkową, a także zmianę norm i przepisów w zakresie możliwości dalszego użytkowania obiektu budowlanego. Obiekty specjalistyczne ocenia się również pod kątem możliwości dostosowania obiektu do innej funkcji oraz utrudnień, które uniemożliwiałyby zmianę funkcji obiektu i sposobu jego wykorzystania. Skutki zużycia funkcjonalnego można niwelować, wykonując prace modernizacyjne i wprowadzając zmiany, które dostosowują obiekt do współczesnych wymogów i standardów [2].

Projektowanie i budowa jako zintegrowany system

O jakości i trwałości obiektów budowlanych przesądza się w dużym stopniu już na etapie ich projektowania, które odbywa się na podstawie przepisów ujętych w normach i zaleceniach międzynarodowych. Niemniej podczas planowania obiektów ważne jest rozpoznanie ścisłego związku między projektowaniem a budową. Procesy te najlepiej postrzegać jako zintegrowany system. Ogólnie rzecz biorąc, projektowanie to proces tworzenia opisu nowego obiektu, zwykle reprezentowany przez szczegółowe plany i specyfikacje, a planowanie budowy to proces identyfikacji działań i zasobów wymaganych do urzeczywistnienia projektu. Dlatego budowa jest realizacją projektu wymyślonego przez architektów i inżynierów. Zarówno



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>



podczas projektowania, jak i budowy wiele zadań operacyjnych musi być wykonywanych z różnymi priorytetami i innymi zależnościami między poszczególnymi zadaniami.

Można wyróżnić kilka cech charakterystycznych dla planowania obiektów budowlanych, o których należy pamiętać nawet na bardzo wczesnym etapie cyklu życia projektu. Prawie każdy obiekt jest projektowany i budowany na zamówienie, a jego ukończenie często wymaga sporo czasu. Projekt obiektu i jego budowa muszą spełniać warunki specyficzne dla konkretnego miejsca, stąd na jego realizację mają wpływ warunki naturalne, społeczne i inne warunki lokalizacyjne, takie jak pogoda, podaż siły roboczej, lokalne przepisy budowlane itp. Ponieważ żywotność obiektu jest długa, przewidywanie przyszłych wymagań jest z natury trudne. I wreszcie, ze względu na

złożoność technologiczną i wymagania rynku zmiany planów projektowych podczas budowy nie są rzadkością.

W zintegrowanym systemie planowanie projektu i budowy może przebiegać niemal jednocześnie, biorąc pod uwagę różne alternatywne rozwiązania, które są pożądane z obu punktów widzenia. Ponadto przegląd projektów pod kątem ich wykonalności może być przeprowadzany w miarę postępu projektu od planowania do projektowania, np. jeśli kolejność montażu konstrukcji i obciążenia krytyczne na częściowo zmontowanej konstrukcji podczas budowy zostaną dokładnie rozważone jako część ogólnego projektu konstrukcyjnego, można przewidzieć wpływ projektu na szkielet konstrukcji i szczegóły montażu.

W każdym momencie cyklu życia obiektu – na etapie projektowania, budowy czy użytkowania – pieczę nad respektowaniem ustawy oraz norm technologicznych sprawuje Nadzór Budowlany. Zgodnie z art. 84 ust. 1 Prawa budowlanego, do jego obowiązków należą m.in. kontrola przestrzegania i stosowania przepisów Prawa budowlanego oraz kontrola działania organów administracji architektoniczno-budowlanej. Kolejnym podmiotem sprawującym kontrolę nad właściwym przebiegiem procesu budowlanego jest inżynier kontraktu. Pod tym pojęciem kryje się najczęściej grupa osób (przeważnie inżynierów) posiadających specjalistyczną wiedzę techniczną, a tym samym wymagane Prawem budowlanym uprawnienia. Podstawowym wymogiem, jaki stawia przed inżynierem kontraktu zamawiający (inwestor), jest obecność na terenie budowy i uczestniczenie we wszystkich istotnych dla realizacji inwestycji budowlanej wydarzeniach. Jego rola polega ogólnie na podejmowaniu decyzji we wszystkich sprawach związanych z jakością robót budowlanych, oceną jakości materiałów, oceną postępu prac i jakością postępu usług dotyczących projektu, a ponadto w sprawach związanych z interpretacją dokumentacji projektowej [3].



**One World Trade Center,
Nowy Jork**

**USA
3**

Najwyższy budynek na półkuli zachodniej, One WTC, o wysokości 541,3 m, musi oczywiście opierać się silnym wiatrom, ale tym, co było naprawdę trudne przy jego wznoszeniu, jest użycie betonu zbrojonego na szczycie pozbawionej okien betonowej podstawy, która została zaprojektowana tak, aby wytrzymać wybuchy i inne ataki z poziomu ziemi.

Skąd się biorą awarie i katastrofy budowlane?

Jak wynika z rejestru katastrof budowlanych prowadzonego przez Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, w latach 1995–2018 w Polsce wydarzyło się 7669 katastrof budowlanych. Wiele z nich było spowodowanych:

- niekontrolowaną destrukcją obiektów, wynikającą z niedocenienia zagrożenia obiektów i w związku z tym zaniechania kontroli ich stanu technicznego oraz zaniechania podejmowania czynności konserwacyjno-remontowych;
- przyspieszoną degradacją, wynikającą z nieuwzględnienia wszystkich czynników destrukcji lub nietrafnej oceny oddziaływań środowiskowych na obiekt już podczas projektowania.

Generalnie przyczyny powstawania zagrożeń, awarii i katastrof obiektów budowlanych zależą od dwóch czynników: losowych, niezależnych od uczestników procesów budowlanych, oraz zależnych od błędów przez nich popełnionych. Wśród najczęstszych przyczyn błędów projektowych zagrożeń, awarii i katastrof wymienia się złe założenia projektowe (20%), niedbałość projektantów, w tym pośpiech (15%), złe pojmowane założenia inwestycyjne i niedostateczny stan wiedzy (12%). Natomiast do najczęstszych przyczyn złego wykonawstwa należą: niedbałość wykonawców, pośpiech (25%), niedostateczny stan wiedzy oraz niedostateczne kwalifikacje i zła jakość elementów (każdy z tych czynników stanowi 15%). Błędy te wynikają często z przyczyn organizacyjno-finansowych w procesie inwestycyjnym. Podczas eksploatacji zagrożenia – awarie i katastrofy –

Źłe przyjmowane założenia inwestycyjne
13%

Błędy rachunkowe
13%

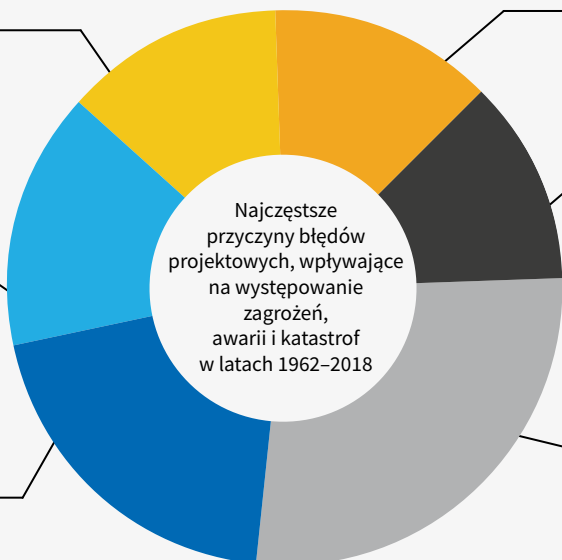
Niedbałość projektantów,
w tym pośpiech
15%

Niedostateczny stan wiedzy
12%

Złe założenia projektowe
20%

Inne
27%

Najczęstsze przyczyny błędów projektowych, wpływające na występowanie zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2018



Niedbałość wykonawców, pośpiech
25%

Niedostateczny stan wiedzy
15%

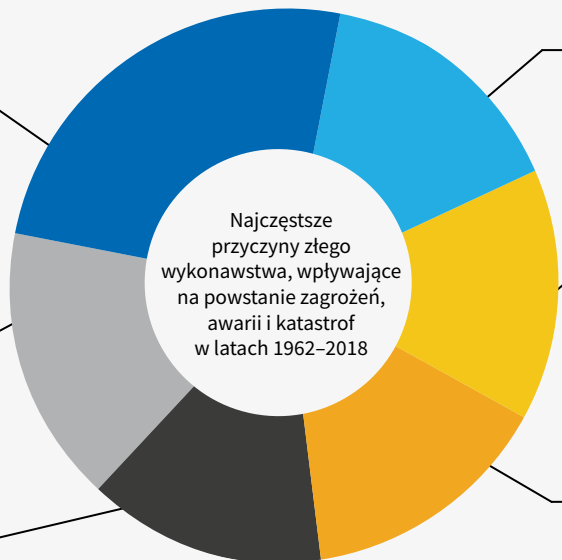
Inne
16%

Najczęstsze przyczyny złego wykonawstwa, wpływające na powstanie zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2018

Niedostateczne kwalifikacje
15%

Zła jakość połączeń
14%

Zła jakość elementów
15%



Inne
15%

Niedostateczny nadzór
20%

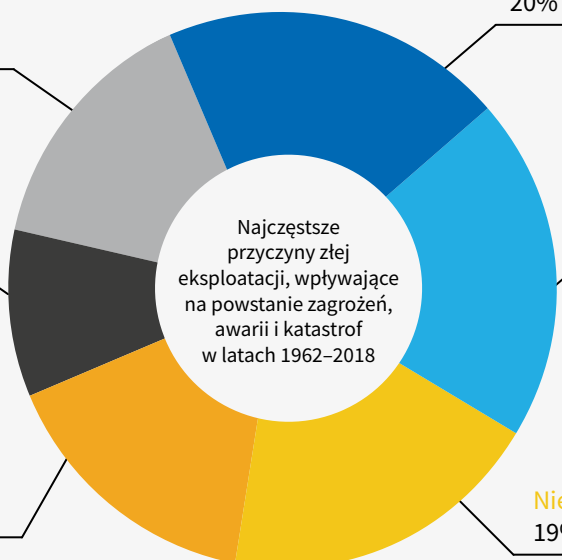
Nadmierne obciążenia
10%

Niedostateczny stan wiedzy użytkowników
20%

Obciążenia wyjątkowe
16%

Niedbałość użytkowników
19%

Najczęstsze przyczyny złej eksploatacji, wpływające na powstanie zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2018





4
Chiny

Budynek CCTV,
Pekin

Oprócz sił zewnętrznych – może wytrzymać trzęsienie ziemi do 8 stopni w skali Richtera – budynek CCTV musi radzić sobie z własnym ciężarem. Wspornikowy kształt wywiera ogromny nacisk na budynek spowodowany grawitacją i innymi siłami bocznymi. Zewnętrzny egzoszkielet rozprowadza te obciążenia na całej powierzchni budynku, aby utrzymać go w pozycji stojącej w prawie wszystkich przewidywalnych warunkach.

występowały najczęściej z powodu niedostatecznego nadzoru (20%), niedostatecznego stanu wiedzy użytkowników (20%) i ich niedbałości (19%).

Większość katastrof i awarii budowlanych jest efektem splotu przynajmniej kilku czynników inicjujących. Te z kolei często prowadzą do powstania kolejnych przyczyn lub mogą zwiększyć prawdopodobieństwo ich wystąpienia. W trakcie dochodzenia prowadzonego po katastrofie początkowo nierzadko wydaje się, że bezpośrednią przyczyną są kwestie techniczne. Tymczasem późniejsza dogłębna analiza wskazuje na problemy związane z systemem zarządzania czy organizacją procesów wykonania konstrukcji. Nie da się także pominąć czynnika ludzkiego – na jakość w budownictwie rzutuje zaangażowanie pracowników, ich dokładność, rzetelność i staranność [4].

Nowe oblicza starych budowli

Od kilkunastu lat w Polsce powstaje coraz więcej nowych obiektów. Wiele też istnieje od dawna. Te drugie ciągle się starzeją i będą wymagały napraw. Szczególnym przypadkiem tego typu budynków są zabytki, coraz częściej modernizowane i przekształcane w obiekty o zupełnie nowych funkcjonalnościach, np. mieszkania w obiektach historycznych są szansą na życie w wyjątkowym budynku i miejscu. We Wrocławiu pierw-

sze tego typu mieszkania urządzono przy ul. Inowrocławskiej w XIX-wiecznej destylarni braci Wolff. Kolejne apartamenty powstały w dawnej fabryce papieru, której historia sięga 1889 r.

Nie ma jednego prostego sposobu na ratowanie zabytków. Każdy obiekt jest inny, cechuje się inną konstrukcją, historią, stanem zachowania, wiekiem. Jest chroniony innymi przepisami prawnymi czy posiada inną strukturę właścicielską. Dlatego też każdy przypadek należy traktować indywidualnie. Warto poszukiwać nowych funkcji dla obiektów poprzemysłowych. Mogą one stanowić siedzibę dla kolejnych podmiotów gospodarczych czy inkubatorów przedsiębiorczości. Można je przekształcić w obiekty handlowe, oświatowe, sale koncertowe, muzea, mieszkania. Przy wyborze nowego przeznaczenia obiektu należy wziąć pod uwagę potrzeby mieszkańców oraz lokalnego rynku. Istotne jest także to, aby zabytkowe obiekty dzięki nowemu zagospodarowaniu były chronione przed zniszczeniem [5].

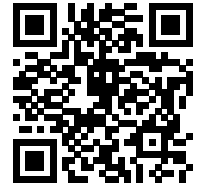
Podobnej troski wymaga coraz więcej obiektów inżynierskich. Choć nie są to obiekty zabytkowe, stan techniczny wielu z nich zagraża bezpieczeństwu. Jak ustaliła Najwyższa Izba Kontroli, wiele mostów w Polsce wymaga natychmiastowych remontów. Są one jednak odkładane w czasie ze względu na brak środków finansowych, przez co ich koszty rosną, bo niszczenie obiektów postępuje. Najnowsze wyniki badań, których

WYPRÓBUJ

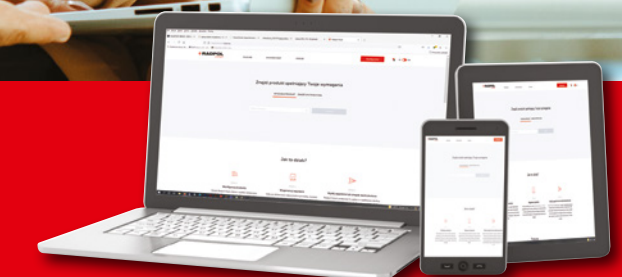
KONFIGURATOR PRODUKTÓW

RADPOL

✓ smart



Dzięki Radpol SMART,
łatwo i szybko dobierzesz produkty
do swoich potrzeb



<https://smart.radpol.eu>



Most Akashi Kaikyō, cieśnina Akashi



foto: Stéphane Bidoze, Adobe Stock

To najdłuższy most wiszący na świecie, co samo w sobie jest wyrazem buntu przeciwko grawitacji. Długość mostu wynosi 3911 m. Konstrukcja posiada trzy przęsła, z których najdłuższe, środkowe, ma długość 1991 m, a dwa pozostałe 960 m. To cudo inżynierii może również wytrzymać napór wiatru wiejącego z prędkością 286 km/h, a także trzęsienie ziemi o sile 8,5 stopnia w skali Richtera.

przedmiotem były mosty i przepusty w ciągu dróg publicznych w województwie łódzkim, także nie napawają optymizmem [6]. Spośród obiektów mostowych zarządzanych przez GDDKiA Oddział w Łodzi w stanie dobrym (odpowiednim i zadowalającym) znajdowało się blisko 79% mostów. W przypadku pozostałych zarządców z łącznej liczby 435 zarządzanych obiektów mostowych w złym stanie (niepokojącym, niedostatecznym lub przedawaryjnym) było aż 73,3% zasobu. Najgorszy stan obiektów mostowych odnotowano u zarządców dróg powiatowych. Spośród zarządzanych przez nich 148 obiektów mostowych aż 130 (87,8%) znajdowało w stanie wymagającym pilnego podjęcia działań w celu poprawy ich właściwości użytkowych i sprawności technicznej. Ponieważ większość skontrolowanych obiektów mostowych, zwłaszcza zarządzanych przez jednostki szczebla powiatowego, znajdowało się w stanie niepokojącym, niedostatecznym lub przedawaryjnym, NIK zawnioskowała do organów odpowiedzialnych za finansowanie zarządców dróg o zapewnienie środków finansowych na zadania związane z utrzymaniem obiektów mostowych i przepustów na poziomie adekwatnym do potrzeb w tym zakresie, z uwzględnieniem możliwości wykorzystania środków zewnętrznych, np. z rezerwy subwencji ogólnej czy Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg.

Rozwój w zakresie materiałów i technologii a jakość i trwałość w budownictwie

O jakości i trwałości obiektów budowlanych w dużej mierze decydują materiały budowlane. Niektóre, takie jak cement, beton, cegła, drewno, stal i szkło, stały się wszechobecne ze względu na ich wszechstronność, niski koszt i praktyczność.

W ciągu ostatnich 100 lat w szczególności beton w dużej mierze zastąpił wiele tradycyjnych materiałów, stając się najczęściej używanym materiałem budowlanym.

Ponieważ wszyscy pracujemy nad dekarbonizacją i poprawą energochłonności budynków o 30% do 2030 r., oczekuje się, że zakres inteligentnych miast wykroczy poza zielone budownictwo i obejmie zapotrzebowanie na nowe, zaawansowane materiały. Dlatego na całym świecie przeprowadza się masę badań, które pozwolą określić sposoby opracowywania innowacyjnych materiałów budowlanych oferujących większą trwałość i bezpieczeństwo niż materiały tradycyjne.

Dzięki opracowaniu nowych materiałów budowlanych prawie codziennie pojawiają się nowe sposoby budowania obiektów, które są mocniejsze, lepiej wytrzymują próbę czasu i przetrwają klęski żywiołowe. Tego rodzaju nowa generacja materiałów nosi nazwę AMB (*Advanced Building Materials*). Wykazują one wyjątkowe właściwości, powodując, że budynki i infrastruktura są inteligentniejsze, bardziej zrównoważone, energooszczędne i odporne. Te liczne i szeroko zakrojone rozwiązania obejmują innowacyjne alternatywy dla tradycyjnych materiałów budowlanych, a także ulepszone formy istniejących materiałów. Obecnie testowany jest kolejny rodzaj samonaprawiającego się betonu, dzięki któremu budynki i infrastruktura mogłyby być bardziej zrównoważone. Powstają nowe formy betonu (o niskiej zawartości węgla, z włóknami zmieniającymi jego wytrzymałość i trwałość lub z właściwościami oczyszczającymi powietrze), innowacyjne konstrukcje drewniane i szkło o podwyższonych właściwościach (szkło elektrochromowe, wbudowane szkło fotowoltaiczne), aż po zautomatyzowaną infrastrukturę. Ponadto

ochrona przed
katastrofą
postępującą

EPSTAL

stal zbrojeniowa o wysokiej ciągliwości

Badania naukowe potwierdzają:

Zastosowanie stali zbrojeniowej EPSTAL
o wysokiej ciągliwości i odporności na obciążenia dynamiczne
ma istotny wpływ na zwiększenie wartości rezerwy nośności
ograniczającej rozwój katastrofy postępującej
w stanie awaryjnym konstrukcji.



www.epstal.pl



Szklana wieża Shanghai Tower ma 127 nadziemnych i pięć podziemnych pięter. Ponad poziom gruntu wznosi się na wysokość 632 m, co czyni ją najwyższym budynkiem w Chinach. Ostatnie piętro znajduje się na wysokości 587,4 m. Konstrukcja jest odporna na obciążenie wiatrem o sile tajfunu.

można zauważyć intensyfikację badań nad nanotechnologiami w celu poprawy właściwości i funkcji materiałów, biotechnologii i materiałów inspirowanych biologią, które dążą do odtworzenia systemów naturalnych. W laboratoriach trwają prace nad farbami odbijającymi ciepło, pozwalającymi zmniejszyć zapotrzebowanie budynków na ogrzewanie i chłodzenie. W Japonii opracowano nowy materiał o nazwie CABKOMA Strand Rod, który służy jako wzmocnienie sejsmiczne. Wykonany z termoplastycznego kompozytu z włókna węglowego jest najlżejszym dostępnym obecnie materiałem mającym takie właściwości.

ABM, podobnie jak inżynieria cyfrowa jako całość, stanowią krok w kierunku włączenia najnowocześniejszych i ekonomicznie opłacalnych, zrównoważonych rozwiązań w celu zwiększenia rentowności, jakości i trwałości, skrócenia czasu budowy i ogólnie korzystnego wpływu na środowisko. Ponieważ branża dąży do przyjęcia bardziej zrównoważonego i całościowego podejścia do infrastruktury i ogólnie zabudowy, ABM stają się kluczowym obszarem zainteresowania i nabierają coraz większego znaczenia.

Rozwój ABM można postrzegać jako rozszerzenie cyfrowej transformacji sektora AEC, czyli projektantów, inżynierów i wykonawców (*Architecture, Engineering & Construction*). Z tego powodu napotyka na różne przeszkody. Branża budowlana często niechętnie inwestuje w technologie lub zasoby, które od razu nie odnoszą sukcesów. Dotyczy to w szczególności sektora małych i średnich przedsiębiorstw, które są bardziej ograniczone pod względem finansów i zasobów [7].

Jednak to właśnie zaawansowane materiały budowlane mogą prowadzić do niższych kosztów w cyklu życia, pomimo początkowych wysokich kosztów wdrożenia. Wsparte specjalistyczną wie-

dzą naukową materiały te mogą wyeliminować potrzebę naprawy, przywracania lub całkowitej wymiany zbudowanych konstrukcji przez stosunkowo długi czas. Co więcej, polityka rządów i specyfikacje zielonych budynków, mające na celu ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, zwiększenie udziału energii odnawialnej i efektywności energetycznej, mogą sprawić, że AMB staną się standardem, podobnie jak zgodność z BIM.

Tym bardziej, że kiedy pęka beton, oznacza to dużo większy problem niż powstanie rysy. Estetyka to jedno, ale w końcu woda znajdzie drogę do pęknięcia i zacznie penetrować głębsze warstwy. W środowisku, w którym panują znaczne różnice temperatur i przejścia przez zero, problem ten potęguje działanie zamrażania i rozmrażania. Ale co by było, gdyby beton mógł sam się naprawić? A może asfalt, a nawet metal? Świat mógłby zaoszczędzić niezliczone kwoty na samych kosztach renowacji i napraw, nie wspominając o zmniejszeniu szkodliwego wpływu na środowisko.

Wraz z postępem badań i rozwojem materiałoznawstwa pojawiają się nowe sposoby konstruowania budynków. Niektóre nieuchronnie będą miały wąskie możliwości wdrożenia na szerszą skalę, inne jednak mogą okazać się warte zastosowania. Pewne jest to, że budynki i obiekty następnej dekady będą mocniejsze, bardziej przyjazne dla środowiska i bardziej ekonomiczne niż te, które powstały jeszcze 10 lat temu [7].

Oprócz materiałów także technologia poprawiła na kilka sposobów jakość i żywotność współczesnych konstrukcji. Inżynierowie używają zaawansowanych narzędzi i sprzętu do budowy konstrukcji, które mogą wytrzymać atak huraganów i niszczycielskie powodzie. Mają dostęp do zaawansowanych technologicznie materiałów budowlanych i technik, z których większość jeszcze kilkadziesiąt lat temu pozostawała w sferze marzeń.

W przeszłości wszystkie pomiary musiały być wykonywane ręcznie, podobnie jak projekty i plany. Dzięki takim elementom, jak GPS, laserowy sprzęt pomiarowy czy systemy sterowania maszynami, cała ta praca, fizycznie wykonywana przez człowieka, należy już do przeszłości. Dzisiejszy sprzęt nie tylko oszczędza czas i ułatwia pracę, ale zapewnia również znacznie większą dokładność.

Korzystanie z zaawansowanych technologicznie narzędzi gwarantuje większą precyzję m.in. przy budowie fundamentów. Ten sprzęt pomaga wyeliminować ludzkie błędy i oszczędza konstruktorom dużo czasu, zasobów, frustracji i pieniędzy. Zapewniając większą dokładność, nowoczesny sprzęt budowlany umożliwia wykonanie konstrukcji o wyższej jakości.

Z kolei nowoczesne oprogramowanie do zarządzania budową ułatwia konstruktorom dotrzymywanie harmonogramów i zwiększanie produktywności. Programy te pozwalają również monitorować postępy i informować o nich wszystkich zainteresowanych w czasie rzeczywistym. Oprogramowanie do zarządzania informacją o budynku (BIM) zawiera wiele standardowych narzędzi do zarządzania budową i łączy je z możliwością tworzenia trójwymiarowego planu budynku, który można dodatkowo połączyć z kompleksowym harmonogramem. Takie programy torują drogę do prefabrykacji i umożliwiają budowniczym i planistom wcześniejsze wykrywanie potencjalnych problemów. Kiedy oprogramowanie zapewnia firmom wydajniejszą pracę i uniknięcie typowych problemów, można budować struktury o wyższej jakości.

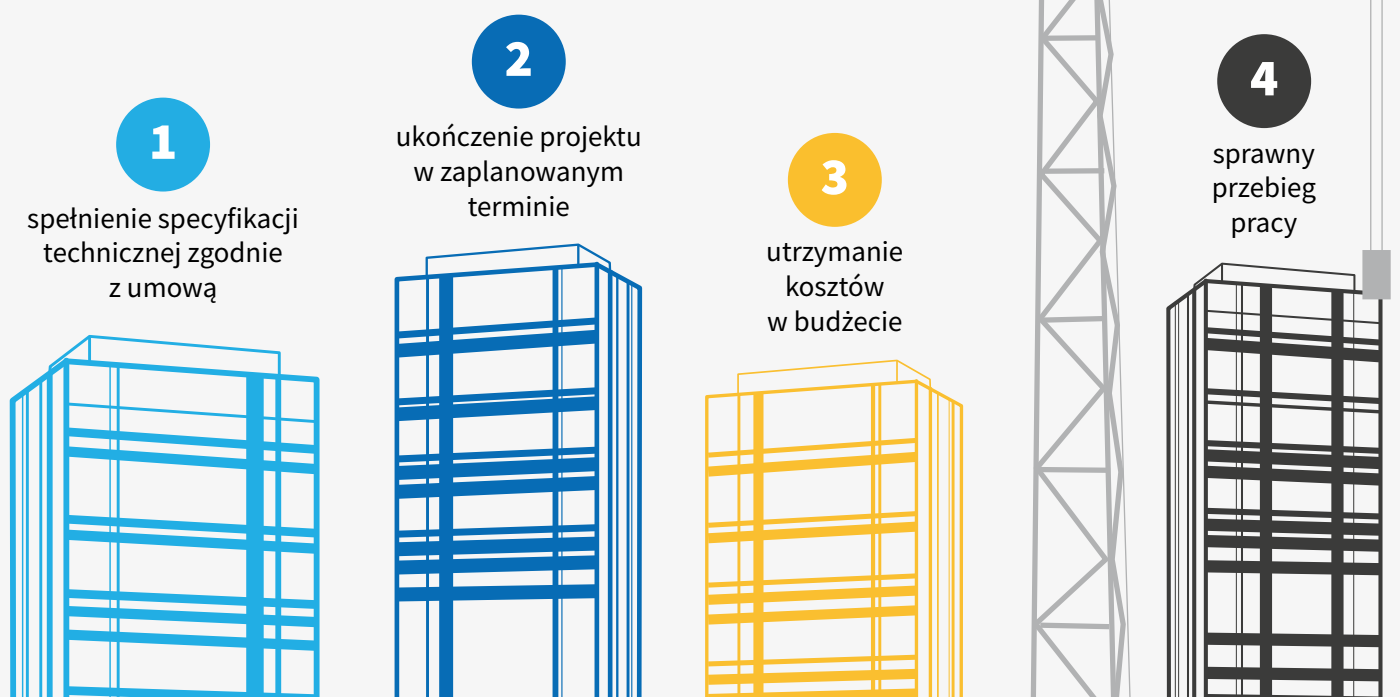
Kolejna rzecz to drony. To one dają geodetom sposobność wytyczenia określonego obszaru, nawet jeśli ludzie i ciężkie maszyny nie mają do niego dostępu. Można ich używać do tworzenia szczegółowych planów i monitorowania postępów

w czasie rzeczywistym. Ponieważ drony pozwalają pracownikom uzyskać widok z lotu ptaka na prace prowadzone na ziemi, można ich używać do wykrywania potencjalnych problemów i szukania odchyłeń od planów. Umożliwia to ekipom budowlanym wykrywanie i korygowanie problemów, które mogłyby w konsekwencji prowadzić do poważnych problemów [8].

Jakość ma znaczenie

Świat zmienia się w wielu aspektach na lepsze, w innych niekoniecznie. Zmiany klimatu powodują coraz większą liczbę klęsk żywiołowych, w tym huragany, tornada, powodzie, trzęsienia ziemi itp. W odpowiedzi budowniczowie i architekci opracowują sposoby wykorzystania technologii do budowy obiektów, które są bardziej odporne na tego rodzaju zdarzenia. Do takich wynalazków należą wszystkie produkty i technologie zwiększające ich żywotność, jak np. chemia budowlana czy domieszki, dzięki którym właściwości betonu są stale modyfikowane i ulepszane, co stwarza coraz większe możliwości w zakresie projektowania architektonicznego i konstrukcyjnego. Przykładowo, domieszki uszczelniające znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie projektowane są betony wodoszczelne i narażone na agresję chemiczną. Dodatek mieszanki uszczelniającej pozwala na zmniejszenie absorpcji kapilarnej stwardniałego betonu. Wpływa na poprawę wodoszczelności i zmniejszenie nasiąkliwości, a w szczególności zwiększenie trwałości betonu [9]. Również kompozyty powstały w odpowiedzi na nasilające się zapotrzebowanie na materiały doskonalsze od dotychczas stosowanych, a jednocześnie takie, których właściwości można swobodnie kształtować. Najczęściej celem wytworzenia kompozytu jest podwyższenie właściwości

Czynniki, które odzwierciedlają jakość firm budowlanych [19]:



mechanicznych materiału – sztywności, wytrzymałości, odporności na pękanie i ścieranie. Przykładem mogą być pręty kompozytowe do zbrojenia elementów betonowych. Mają one nie tylko bardzo wysoką wytrzymałość, ale dzięki stosowaniu różnych rodzajów włókien i żywic mogą mieć różne właściwości, co pozwala dostosować je do konkretnych potrzeb. Dlatego są wykorzystywane w coraz szerszym zakresie w wielu dziedzinach budownictwa – mostowym, drogowym, a także kubaturowym, zwłaszcza przemysłowym [10]. Od początku lat 90. XX w. do wzmacniania konstrukcji, najczęściej żelbetowych i sprężonych, ale także murowych i drewnianych, stosuje się materiały kompozytowe FRP. Kompozyty FRP jako alternatywa dla konwencjonalnych materiałów budowlanych oferują budownictwu mostowemu przede wszystkim dużą wytrzymałość, wysoką trwałość, lekkość oraz związaną z tym łatwość i szybkość montażu dużych elementów. W Polsce pierwszym pełnogabarytowym obiektem mostowym wykonanym z kompozytów FRP jest przeprawa mostowa w Błazowej, oddana do użytku w lutym 2016 r.

Dzięki osiągnięciom technologii mogą powstawać bezpieczne, wysokiej jakości obiekty o rekordowych gabarytach w zakresie wysokości, rozpiętości, głębokości itd., by wymienić

coraz wyższe wieżowce, coraz głębsze i dłuższe tunele czy mosty o coraz większych rozpiętościach.

Także współczesna geoinżynieria oferuje wiele sposobów na to, aby realizować inwestycje budowlane w miejscach, gdzie kiedyś byłoby to niemożliwe. Wybór metody ulepszenia słabego podłoża zależy od rodzaju i stanu gruntów tworzących podłoże, warunków wodnych w podłożu oraz rodzaju konstrukcji, która ma zostać posadowiona. Niektóre metody wzmacniania gruntu są szczególnie odpowiednie do odbudowy starych fundamentów lub odbudowy tych, które nie pracują we właściwy sposób. Podłoże jest niezwykle istotne także z punktu widzenia posadowienia dróg i ich późniejszej trwałości. Szeroko stosowanym sposobem zwiększenia tempa prac jest stabilizacja, skracająca proces wykonania konstrukcji przez wyeliminowanie potrzeby wymiany gruntu. Jest możliwa do wykonania nawet w przypadku występowania materiału spoistego, wysadzinowego. W momencie gdy dodatkowo grunt wysadzinowy jest przewilgocony, optymalnym rozwiązaniem jest często stabilizacja wapnem. Do wzmacniania słabego podłoża budowli ziemnych wykorzystywane są także geosyntetyki, m.in. geotkaniny, geowłókniny, georuszty, geosiatki oraz geokraty, które przejmują obciążenia od ruchu pojazdów oraz ciężaru gruntu nasypowego [11].



Wraz z zapórą Hartelkering oraz linią wałów przeciwpowodziowych jest częścią systemu przeciwpowodziowego Europoortkering i chroni pobliski Rotterdam przed nadciągającym atakiem żywiołu. Zapórę stanowią dwie, wysokie na 22 m, ruchome stalowe bariery o ramionach długości 237 m każda, osadzone w suchych dokach po obu brzegach kanału, który w tym miejscu ma 360 m szerokości. Podczas zamykania doki są wypełniane wodą, po czym bariery przesuwają się w stronę środka kanału aż do momentu złączenia.

blutop

REWOLUCYJNY SYSTEM Z **ŻELIWA SFEROIDALNEGO!** RURY TAK **LEKKIE**, ŻE MOŻNA JE PRZENOSIĆ RĘCZNIE, A TAK **WYTRZYMAŁE**, ŻE MOGĄ PRACOWAĆ POD CIŚNIENIEM 25 BARÓW. **SZYBKI I ŁATWY MONTAŻ** W KAŻDYCH WARUNKACH.

OfertyPAM@Saint-Gobain.com



www.sgpm.pl



Międzynarodowy Port Lotniczy Kansai, zatoka Osaka



Pomijając tajfuny, trzęsienia ziemi i fale sztormowe, największym zagrożeniem dla tego ogromnego kompleksu, znajdującego się na sztucznej wyspie w zatoce Osaka, jest grawitacja. Aby zapobiec nierównemu zatonięciu, które mogłoby zniszczyć budynki, betonowy fundament został położony bezpośrednio na dnie morskim, a system podnośników instaluje żelazne płyty w odpowiednim miejscu i czasie, aby utrzymać poziom.

Kolejnym problemem natury geotechnicznej, z jakim musi się często mierzyć budownictwo infrastrukturalne, jest konieczność zachowania stateczności skarp i zboczy w budowlach komunikacyjnych. Wybór optymalnego systemu ich stabilizacji powinien uwzględniać czynniki o charakterze technicznym, ekonomicznym, socjologicznym oraz prawnym. Kwestia jest o tyle skomplikowana, że zabezpieczanie osuwisk różni się od innych działań technicznych czy budowlanych. Niepowtarzalność każdej sytuacji wymaga indywidualnego postępowania. Dzięki wieloletnim pracom projektowym i badawczym oraz coraz większemu doświadczeniu w praktyce inżynierskiej aktualny stan wiedzy pozwala na stosowanie wielu nowoczesnych rozwiązań na wszystkich etapach inwestycji drogowej – od przewidywania kształtów skarp, przez ich optymalne projektowanie, prognozowanie zachowania się, po ocenę stateczności tych już istniejących. Bez względu na metodę przyjętą do stabilizacji wszystkie materiały użyte w projekcie muszą spełniać wymagania zawarte w normach, rekomendacjach i wytycznych projektowych [12].

Obecnie, mimo realizowania inwestycji drogowych zgodnie ze sztuką budowlaną, zarówno drogi betonowe, jak i asfaltowe są narażone na coraz większe obciążenie od pojazdów. Jak wynika z raportu NIK-u, pojazdy przeciążone poruszające się po drogach stanowią od 14 do 23% pojazdów ogółem (w zależności od drogi) [13]. Jednocześnie przeładowane pojazdy ciężarowe powodują od 35 do 70% szkód konstrukcji nawierzchni dróg. W efekcie osłabieniu ulega struktura nawierzchni. Powstają także ubytki, wyboje oraz koleiny. Wieloletnie doświadczenia płynące z eksploatacji dróg z betonu wskazują, że na głów-

nych ciągach transportowych wśród nawierzchni betonowych najskuteczniejsze są nawierzchnie niezbrojone, dyblowane i z kotwami, nawierzchnie zbrojone o zbrojeniu ciągłym oraz nawierzchnie złożone (mieszane). Producenci materiałów stosowanych do budowy dróg nie ustają w staraniach mających na celu poprawę ich parametrów. Stale prowadzone badania w zakresie wielokryterialnej optymalizacji materiałowo-technologicznej, ekologicznej i ekonomicznej stosowania betonu pozwalają mieć nadzieję, że katalog możliwości tego materiału nie został jeszcze wyczerpany, a co za tym idzie – ewoluowały będą także nawierzchnie betonowe, oferując jeszcze większą jakość i trwałość [14]. Ten sam cel przyświeca budowie nawierzchni asfaltowych. Rozwijana od lat technologia nastawiona jest na coraz lepszą jakość i trwałość nawierzchni, powodując poprawę jej odporności na deformację, wzrost nośności dróg i bezpieczeństwa ich użytkowania. Jeszcze do niedawna typową nawierzchnię asfaltową projektowano na 20 lat użytkowania, uwzględniając jedynie powierzchniowe naprawy. Mając na uwadze dobro użytkowników dróg, ale także kwestie finansowe, dąży się do zmniejszenia częstotliwości i uciążliwości napraw oraz remontów [15]. Tym bardziej że przy okazji degradacji dróg niszczone jest także infrastruktura podziemna: sieć wodociągowo-kanalizacyjna, elektryczna, światłowodowa, a także inne obiekty towarzyszące. Z kolei remonty uszkodzonych nawierzchni dróg są pracochłonne i bardzo kosztowne. Niemniej także i w tym obszarze można mówić o nowej jakości, a to m.in. za sprawą technologii bezwykopowych, które pozwalają wykonywać niezbędne prace w sposób znacznie mniej uciążliwy niż w przypadku klasycznych

metod. Dzięki nim możliwe stały się bezproblemowe naprawy i renowacje pod budynkami czy drogami nawet w centrach miast. Do bezwypadkowych technologii renowacji przewodów kanalizacyjnych najczęściej stosowanych w Polsce należą m.in. technologie z użyciem wykładzin z rur ciągłych i segmentowych, wykładziną z rur ściśle pasowanych oraz wykładziną w postaci rur utwardzanych na miejscu (CIPP) [16].

Jakość potwierdzona certyfikatem

Rozwój budownictwa i inżynierii materiałowej wymaga wprowadzania nowych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych służących zwiększeniu trwałości i niezawodności obiektów budowlanych. Zanim jednak staną się powszechnie używane, muszą przejść przez procesy certyfikacji i badań. Takie działania przynoszą korzyści wszystkim zaangażowanym stronom. Wzmacniają markę wykonawcy i jakość świadczonych usług. Posiadanie certyfikatów budowlanych poświadczają wysoki poziom profesjonalizmu i umiejętności w procesie budowlanym. Można w tym miejscu przytoczyć wypowiedź Pankaja Patela, indyjskiego miliardera: „To suma części składa się na całość, więc doskonałość bierze się z tego, jak się podejmujemy czegoś zrobić”. W Polsce w kwestii kontroli wyrobów budowlanych duże kompetencje ma Główny Urząd Nadzoru Budowlanego. Jego rolą jest m.in. sprawdzanie u producenta i w hurtowniach budowlanych, czy dany wyrób odpowiada temu, co deklaruje producent i czy został prawidłowo wprowadzony do obrotu. Jednak nawet jeśli na rynku będą dostępne najlepsze, certyfikowane produkty, inwestycja budowlana, aby jej efektem stała się trwała budowla, wymaga podejścia stawiającego jakość jako główny priorytet. Taką postawę powinni prezentować wszyscy uczestnicy projektu, począwszy od inwestora, przez projektanta, wykonawcę i wreszcie zarządcę obiektu. Dopiero ich wspólne zaangażowanie przełoży się na oczekiwane rezultaty. W Polsce działa wiele podmiotów, których działalność ma na celu realizowanie coraz doskonalszych inwestycji budowlanych pod kątem ich trwałości i jakości. Takie podmioty, jak Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Ogólnopolska Izba Gospodarcza Drogownictwa, Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych czy Instytut Techniki Budowlanej, wspierają rozwój budownictwa w kraju. W trosce o coraz wyższą jakość kolejne firmy i instytucje podejmują różnego rodzaju inicjatywy propagujące budownictwo oparte na solidnych podstawach i promujące te podmioty, których działalność pozytywnie wyróżnia je na rynku. Przykładem takiej inicjatywy jest np. kampania Stowarzyszenia Producentów Cementu. Przyznawany producentom znak Pewny Cement ma pomóc użytkownikom cementu workowanego odróżnić sprawdzone cementy od oferowanych na rynku cementów o niskiej jakości, których stosowanie może skutkować licznymi negatywnymi konsekwencjami. Stowarzyszenie Producentów Betonu Towarowego w Polsce od kilkunastu lat promuje w Polsce dobre praktyki w produkcji betonu towarowego, wyróżniając wytwórnie dbające o jakość oferowanych produktów, środowisko naturalne, a także bezpieczeństwo pracy.

Wyzwanie na przyszłość – dążyć do doskonałości

Stawianie na jakość przynosi organizacjom i firmom budowlanym sporo korzyści. Inicjatywy podejmowane w celu poprawy

jakości usprawniają sposób realizacji procesów, zmniejszając czas i koszty. Dzięki temu firmy oferują klientom rozwiązania tańsze, w krótszym czasie oraz spełniające wymagania określone w specyfikacji. Daje to przewagę konkurencyjną i zapewnia większy zysk.

Jakość można wykorzystać także do znalezienia lepszych sposobów zaspokojenia potrzeb klienta. Przykładami spoza branży są producenci samochodów i dostawcy telefonii komórkowej, którzy zawsze dążą do ulepszenia swojej oferty dla klienta, aby zwiększyć przewagę konkurencyjną. Ta sama zasada dotyczy firm działających na rynku budowlanym.

Jakość może poprawić reputację organizacji. Może pomóc stworzyć markę, którą klienci kojarzą z solidnością i trwałością. Każdy musi przyznać, że istnieją pewne marki narzędzi, które fachowcy budowlani automatycznie kojarzą z wyższą jakością. Produkty i usługi marek postrzeganych jako te, które oferują lepszą jakość, są nie tylko pożądane, ale klient często jest skłonny zapłacić za nie więcej. Praca dla organizacji, która ceni kulturę jakości, zwiększa satysfakcję pracowników, co z kolei może pomóc zmniejszyć rotację personelu i zwiększyć produktywność [17].

Nastawienie na jakość to podejście oparte na współpracy z odpowiednimi osobami (pracownikami i klientami), wykonawcami, projektantami, dostawcami i wszystkimi stronami zaangażowanymi w proces budowlany w celu osiągnięcia jak najlepszych rezultatów. Jedną z kluczowych zalet kultury jakości jest to, że firma, która ją posiada, zawsze będzie dążyć do stawiania się jeszcze lepszą. Przewaga konkurencyjna będzie trwała tak długo, jak długo podobne firmy i organizacje nie skopiują (lub nawet ulepszą) wdrażanych pomysłów. Dlatego podmioty, które chcą utrzymać pozycję na rynku, muszą nieustannie się zmieniać, dostosowywać i doskonalić.

Literatura

- [1] Giusca R., Corobceanu V., Nenov M.C.: *Study on the Concept of Quality in Construction Works* (online). „Journal of Applied Sciences” 2009, Vol. 9, pp. 2778–2785. Dostępny w Internecie: <https://scialert.net/fulltext/?doi=jas.2009.2778.2785> (dostęp 18 sierpnia 2021).
- [2] *Określanie zużycia obiektów budowlanych* (online). Bondi Beata Szykulska. Dostępny w Internecie: <http://bondi.com.pl/portfolio/okreslanie-zuzycia-obiektow-budowlanych/> (dostęp 110 sierpnia 2021).
- [3] *The Design and Construction Process* (online). Dostępny w Internecie: https://www.cmu.edu/cee/projects/PMbook/03_The_Design_And_Construction_Process.html (dostęp 12 sierpnia 2021).
- [4] Runkiewicz L.: *Przyczyny powstawania zagrożeń, awarii i katastrof obiektów budowlanych*. „Przegląd Budowlany” 2020, nr 5, s. 15–19.
- [5] *Adaptacja obiektów zabytkowych do współczesnych funkcji użytkowych*. Red. B. Szymgin. Warszawa–Lublin 2009.
- [6] *Informacja o wynikach kontroli. Utrzymanie obiektów mostowych i przepustów w ciągu dróg publicznych w województwie łódzkim* (online). NIK, 11 marca 2020. Dostępny w Internecie: <https://www.nik.gov.pl/plik/id.23807.vp.26545.pdf> (dostęp 10 sierpnia 2021).
- [7] *Why we should be paying more attention to Advanced Building Materials* (online). Asite, 16 lipca 2021. Dostępny w Internecie:

- <https://www.asite.com/blogs/why-we-should-be-paying-more-attention-to-advanced-building-materials> (dostęp 16 sierpnia 2021).
- [8] *10 Construction Technologies & Trends Shaping the Industry* (online). Rhumbix, Jul 26, 2021. Dostępny w Internecie: <https://www.rhumbix.com/10-new-construction-technology-trends-to-watch/> (dostęp 16 sierpnia 2021).
- [9] Szruba M.: *Domieszki i dodatki do betonów*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2017, nr 2, s. 46–50.
- [10] Rduch A., Rduch Ł.: *Właściwości i zastosowanie kompozytowych prętów zbrojeniowych*. „Przegląd Budowlany” 2017, nr 11, s. 43–46.
- [11] Pisarczyk S.: *Geoinżynieria. Metody modyfikacji podłoża gruntowego*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2014.
- [12] Szruba M.: *Stabilizacja skarp i zboczy*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2018, nr 6, s. 54–61.
- [13] *Informacja o wynikach kontroli. Ruch pojazdów przeciążonych na obszarach zurbanizowanych* (online). NIK, 16 listopada 2020. Dostępny w Internecie: <https://www.nik.gov.pl/plik/id,23352.vp,26070.pdf> (dostęp 9 sierpnia 2021).
- [14] Szruba M.: *Nawierzchnie betonowe a zrównoważone budownictwo*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2020, nr 3, s. 76–81.
- [15] Szruba M.: *Nawierzchnie asfaltowe na drodze nieustannego rozwoju*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2020, nr 3, s. 68–73.
- [16] Szruba M.: *Nowoczesne technologie bezwykopowe*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2020, nr 2, s. 18–24.
- [17] *Why is quality important in construction projects?* (online). Thomson Gray, Feb 6, 2020. Dostępny w Internecie: <https://www.thomsongray.com/why-is-quality-important-in-construction-projects/> (dostęp 18 sierpnia 2021).
- [18] Evans J.: *The World's 10 Toughest Buildings* (online). „Popular Mechanics” 2015 (October). Dostępny w Internecie: <https://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/g2237/worlds-10-toughest-buildings/?slide=10> (dostęp 20 sierpnia 2021).
- [19] *What factors determine the quality in construction projects* (online). Dostępny w Internecie: <https://www.workpack.in/2018/07/19/what-factors-reflect-the-quality-in-construction-projects/> (dostęp 20 sierpnia 2021).
- [20] Wiśniewska M.Z., Grudowski P.: *Zarządzanie jakością i innowacyjność w świetle doświadczeń organizacji Pomorza*. Gdańsk 2014 (online). Dostępny w Internecie: <https://wzr.ug.edu.pl/nauka/upload/files/Zarz%C4%85dzanie%20jako%C5%9Bci%C4%85%20i%20innowacyjno%C5%9B%C4%87%20w%20%C5%9Bwietle%20do%C5%9B-wiadcze%C5%84%20organizacji%20pomorza.pdf> (dostęp 17 sierpnia 2021).



O jakości i trwałości inwestycji budowlanej decydują finalnie różne aspekty. Które z nich są kluczowe?



DOROTA CABAŃSKA,
p.o. głównego inspektora nadzoru
budowlanego

Trwający od półtora roku stan zagrożenia epidemicznego i będące jego następstwem ograniczenia odbiły się negatywnie na funkcjonowaniu wielu dziedzin gospodarki. Jedną z niewielu branż, która nie tylko nie poniosła strat w tym czasie,

ale wręcz się rozwijała i nadal rozwija, jest budownictwo. Zarówno publiczne inwestycje infrastrukturalne, jak i dynamika budownictwa mieszkaniowego sprawiły, że przedsiębiorstwa budowlane nie mogą narzekać na brak pracy. Przy budowie należy jednak pamiętać o zachowywaniu odpowiedniej jakości i trwałości powstających obiektów, na co wpływ ma wiele czynników. Na pewno warto zacząć od dobrego projektu budowlanego. I to nie tylko projektu architektoniczno-budowlanego niezbędnego dla uzyskania pozwolenia na budowę, lecz również projektu technicznego. Ten drugi nie wymaga zatwierdzenia przez administrację państwową, ale im będzie wyższej jakości i bardziej szczegółowy, tym pewniejsza jest prawidłowa realizacja przedsięwzięcia.

Bardzo ważne jest, aby pamiętać, że nie należy odstępować od ustaleń projektu budowlanego, nawet gdy prawo na to pozwala. Zastępowanie przemyślanych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych projektanta pomysłami oszczędnego inwestora zwykle nie służy jakości inwestycji.

Oczywiście kluczowe jest to, z czego budujemy, ponieważ dla jakości i trwałości obiektu budowlanego znaczenie mają przewidziane przez projektanta rozwiązania materiałowe i odpowiadające im wyroby budowlane. Wybierając materiały budowlane, warto zwrócić uwagę na deklarowane przez producenta właściwości użytkowe odnoszące się właśnie do trwałości. Informacji w tym zakresie należy szukać w deklaracji właściwości użytkowych (dla wyrobów oznakowanych CE) lub krajowej deklaracji właściwości użytkowych (dla wyrobów oznakowanych znakiem budowlanym). Kopia takiego dokumentu jest obowiązkowo przekazywana wraz z każdym udostępnianym na rynku wyrobem. W przypadku jej braku należy zwrócić się do sprzedawcy lub producenta wyrobu o jej dostarczenie. Odpowiednia jakość zastosowanych w obiekcie budowlanym wyrobów będzie wpływać na bezpieczeństwo i komfort jego użytkowania oraz zapewni spokój na lata.



DESKOWANIA

NOE[®] top

Wielkowymiarowe deskowanie ścian ze zintegrowanymi pasami



ponadto w ofercie firmy NOE:

- pełen zakres systemów deskowań
- akcesoria do betonowania
- kompleksowa obsługa techniczna

fot. Budowa Południowej Obwodnicy Krakowa - wiadukt WS-08

www.noe.pl

Oddział Mazowsze

ul. Jeziorki 84 02-863 Warszawa
T +48 22 853 00 91
warszawa@noe.pl

Oddział Pomorze

ul. Grunwaldzka 35 84-230 Rumia
T +48 697 068 080
pomorze@noe.pl

Oddział Śląsk

ul. Ostatnia 3 41-909 Bytom
T +48 32 389 20 61
slask@noe.pl

O jakości i trwałości inwestycji budowlanej decydują finalnie różne aspekty. Które z nich są kluczowe?



dr hab. inż. JANUSZ RYMSZA, prof. IBDiM,
zastępca dyrektora,
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

Ze względu na zmiany klimatyczne należy dążyć do prowadzenia gospodarki o obiegu zamkniętym. Można przyjąć, że taka gospodarka – jeżeli powstanie – będzie miała neutralny, praktycznie nieznaczący wpływ na środowisko. Temu celowi powinny być podporządkowane wszystkie sektory gospodarki, w tym budownictwo, a w nim budownictwo infrastrukturalne. Trwałość obecnie budowanych obiektów infrastruktury to jedno z podstawowych wymagań określających jakość, które ma decydujący wpływ na powstanie gospodarki o obiegu zamkniętym. Aby budownictwo miało jak najmniejszy wpływ na środowisko, można by zastosować dwa skrajne podejścia. Pierwsze to budowanie trwałych obiektów mostowych (np. na 100 lat) oraz dróg o trwałej nawierzchni (np. na 50 lat), tak jak dotychczas stosując wyroby budowlane na bazie naturalnych surowców nieodnawialnych, np. bazaltu czy granitu, nie wprowadzając żadnych ograniczeń dotyczących energii, emisji gazów cieplarniaki, wody, odpadów czy hałasu. I drugie podejście, które zalecam, to budowanie obiektów o ograniczonej trwałości, np. przęsła obiektów

mostowych na 30 lat, a nawierzchnie drogowe na 15 lat. Ale w takim wypadku należy stosować przed wszystkim materiały i wyroby budowlane w minimalnym stopniu wykorzystujące surowce naturalne, a w maksymalnym materiały z recyklingu (po rozbiórce obiektów) i odpadowe. Moim zdaniem np. drogi powiatowe i gminne z zasady powinny być budowane z materiałów z recyklingu, a nasypy pod wszystkie kategorie dróg – z wykorzystaniem materiałów odpadowych. Wydaje się, że obecnie w Polsce jest realizowane rozwiązanie pośrednie – z najlepszych nieodnawialnych surowców naturalnych są budowane obiekty o ograniczonej trwałości. Wykorzystanie kruszywa najlepszej jakości do budowy nasypów drogowych o kilkumetrowej wysokości lub obiektów mostowych o rekordowych rozpiętościach jest standardem. Te nasypy i obiekty o wymiarach niewynikających z potrzeb (np. szerokości przeszkody), przez co nieracjonalne z założenia, trudne w budowie i kosztowne w utrzymaniu, będą miały niewielką trwałość. Przy takim podejściu (fakt, że nie tylko w obszarze budownictwa) na katastrofę klimatyczną nie trzeba będzie długo czekać. „Nie ocalimy wszystkiego, co byśmy pragnęli. Ale uratujemy o wiele więcej, niż moglibyśmy ocalić, gdybyśmy w ogóle nie podjęli naszych starań” (Sir Peter Scott). Apeluję i proszę o podjęcie starań.



DOMINIK JUTKOWIAK,
prezes zarządu, Viateco Sp. z o.o.

Na etapie powstawania konstrukcji inżynierskiej kluczowym czynnikiem jest jakość użytych materiałów i nadzór nad prawidłowym, zgodnym ze sztuką inżynierską, wykonawstwem. Dochowanie tych dwóch warunków nie wystarcza jednak do tego, aby zachować jak najdłuższy okres trwałości. Na etapie użytkowania najważniejszym czynnikiem staje się prawidłowe utrzymanie, nie istnieją bowiem konstrukcje wieczne. Szacuje się, że obecnie uszkodzenia struktury konstrukcji dotyczą ponad 10% obiektów mostowych w USA, a stan opisany jako pogarszający się lub wymagający remontu dotyczy 28,5% obiektów w Niemczech. W rozwiązywaniu tego typu problemów istotna jest ich wczesna diagnoza, ponieważ pozwala ona zapobiegać

rozwojowi uszkodzeń oraz podejmować działania naprawcze na etapie, kiedy są one proste, szybkie i nie wymagają dużych nakładów. W procesie podejmowania decyzji o konieczności i zakresie prac naprawczych niezbędna jest sprawna diagnostyka stanu obiektu inżynierskiego. Dostępne obecnie metody badań nieniszczących umożliwiają zdiagnozowanie praktycznie wszystkich rodzajów zagrożeń w sposób precyzyjny i szybki. Jako Viateco od prawie 30 lat mamy zaszczyt reprezentować w Polsce lidera branży, szwajcarską markę Proceq, w której ofercie znajdują się m.in. urządzenia NDT, takie jak betonoskopy ultradźwiękowe, georadary, detektory zbrojenia czy młotki Schmidta. Wczesna diagnostyka z ich użyciem może zapobiec wystąpieniu poważnych awarii i katastrof budowlanych, a co za tym idzie – ma istotny wpływ na finalną trwałość konstrukcji. Ponadto zapobieganie zawsze jest tańsze i szybsze od rekonstrukcji czy budowy nowego obiektu.



MACIEJ BOSSOWSKI,
konsultant ds. prefabrykacji,
specjalista NOEplast,
NOE-PL Sp. z o.o.

Rozpatrując znaczenie różnych aspektów decydujących o trwałości i jakości budowy, trzeba uwzględnić co najmniej cztery obszary: finanse, technologię budowy, materiały, wykonawcę.

Nie bez powodu na pierwszym miejscu wymieniłem finanse, ponieważ jakże często to właśnie one decydują prawie o wszystkim, również o niebezpiecznych oszczędnościach, które bywają przyczyną katastrof budowlanych lub zwiększonych kosztów z powodu poprawek lub ponownego wykonania fragmentu robót. Gdzie w tej analizie są deskowania? Koszt szalunków w ogólnych kosztach budowy jest relatywnie niewielki i zawiera się w przedziale od 0,5 do 1,1%. Dlatego kluczowym kryterium przy doborze szalunków powinna

być ich jakość, obsługa techniczna, dostępność oraz odległość od budowy.

Współczesne szalunki umożliwiają wykonanie konstrukcji betonowej z wielką dokładnością, co niezwykle ułatwia dalsze prace budowlane, pozwala zaoszczędzić czas oraz – przez właściwe planowanie dostaw – zoptymalizować zużycie materiałów. Te czynniki przekładają się bezpośrednio na koszty budowy.

Obecnie coraz częściej w budownictwie spotykamy się z pojęciem betonu architektonicznego. Ta dziedzina stawia przed szalunkami ekstremalnie wysokie wymagania. Poza dużą dokładnością wymiarową pojawia się tu kryterium określonego typu i jakości powierzchni. Mając powyższe na uwadze, konstruktorzy NOE stworzyli system deskowań uważany obecnie za jeden z najlepszych systemów szalunkowych dostępnych na rynku budowlanym. Geometria płyt i jakość powierzchni jest w firmie NOE priorytetem. Oferta firmy obejmuje również matryce pozwalające spełnić specjalne wymagania dotyczące wyglądu powierzchni betonowych.

Paleta dostępnych materiałów i technologii na rynku budowlanym jest obecnie imponująca. Czym należy się kierować przy ich wyborze, chcąc uzyskać najwyższą jakość zbudowanego obiektu?



MICHAŁ GROCHOWICKI,
projektant konstrukcji,
członek zarządu, Fort Polska Sp. z o.o.

Obiekt budowlany jest urządzeniem. Jednym z wielu, jakich używamy na co dzień. Porównałbym go do telefonu komórkowego. Chcemy, aby wyglądał atrakcyjnie, był funkcjonalny, zaawansowany technologicznie,

ekonomiczny, trwały, mocny w swojej obudowie, wytrzymały, odporny na zdarzenia losowe. Patrząc z tego punktu widzenia, każdy potwierdzi, że aby uzyskać wysoką jakość urządzenia, musimy do jego wykonania użyć wysokiej jakości produktów składowych. Przebadanych, certyfikowanych, sprawdzonych. W zakresie prętów zbrojeniowych dokładnie takie działania wykonuje i wspiera organizacja Centrum Promocji Jakości Stali (CPJS), nadająca certyfikaty oraz nadzorująca produkcję wyrobów stalowych w Polsce. Przy doborze konstrukcyjnych materiałów budowlanych, z których zostanie wykonana inwestycja,

kluczowe znaczenie mają cechy wytrzymałościowe produktu. Dla stali zbrojeniowej są to granica plastyczności, wytrzymałość na rozciąganie oraz wydłużenie przy maksymalnej sile. Poza deklarowanymi przez producentów minimalnymi wartościami parametrów stali bardzo ważna jest również informacja, w jakim stopniu są one w rzeczywistości zachowywane oraz jaki jest charakter rozkładu tych wartości. CPJS prowadzi kontrolę wyników badań materiałowych stali zbrojeniowej gatunku B500SP ze znakiem EPSTAL i zamieszcza je co roku na swoich stronach internetowych. Analiza wyników badań przedstawionych w postaci histogramów pokazuje, że kluczowe parametry stali ze znakiem EPSTAL są spełnione z dużym zapasem bezpieczeństwa (ok. 16–19% mimo upływu czasu) dla wszystkich produkowanych średnic. Dodatkowo niskie wartości współczynnika zmienności i fakt, że rozkład tych histogramów jest zbliżony do rozkładu normalnego, świadczą o stabilności procesu produkcji i wysokiej trwałości. Monitorowanie produkcji i szczegółowe badania potwierdzają wysoką jakość stali EPSTAL.

Paleta dostępnych materiałów i technologii na rynku budowlanym jest obecnie imponująca. Czym należy się kierować przy ich wyborze, chcąc uzyskać najwyższą jakość zbudowanego obiektu?



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

Wybieramy odpowiedzialnie. Wraz z rozwojem branży budowlanej rośnie zapotrzebowanie na materiały i maszyny, których produkcja odpowiada za znaczący wzrost emisji dwutlenku węgla. Kluczowe

dla klimatu będzie więc wykorzystywanie ekologicznych i zrównoważonych materiałów budowlanych, takich jak pręty z kompozytów, bambus, popiół lotny, metakaolinit, opary krzemionki, popiół z łusek ryżu itp. Wykorzystuje się je do poprawy wytrzymałości betonu lub też cementu, zastępując tym samym te dodatki, przy których wydzielane jest CO₂. Oprócz ceny przy wyborze należy wziąć pod uwagę żywotność, użyteczność i jakość wykonania produktów. Warto zasięgnąć opinii i rad ekspertów, którzy pomogą dokładnie określić najważniejsze parametry dla danego projektu. Jeśli na samym początku ustalimy odpowiedni dla klimatu wyrób, zapewniamy trwałość, a tym

samym dłuższy czas eksploatacji naszego budynku. Materiały niespełniające norm są bardzo często przyczyną usterek oraz kosztownych napraw. Pożądane jest zatem uzyskanie takich, które nie wymagają konserwacji i wymiany, aby mogły przetrwać przez cały okres eksploatacji budynku i stać się opłacalne dla użytkownika. Dobrze dopasowane wygenerują oszczędności w całym cyklu życia konstrukcji (LCCA), a także zmniejszą negatywny wpływ na środowisko (LCA).

Doboru materiału należy dokonać z rozważą, ponieważ ma on bezpośredni wpływ na użytkownika. Wybrane produkty powinny zagwarantować wygodne funkcjonowanie w obiekcie, bez niekorzystnych skutków, takich jak ekspozycja na działanie szkodliwych związków chemicznych.

Ważną kwestią, która rządzi wyborem materiału, jest charakter lub funkcja budowli. Charakter determinuje to, w jaki sposób zostanie on wykorzystany, np. jako przestrzeń mieszkalna, handlowa, produkcyjna. Zastosowany materiał definiuje zabudowaną przestrzeń.



DOMINIK MAŁASIEWICZ,
Chief New Business Development
Projects Manager,
Lhoist Central Europe

„Zadziwiające, że składniki dobrego i złego betonu są dokładnie takie same, a jedynie umiejętności, poparte przez zrozumienie wykonywanych czynności i zachodzących

procesów, są odpowiedzialne za różnice” (prof. Adam Neville). Zadziwiające, że ten cytat można odnieść zarówno do każdego materiału budowlanego (konstrukcyjnego), jak i samej technologii, w której korzystamy z przeróżnych materiałów konstrukcyjnych.

To prawda – co do zasady nie ma złych materiałów, po prostu musimy wiedzieć, gdzie i jak ich użyć. I tak np. możemy pozwolić sobie na zastosowanie stali o niskiej klasie, jeśli tworzymy np. meble ogrodowe, ale jeżeli ma to być stal do konstrukcji stropu w naszym domu, to już nikt z nas nie zdecyduje się na produkt o takiej jakości.

W procesach budowlanych komercyjnych, jak np. budowa dróg, wałów przeciwpowodziowych, bierze udział wielu specjalistów, którzy dbają o to, aby dana konstrukcja była poprawnie zaprojektowana i wykonana. Nieco inaczej jest na styku procesów komercyjnych i prywatnych, jak np. budowa hali produkcyjnej lub magazynu, finansowana przez prywatnego inwestora. Zdarza się, że nad procesem

nie pracuje wymagany specjalista i z uwagi na brak świadomości istotności pewnych zagadnień oraz chęć zaoszczędzenia pewnym bardzo istotnym aspektem nie poświęca się odpowiednio dużo uwagi i środków finansowych.

I znów podam przykład: do wykonania jest wzmocnienie gruntu pod plac manewrowy dla pojazdów ciężkich. Pomysł: wrzucimy jakieś spoiwo, wymieszymy i będzie dobrze. Otóż nie będzie, jeśli nie skorzystamy z usług dobrego projektanta, nie zaprojektujemy poprawnej, trwałej konstrukcji dostosowanej do naszych potrzeb. Jeśli nie wykonamy badań gruntu, to nie użyjemy do jego wzmocnienia odpowiedniej technologii i materiałów. Niestety nie działa to tak, że dla pewności zamiast np. 3% spoiwa do gruntu dodamy 5% i będzie lepiej. Raczej nie będzie lepiej, a może być gorzej, a już z pewnością drożej. Pamiętajmy, że są elementy, które możemy poprawić w trakcie budowy, ale jeśli nie wykonamy np. solidnego wzmocnienia gruntu pod fundamenty, to później taka „korekta” będzie niemożliwa.

Dlatego tak ważne jest, by mieć projekt i badania. Czy warto? Sądzę, że na to pytanie już każdy odpowie sobie sam. Osobiście zachęcam każdego inwestora do korzystania z pomocy profesjonalistów. Z doświadczenia wiem, że warto szukać, rozmawiać i pytać. Dzięki temu z pewnością spotkamy osoby, które wesprą nas w naszym procesie oraz pozwolą na „spokojny sen”.

mgr inż. LESZEK MAJEWSKI,
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji
Budownictwa i Górnictwa Skalnego

W obecnym pojmowaniu jakości produktów, w tym również budynków, obok kryterium trwałości, funkcjonalności czy niezawodności produktu, czyli parametrów samego budynku, należy – ze względu na pałący wymóg ochrony środowiska, a szczególnie stabilizacji i ochrony klimatu – uwzględniać ponoszone przy ich osięganiu koszty środowiskowe.

W przypadku materiałów budowlanych, których szeroką gamę oferuje współczesny rynek, koszty środowiskowe, w tym emisja CO₂ związana z ich produkcją, odgrywa kluczową rolę. Kryterium to w teorii definiowania jakości nosi miano kryterium tworzenia wartości i właśnie na nim ze względu, o których wspomniano powyżej, należy się obecnie szczególnie skupić.

Równie ważna z punktu widzenia jakości obiektów budowlanych w kontekście kosztów środowiskowych jest energooszczędność ich eksploatacji, co wiąże się z technicznymi wymogami utrzymania określonych normatywnie temperatur wewnątrz, zaopatrzenia w energię i pozostałe media.

W doborze technologii należy zatem preferować materiały niskoemisyjne. Dotyczy to szczególnie, ze względu na masową skalę stosowania, materiałów technologicznie związanych z procesami wysokich temperatur, a więc ceramiki,

cementów i włókien mineralnych do celów termoizolacyjnych. W technologiach wyrobów ceramicznych wysoki nakład energetyczny obecny będzie zawsze, a cena z tym związana decyduje o wyborach odbiorców. W odniesieniu do betonów powinno się wybierać technologie wykorzystujące surowce o niskim śladzie węglowym. Wspomniane wełny mineralne i szklane, stosowane powszechnie do termoizolacji budynków, wykazują bardzo wysoki wskaźnik śladu węglowego. Alternatywą dla nich są wełny celulozowe, otrzymywane w recyklingu makulatury i biomasy. Ich współczynnik przewodzenia ciepła wynoszący ok. 0,040 W/mK jest praktycznie porównywalny z tymi wskaźnikami dla wełen mineralnych, a dodatki organiczne ograniczają palność i korozję biologiczną. Ślad węglowy tego materiału jest wielokrotnie niższy, a sam materiał ma naturalne pochodzenie organiczne. Z punktu widzenia technologii eksploatacji budynku istotne jest wykorzystanie kogeneracji i rekuperacji jako metod optymalnego pozyskania i maksymalnego wykorzystania energii, również odnawialnej.

Zatem z punktu widzenia tak pojmowanej jakości budynku dobór materiałów i technologii do jego wzniesienia powinien opierać się na zasadzie trzech R: 1. *Reduce* – redukuj, 2. *Reuse* – użytkuj powtórnie, 3. *Recycle* – poddawaj recyklingowi. Takie podejście zdecyduje o trwałości samych budynków, kosztów dla środowiska, w którym powstają, a także o jakości życia ich użytkowników.

Paleta dostępnych materiałów i technologii na rynku budowlanym jest obecnie imponująca. Czym należy się kierować przy ich wyborze, chcąc uzyskać najwyższą jakość nawierzchni drogowej?



AGNIESZKA KĘDZIARSKA,
koordynator, Zespół ds. Badań i Rozwoju,
LOTOS Asfalt Sp. z o.o.

Szybkie tempo inwestycji rozbudowy sieci drogowej, wzrastający ruch pojazdów oraz wymogi środowiskowe sprawiają, że na rynku materiałów budowlanych coraz bardziej cenione są zaawansowane technologie asfaltowe, dające gwarancję

trwałości i redukcji zabiegów utrzymaniowych. Chcąc uzyskać najwyższą jakość budowanej sieci komunikacyjnej, należy postawić na materiały nowej generacji, zapewniające wyższą odporność na zmęczenie, koleinowanie i działanie czynników klimatycznych. Do tej grupy materiałów należą asfalty modyfikowane i wysokomodyfikowane polimerami. Zastosowanie tych lepiszczy w kilku warstwach nawierzchni: od górnej warstwy ścierealnej po specjalną, bitumiczną podbudowę antyzmęczeniową, zapewnia drodze 50-letnią żywotność. Asfalty modyfikowane i wysokomodyfikowane są chętnie stosowane tam, gdzie z różnych przyczyn, np. z braku dostępnych kruszyw czy potrzeby optymalizacji kosztów, istnieje konieczność pocienienia warstw bitumicznych.

Zastosowanie modyfikowanych lepiszczy pozwala na zachowanie wymaganych parametrów i trwałości nawierzchni, mimo jej mniejszej grubości. W świetle wymagań polityki Zielonego Ładu, która dąży do redukcji śladu węglowego i wydłużenia cyklu życia nawierzchni, trwałe rozwiązania z zastosowaniem asfaltów o podwyższonym stopniu modyfikacji są coraz bardziej cenione i znajdują coraz szersze zastosowanie. Poprawiają one komfort użytkowników dróg i mieszkańców w tzw. cichych nawierzchniach, zwiększając ich trwałość i odporność na działanie wody i mrozu. Dzieje się tak dzięki wysokiej elastyczności lepiszcza oraz wytrzymałości na niskie temperatury. Inną grupą materiałów wpisujących się w politykę Zielonego Ładu są asfalty typu WMA (*warm mix asphalt*) do technologii na ciepło pozwalającej na oszczędność energii i poprawę właściwości antystarzeniowych nawierzchni. Nie można mówić o najwyższej jakości w oderwaniu od aspektów dotyczących zastosowania materiałów z recyklingu. Technologie asfaltowe umożliwiają wtórne zastosowanie materiałów odpadowych, takich jak miał gumowy z opon samochodowych czy destrukta asfaltowy ze starej nawierzchni, przy zachowaniu najwyższej jakości produktu końcowego. Stosujemy więc zaawansowane technologie asfaltowe.

Paleta dostępnych materiałów na rynku budowlanym jest obecnie imponująca. Czym należy się kierować przy ich wyborze, przystępując do budowy lub wzmocnienia obiektów?



dr inż. SEBASTIAN WALL,
pełnomocnik dyrektora ds. strategii
konkurencyjności,
Instytut Techniki Budowlanej

Przede wszystkim właściwości użytkowe wyrobów przeznaczonych do wznoszenia lub np. wzmocnienia obiektów budowlanych mają, zgodnie z ustawą Prawo budowlane, umożliwiać spełnienie przez te obiekty wymagań podstawowych. Jednocześnie wyroby te muszą być wprowadzone do obrotu lub udostępnione na rynku krajowym zgodnie z przepisami; w przypadku wyrobów budowlanych jest to ustawa o wyrobach budowlanych. Oznacza to, że wyrób budowlany może być sprzedawany na terenie Polski:

- z oznakowaniem CE zgodnie z rozporządzeniem (UE) nr 305/2011, po sporządzeniu przez producenta deklaracji właściwości użytkowych (DWU) na podstawie normy zharmonizowanej lub europejskiej oceny technicznej (ETA);
- ze znakiem budowlanym, po sporządzeniu przez producenta krajowej deklaracji właściwości użytkowych (KDWU) na podstawie polskiej normy wyrobu, aprobaty technicznej (AT) lub krajowej oceny technicznej (KOT);
- na zasadzie tzw. wzajemnego uznawania, dotyczącej możliwości udostępniania wyrobów nieobjętych

zharmonizowanymi specyfikacjami technicznymi, wprowadzonych legalnie do obrotu w innym państwie członkowskim UE.

Dokonując wyboru wyrobu budowlanego, warto w związku z tym zweryfikować, czy został on właściwie oznakowany. Z kolei z punktu widzenia technicznego najbardziej istotne jest, czy zakres deklarowanych przez producenta właściwości użytkowych zawartych w DWU, KDWU lub w dokumentach towarzyszących wyrobowi udostępnionemu na zasadzie wzajemnego uznawania, a także ich poziom, klasa albo wartość odpowiadają wymaganiom wiążącym się z planowanym zastosowaniem w obiekcie budowlanym. Przy wyborze wyrobów z oznakowaniem CE warto też pamiętać, że ich producenci mogą, np. z uwagi na założony zakres stosowania, nie deklarować wszystkich właściwości objętych specyfikacją techniczną, a przy niedeklarowanych charakterystykach pojawia się wtedy skrót NPD.

Dodatkowych informacji istotnych z punktu widzenia stosującego można też szukać w innych dokumentach towarzyszących wyrobowi, takich jak np. karty techniczne czy chociażby dobrowolne deklaracje środowiskowe. Bardzo ważne jest też, aby wyrobowi budowlanemu towarzyszyły instrukcje stosowania, informacje dotyczące bezpieczeństwa oraz w stosownych przypadkach karty charakterystyki REACH.

Paleta dostępnych materiałów i technologii na rynku budowlanym jest obecnie imponująca. Czym należy się kierować przy ich wyborze, chcąc uzyskać najwyższą jakość zbudowanego lub wzmocnianego obiektu pod względem zabezpieczeń antykorozyjnych?



dr inż. AGNIESZKA KRÓLIKOWSKA,
prezes zarządu,
Polskie Stowarzyszenie Korozyjne

Właściwa trwałość i jakość zabezpieczenia antykorozyjnego jest związana z:

- poprawnie wykonanym projektem całej konstrukcji z uwzględnieniem możliwości jej prawidłowego zabezpieczenia antykorozyjnego (właściwy kształt elementów, odstępstwa między nimi itd.) i wykonania prac utrzymaniowych (zapewnienie dostępu);
- zaprojektowaniem zabezpieczenia antykorozyjnego tak, aby liczyć koszty z uwzględnieniem czasu życia, a nie jedynie nakładów wstępnych;
- wykonawstwem przez firmę, której pracownicy mają doświadczenie w prowadzeniu prac na danym typie obiektów z podobną powierzchnią, poświadczone odpowiednimi certyfikatami i referencjami;
- nadzorem inwestorskim obejmującym WSZYSTKIE prace ulegające zakryciu, prowadzonym przez certyfikowanego inspektora zabezpieczeń antykorozyjnych;
- prowadzeniem prac w warunkach atmosferycznych

odpowiadającym wymaganiom danych produktów i technologii lub w osłonach z klimatyzacją;

- właściwym doбором materiałów i technologii przez specjalistę w tej dziedzinie. Powinny posiadać też (jako systemy powłokowe, a nie pojedyncze farby) atesty do odpowiednich zastosowań. Nowoczesne materiały antykorozyjne są materiałami wymagającymi, a przez to trudnymi w zastosowaniu. Nie tolerują w większości przypadków nieperfekcyjnego przygotowania podłoża (nie mówiąc o złym), odbiegających od wymagań warunków aplikacji i sezonowania, niewłaściwego przygotowania do aplikacji. Należy zdawać sobie sprawę, że wszystkie „ułatwienia” typu farby na gorzej przygotowane podłożu, farby szybko schnące, farby o nieograniczonym czasie przemalowania czy farby do nakładania w warunkach zimowych dają powłoki o niższej trwałości niż farby nakładane w dodatnich temperaturach, przemalowywane po krótkim czasie od utwardzenia, nałożone na bardzo starannie przygotowane podłożu i wymagające wielu godzin, żeby można je było przemalować czy transportować. Materiały i technologie antykorozyjne mają szansę sprawdzić się, zapewniając wysoką trwałość, jedynie jako element przemyślanego całego procesu budowlanego, wykonanego przez specjalistów w danych dziedzinach.

Czym należy się kierować przy wyborze rur i technologii ich instalacji, aby uzyskać najwyższą jakość sieci podziemnych? Czy technologie bezwykopowe gwarantują jakość i trwałość wykonanej przy ich użyciu infrastruktury wod-kan?



prof. dr hab. inż. ANDRZEJ KULICZKOWSKI,
Politechnika Świętokrzyska,
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych

Zawsze konieczna jest wielokryterialna analiza. Kryteria te podawałem w swoich publikacjach. W zależności od uwarunkowań związanych z lokalizacją rur, rodzajem warunków gruntowo-

- wodnych, przeznaczeniem rur, specyfiką ich eksploatacji czy planowanym okresem eksploatacji, a niekiedy także uwzględniając inne czynniki, ranga poszczególnych kryteriów bywa różna. Najważniejsza ostatecznie jest trwałość rur.

W dużym stopniu istotny jest rodzaj materiału, sposób łączenia rur, odporność na środowisko wewnętrz- i zewnątrzrurowe, poprawny projekt w zakresie zarówno parametrów hydraulicznych, jak i statyczno-wytrzymałościowych, prawidłowe wykonawstwo potwierdzone badaniem CCTV i badaniem szczelności, a także właściwa eksploatacja. Decydujące mogą być niekiedy różne kryteria, np. gdy rury kanalizacyjne układane są z bardzo dużym spadkiem podłużnym, najistotniejszym kryterium może okazać się tempo ścierania się ich dna, a przy ułożeniu

ich w silnie agresywnym środowisku gruntowo-wodnym – odporność zewnętrznej powłoki rur na korozję.

Technologie bezwykopowe gwarantują wymaganą jakość tylko w przypadku zastosowania wysokiej jakości materiałów, prawidłowego wykonawstwa, a przede wszystkim doboru optymalnej technologii dla istniejących uwarunkowań. W moim zespole została opracowana metoda doboru optymalnej technologii bezwykopowej rehabilitacji przewodów wodociągowych, w ramach której analizowane są 44 różne technologie. Opublikowaliśmy ją w ubiegłym roku w amerykańskim czasopiśmie „Tunnelling and Underground Space Technology”.

Na zakończenie chciałbym dodać, że mam pełną świadomość, iż moje wypowiedzi z uwagi na ograniczenie dotyczące objętości tekstu są bardzo ogólne. Osoby zainteresowane tą problematyką zapraszam do zapoznania się z licznymi moimi i mojej żony, Emilii Kuliczkowskiej, publikacjami dotyczącymi problematyki trwałości rur, optymalnego doboru rur oraz optymalnego doboru technologii bezwykopowych. Ich wykaz znajduje się na stronie internetowej Politechniki Świętokrzyskiej www.tu.kielce.pl. W tym celu należy najpierw otworzyć zakładkę Badania i Nauka, a następnie zakładkę Dorobek i wpisać nazwisko.

Sposób zaprojektowania ma wpływ na jakość i trwałość konstrukcji budowlanej. Jak przez projekt osiągnąć maksimum oczekiwanych efektów?



prof. dr hab. inż. WOJCIECH RADOMSKI,
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa,
Architektury i Inżynierii Środowiska

Moja wypowiedź dotyczy tylko obiektów mostowych. W sformułowanym pytaniu tkwi pewne ograniczenie, bo na

trwałość tych konstrukcji wpływa nie tylko sposób ich zaprojektowania, ale również jakość wykonania i nade wszystko poziom utrzymania w całym przewidywanym okresie użytkowania oraz przestrzeganie warunków eksploatacji (np. czy obiekt nie jest mniej lub bardziej przeciążany w stosunku do jego projektowanej nośności). Oczywiście, sposób zaprojektowania może ułatwiać lub utrudniać prace utrzymaniowe. Chodzi tu zarówno o należyte ukształtowanie konstrukcji i elementów jej wyposażenia (zwłaszcza systemu odwodnienia, urządzeń dylatacyjnych, izolacji i nawierzchni), jak i instalowanie na obiektach, szczególnie tych o dużej skali, odpowiednich urządzeń ułatwiających dokonywanie inspekcji ich stanu technicznego (wózki rewizyjne, włazy, kłamy, drabinki itp.). Zrozumiałe jest dążenie projektantów do realizacji konstrukcji

o oryginalnych kształtach. Jest to charakterystyczny wyznacznik współczesnego mostownictwa. Jednakże często występują sytuacje, że w pogoni za ową oryginalnością zapomina się o konieczności utrzymania i tworzy np. formy trudne do odwodnienia. Poza dyskusją jest potrzeba stosowania materiałów konstrukcyjnych oraz elementów wyposażenia wysokiej jakości. Na tym nie można oszczędzać, mając na uwadze trwałość obiektów. Trzeba pamiętać, że wszelkie procesy destrukcyjne mają źródło najczęściej w uszkodzeniach elementów wyposażenia, np. nieszczelnych urządzeniach dylatacyjnych lub niedokładnościach ich montażu. W projektowaniu, wykonawstwie oraz utrzymaniu obiektów – właśnie ze względu na ich trwałość – szczególną uwagę należy też zwracać na dobór rodzaju łożysk i odpowiednie ułożyskowanie przęseł, zapewniające im swobodę przenoszenia przemieszczeń liniowych i kątowych. Systematycznie trzeba kontrolować funkcjonowanie łożysk, ponieważ ich częściowe lub całkowite (to się zdarza!) zablokowanie (np. wskutek zanieczyszczeń) może prowadzić do poważnych uszkodzeń (zablokowanie łożysk zmienia projektowany schemat statyczny konstrukcji, co prowadzi do niezamierzonej redystrybucji sił wewnętrznych). Podsumowując, należy dążyć do konstrukcji o wysokiej estetyce, niebędącej w sprzeczności z trwałością obiektów. Nie jest to łatwe, ale w pełni możliwe!

Co decyduje o jakości i trwałości robót geotechnicznych?



dr inż. BOLESŁAW KŁOSIŃSKI,
Instytut Badawczy Dróg i Mostów,
Zakład Geotechniki

Konstrukcje geotechniczne powstają zwykle w wyniku złożonych procesów technologicznych. Decydujący wpływ na wybór rozwiązań i realizację obiektu mają warunki gruntowo-wodne terenu

robót. Kluczowe decyzje często zapadają już na wstępnych etapach przygotowania inwestycji, jak lokalizacja trasy, obiektów, ominięcie (lub nie!) trudnych terenów lub najniekorzystniejszych miejsc, np. obszarów zalewowych, osuwiskowych czy torfowisk, uzbrojenia podziemnego. Wpływ dalszych etapów jest mniejszy, a podjęte ustalenia, nawet najgłupsze, bywa trudno potem zmienić. Kolejny ważny czynnik to rozpoznanie podłoża i kontrola warunków na każdym etapie inwestycji. Nie warto na nich oszczędzać, stanowią tylko mały ułamek całkowitego kosztu. Za badania zawsze trzeba zapłacić, tylko racjonalne jest, by je zrobić porządnie na początku procesu inwestycyjnego, a nie za późno, znacznie drożej, rozwiązując niepotrzebne problemy i naprawiając szkody. Banalnym oczekiwaniem jest, że budowa podłoża zostanie określona poprawnie, zostaną wykryte słabe punkty, a wartości parametrów geotechnicznych, zwłaszcza odkształceniowych, będą realne. Istotna jest rola projektanta, który powinien dopilnować, czy zakres badań jest wystarczający i czy otrzymał dane potrzebne do projektowania. Za niedostatki rozpoznania odpowiedzialność finalnie spada na autora projektu, który podpisuje się, że wykonał projekt zgodnie z normami i zasadami sztuki. Wykonawca robót w dokumentacji przetargowej powinien otrzymać wszystkie materiały, a i tak często musi badania uzupełniać. Duże znaczenie ma wybór projektanta – wiadomo, że najtańszy projektant = najdroższa realizacja. Oczekuje się od niego racjonalnych rozwiązań projektowych i metody budowy. Najlepiej prostych i możliwie niezawodnych, ale w trudnych warunkach często potrzebne są rozwiązania innowacyjne. Bez przesadnych oszczędności, bo na fundamentach nie warto oszczędzać, a należy zapewnić

użytkowanie obiektu nawet przez 100 lat, ale też bez rozrzutności. Zasadnicza bywa różnica podejścia do kosztów robót inwestora państwowego i umownie – prywatnego. Racjonalizacji rozwiązań i kosztów sprzyja tryb realizacji zaprojektuj i zbuduj.

Nowelizowany obecnie Eurokod kładzie szczególny nacisk na niezawodność konstrukcji i zarządzanie jakością projektowania. Zalecany jest zewnętrzny audyt projektu – zasada „czterech oczu”, obowiązkowy w obiektach 3. kategorii geotechnicznej. Truizmem jest, że dokumentacja powinna być kompletna, a wymagania wykonawcze jasno podane w specyfikacji technicznej.

W przebiegu robót zwykle dominującym czynnikiem jest czas. Niestety bywa on marnowany na urzędniczą mitręgę, protesty, uzgodnienia. Kontraktowy czas na roboty często ulega skróceniu z różnych powodów: przerwa zimowa, okres lęgowy ptaków, napotkanie niewybuchów lub wykopalisk, nagłe ulewy, opóźnienia dostaw elementów – jeśli nawet wykonawca uzyska przedłużenie terminu, to nie uniknie straty części sezonu budowlanego.

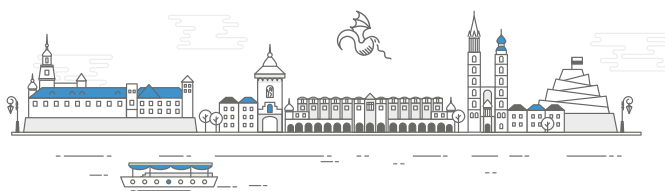
Grunt kryje nieuniknione „niespodzianki”, częściej niemiłe. Nie darmo mówi się, że każda poważna konstrukcja geotechniczna to eksperyment w skali naturalnej. Dlatego ważna jest życzliwa współpraca projektanta, a zwłaszcza nadzoru inwestorskiego z wykonawcą, aby racjonalnie rozwiązywać pojawiające się problemy, a nie tracić czas na prowadzenie sporów.

Pomocne dla wykonawcy i dla nadzoru jest monitorowanie robót, by nie było to tylko wypełnianie papierów, ale systematyczne prowadzenie pomiarów i bieżąca ich analiza oraz niezwłoczne reagowanie na niepokojące zjawiska. Szybkie działania naprawcze często pozwalają uniknąć poważnych szkód.

Wykonawca geotechniczny jest najczęściej podwykonawcą, który kończy swoje prace w początkowej fazie budowy, a po nim przychodzi inna ekipa, nierzadko nierozumiejąca wykonanych elementów i powodująca ich uszkodzenia. A gdy już budowa jest skończona, rozdawane są nagrody i ordery, to kto pamięta o tych, co wykonali wykopy, fundamenty i podziemia? Chyba że jest to Krzywa Wieża w Pizie...



IX Międzynarodowa Konferencja
Technologie Bezwykopowe
NO-DIG POLAND
Kraków, 26–28 kwietnia 2022 r.



O jakości i trwałości inwestycji budowlanej decydują finalnie różne aspekty. Które z nich są kluczowe dla obiektów mostowych?



prof. dr hab. inż. ADAM WYSOKOWSKI,
kierownik Zakładu Dróg, Mostów i Kolei,
Uniwersytet Zielonogórski

Na wstępie muszę stwierdzić, jako doświadczony już człowiek związany z budownictwem, że tytułowa tematyka przewijała się stale w moim życiu zawodowym zarówno w zakresie wykonawstwa, projektowania, jak i prowadzonych badań, w tym dotyczących wdrażania nowych technologii. Po wielu latach zagadnienie trwałości stało się jednym z podstawowych w mojej działalności technicznej i naukowej. Dlatego autorytatywnie stwierdzam, że oba tytułowe aspekty uważam za niezwykle istotne, o ile nie kluczowe, w dziedzinie, jaką jest budownictwo (w tym również budownictwo komunikacyjne, w którym się specjalizuję). Należy mieć świadomość, że trwałość jest ściśle powiązana z właściwym utrzymaniem budowli na etapie ich użytkowania, co w Polsce, jak i w wielu innych krajach na świecie, stanowi ogromny problem.

Ze swojego doświadczenia jako wieloletniego głównego koordynatora Systemu Gospodarki Mostowej wiem również, że niebagatelny wpływ na trwałość budowlanych obiektów infrastrukturalnych mają właściwe przeglądy obiektów inżynierskich przeprowadzane przez wysoko kwalifikowanych specjalistów, diagnozowanie stanu budowli i ich poszczególnych elementów, a także remonty bądź naprawy przeprowadzone we właściwym momencie eksploatacji tych konstrukcji.

Według definicji, trwałość to „zdolność do spełniania przez określony czas wymagań użytkowych, w warunkach oddziaływania określonych czynników, bez wyraźnego obniżenia właściwości użytkowych lub wystąpienia nadmiernych kosztów użytkowych”. Z tego wynika, że trwałość jest zagadnieniem wpisującym się w pełni w zasady zrównoważonego rozwoju. Według dyrektywy UE, budowla musi spełniać wymagania użytkowników, być bezpieczna, trwała i dostosowana do wymogów ekologii.

Jeśli się zastanowić, to wyraźnie widać, że są to wymagania ze sobą ściśle wzajemnie powiązane. Bez zapewnienia

odpowiedniej jakości nie uzyskamy wymaganej trwałości. Dalej – jeżeli trwałość budowli nie jest zapewniona, to z pewnością obniża to poziom warunków użytkowania dla użytkowników, jednocześnie obniżamy poziom bezpieczeństwa, a przy okazji szkodzimy środowisku naturalnemu.

Powyższe spostrzeżenia zilustruję przykładem ze swojej specjalizacji. Jeżeli dla stalowej, nośnej konstrukcji mostu bądź stalowych elementów jego wyposażenia nie dobierzemy systemu antykorozyjnego odpowiedniego do warunków środowiskowych, w których użytkowany jest obiekt, albo użyjemy do zabezpieczenia farb o nieodpowiedniej jakości lub też na etapie wykonawstwa nie zapewnimy reżimu technologicznego, tj. minimalnej właściwej jakości nakładania warstw powłok, potwierdzonego m.in. odpowiednimi badaniami jakościowymi ich wykonania, to źle przeprowadzone zabiegi antykorozyjne z pewnością (jak uczy doświadczenie) nie zapewnią odpowiedniej trwałości obiektu mostowego. Będzie to wiązało się również z oczywistą szkodą dla środowiska naturalnego.

Odpadające warstwy powłok malarskich zanieczyszczą środowisko, a prace związane z ich usuwaniem i utylizacją, a następnie wykonaniem nowego zabezpieczenia antykorozyjnego z pewnością nie pozostaną bez wpływu na ekologię. Przykry jest fakt, że najczęściej w naszej codziennej działalności technicznej nie zdajemy sobie sprawy ze ścisłego powiązania tych zagadnień i negatywnych skutków podanych w przykładzie.

I na koniec – z pewnością sloganem jest stwierdzenie, że powinniśmy dążyć do zapewnienia wysokiej jakości i odpowiedniej trwałości realizowanych budowli. Natomiast bez docenienia wagi tych zagadnień zbudowane obiekty, nawet te spektakularne, nie spełnią pokładanych w nich nadziei i nie zrealizują celów, dla których je stworzono, co niestety na co dzień odczuwamy w naszej rzeczywistości. Pociuszający jest fakt, że kładzie się coraz większy nacisk na tę problematykę, rosną wymagania techniczne w tym zakresie, mamy dostęp do coraz lepszych i trwalszych materiałów i technologii, a jednocześnie problematyka trwałości jest coraz lepiej zdefiniowana przez odpowiednie badania.

Dowiedz się więcej na www.nodigpoland.pl

Długowieczność nawierzchni betonowych jest efektem coraz to doskonalszych metod ich ulepszania. Jakie są najnowsze trendy w tym zakresie?



prof. dr hab. inż. JAN DEJA,
dyrektor Biura, Stowarzyszenie
Producentów Cementu

Beton na drodze ma 2,5–3,5 razy większą trwałość niż asfalt i żywotność sięgającą nawet 50 lat. Dzięki temu remonty dróg betonowych są rzadsze, mniej jest utrudnień komunikacyjnych i ponosimy niższe koszty

społeczne. Nawierzchnia betonowa to korzystne rozwiązanie dla wielu pokoleń użytkowników dróg. Korzystamy z doświadczeń innych krajów. W latach 2009–2011 na odcinku A2 Nowy Tomysł – Świecko po raz pierwszy wykonano w Polsce nawierzchnię betonową z odkrytym kruszywem, czyli w technologii washbeton, która jest obecnie powszechnie stosowana.

Musimy dbać o to, by nawierzchnia betonowa była nie tylko trwała, ale posiadała w okresie użytkowania także odpowiednie parametry równości, szorstkości czy mniejszej emisji hałasu, które stanowią o jakości podróżowania. Dzięki temu na drogach betonowych odnotowuje się mniejsze zużycie paliwa. Mniejsze opory toczenia sprawiają, że oszczędności są znaczne: 2–3% niższe zużycie paliwa dla pojazdów osobowych, a w przypadku samochodów ciężarowych nawet o kilkanaście procent niższe. Jest to istotne nie tylko dla naszej kieszeni, ale także dla środowiska.

Na autostradzie A4 istnieje odcinek o długości 1 km tzw. wiecznej nawierzchni betonowej, która została wykonana z ciągłym zbrojeniem. Obecnie na ok. 20% sieci dróg ekspresowych i autostrad w Polsce położono nawierzchnię betonową. O jej trwałości i żywotności decyduje nie tylko jakość wykonania, ale także prawidłowa eksploatacja. Np. ogromne znaczenie dla długowieczności nawierzchni betonowych ma wypełnianie szczelin i uzupełnianie zniszczonych lub brakujących wypełnień. Wypełnienie zapobiega wnikaniu wody i gwarantuje, że nie będzie dochodziło do zniszczeń dolnych części nawierzchni i podbudowy.

Jeżeli chodzi o równość i szorstkość nawierzchni, to po latach użytkowania w przypadku obniżenia tych parametrów są metody ich poprawy – technologie grooving, grinding czy śrutowanie nawierzchni.

W Polsce nawierzchnie betonowe dotychczas nie były budowane na mostach. Tymczasem nawierzchnię betonową posiada ponad 60% obiektów mostowych w USA i Kanadzie. Co więcej, każdy kolejny remont mostu wiąże się tam z zastosowaniem nawierzchni betonowej. My też tego próbujemy. Dlatego na drodze ekspresowej S7 Pierśki – Płońsk, która będzie miała nawierzchnię betonową, powstanie także pięć obiektów mostowych z nawierzchnią betonową. Razem z wykonawcami i zamawiającym pracujemy cały czas nad jak najlepszą jakością realizacji i utrzymania nawierzchni betonowych.

Podstawowym składnikiem mieszanki betonowej jest kruszywo, które w dużej mierze determinuje ostateczną jakość betonu. Jakie parametry kruszywa są istotne, aby osiągnąć trwałą, wysokiej jakości beton?



dr inż. ŁUKASZ MACHNIAK,
dyrektor Biura Zarządu,
Polski Związek Producentów Kruszyw;
Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział
Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami

Na początku chciałbym zaznaczyć, że producenci kruszyw w 2020 r. dostarczyli branży betonowej łącznie ok. 70 mln t kruszyw, w tym ok. 75% zużył segment

betonu towarowego, a pozostałe 25% producenci betonowych elementów nawierzchni oraz prefabrykacji betonowej.

Przydatność kruszywa do betonu ustala się zgodnie z normami PN-EN 12620 *Kruszywa do betonu* – dla kruszyw zwykłych i ciężkich oraz PN-EN 13055-1 *Kruszywa lekkie*.

Cz. 1. *Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i rzadkiej zaprawy* – dla kruszyw lekkich.

Rodzaj kruszywa i jego właściwości należy dobrać, biorąc pod uwagę realizację robót i przeznaczenie betonu, rodzaj, wymiary i technologię wykonania konstrukcji, warunki wykonania, pielęgnacji i dojrzewania betonu, agresywność środowiska,

na którą będzie narażona konstrukcja, wymagania dodatkowe związane z kruszywem w przypadku powierzchni o specjalnym wykończeniu.

Generalizując, w zależności od powyższych warunków trzeba zadbać o kombinację wielu parametrów kruszyw, wśród których należy wymienić: odporność na rozdrabnianie, odporność na ścieranie, odporność na polerowanie, nasiąkliwość, mrozoodporność – będące wyznacznikiem cech fizykomechanicznych kruszyw, uziarnienie, wskaźnik kształtu, wskaźnik płaskości, zawartość ziaren przekruszonych, wskaźnik piaskowy, zawartość pyłu – będące grupą cech geometrycznych kruszyw, a także alkalia, organika, siarczany, chlorki – należące do cech chemicznych (petrografia). Dla zachowania odpowiedniej jakości betonu istotne jest, aby kruszywa pochodziły od sprawdzonego producenta, który dysponuje odpowiednią technologią ich przeróbki, ale też ma wprowadzony system zakładowej kontroli produkcji, najlepiej w systemie oceny zgodności 2+, co zapewnia zgodność właściwości wyrobów wprowadzonych do obrotu z wymaganiami specyfikacji technicznych i własnymi deklaracjami oraz (lub) stałość deklarowanych właściwości użytkowych.