



Temat wydania

# Czas na budownictwo – budownictwo na czas

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



**LIEBHERR**

**MASTER®  
BUILDERS**



**ORLEN** Asphalt



**SOLETANCHE**



**STRABAG**  
TEAMS WORK.



Czas liczy się w każdej branży, w budownictwie jest jednak szczególnie istotny. Stanowi jeden z głównych czynników determinujących produktywność. Nieefektywność procesów budowlanych, nieplanowane wydatki i nieproduktywna praca mogą znacząco wydłużyć czas realizacji inwestycji oraz podnieść jej koszt. O tym, jak długo potrwa budowa, decyduje się już na etapie wyboru materiałów i technologii. Szybsza praca, dokładniejsze planowanie i lepsze zarządzanie procesem budowy są dziś możliwe m.in. dzięki odpowiednim produktom, maszynom, technologiom i oprogramowaniu. Czas jest równie ważny z punktu widzenia eksploatacji. Za sprawą dostępnych obecnie rozwiązań możemy znacznie wydłużyć okres użytkowania obiektów budowlanych, bo każda inwestycja budowlana to tak naprawdę inwestycja w przyszłość.

Czas realizacji inwestycji zajmuje istotne miejsce w każdym kontrakcie. Nieskończenie zadań w wyznaczonym terminie jest dużym naruszeniem. Skrócenie czasu budowy wiąże się z końcem niedogodności dla społeczeństwa, wynikających z realizacji inwestycji. Czy można sobie wyobrazić, jak wyglądałaby ona bez nowoczesnych technologii, elektronarzędzi i ciężkiego sprzętu? To, co jeszcze 10, 20 lat temu wydawało się technologią przyszłości, dziś jest wdrażane i wykorzystywane na placach budów na całym świecie. Technologia sprawia, że place budowy są bezpieczniejsze, a pracownicy bardziej wydajni. Pozwoliło to zwiększyć produktywność, usprawnić współpracę i zająć się bardziej złożonymi projektami w jeszcze krótszym czasie.

Istnieje jednak druga strona tego medalu. Według indeksu cyfryzacji MGI (indeks cyfryzacji sektorowej stworzony przez McKinsey Global Institute), mimo niewątpliwego rozwoju budownictwo jest jednym z najmniej zdigitalizowanych sektorów na świecie. W Stanach Zjednoczonych budownictwo zajmuje przedostatnie, a w Europie ostatnie miejsce w indeksie.

Z niedawnego raportu McKinsey & Company wynika, że każdego roku na świecie wydatki na budownictwo i sektory powiązane sięgają blisko 10 bln USD, co odpowiada ok. 13% globalnego PKB [1]. Na całym świecie sektor budowlany zatrudnia 7% populacji czynnej zawodowo. Tymczasem globalne zwiększenie wydajności pracy w budownictwie wynosiło średnio tylko 1% rocznie w ciągu ostatnich dwóch dekad w porównaniu ze wzrostem o 2,8% w całej gospodarce światowej i 3,6% w przypadku przemysłu. Autorzy raportu dowodzą, że gdyby produktywność w budownictwie nadążała za wzrostami innych sektorów produkcji w ciągu ostatnich 20 lat, wówczas wartość dodana budownictwa wynosiłaby rocznie 1,6 bln USD, co przyczyniłoby się do wzrostu globalnego PKB o 2% rocznie. Nie są to tylko rozważania teoretyczne; autorzy dowodzą, że udało im się zdiagnozować główne przyczyny powolnego rozwoju branży budowlanej i rekomendują na ich podstawie wdrożenie mechanizmów, które podniosą efektywność tego sektora gospodarki.

Jak podkreślono w raporcie, wydajność globalnego budownictwa nie jest jednolita. Istnieją duże różnice regionalne i duże różnice w branży. Sektor dzieli się zasadniczo na dwie części: dużych graczy zajmujących się ciężkim budownictwem, takim jak budownictwo inżynieryjne czy przemysłowe, oraz firm zaangażowanych w rozdrobnione, wyspecjalizowane branże, takie jak drobne roboty budowlane, wykończeniowe, elektryczne czy hydrauliczne, które działają jako podwykonawcy lub pracują przy mniejszych projektach. Pierwsza grupa ma zwykle od 20 do 40% wyższą wydajność niż druga.

### **Czas realizacji inwestycji budowlanej**

Proces inwestycyjny to ciąg wielu etapów, spośród których sama budowa często jest etapem najkrótszym i pod wieloma względami najłatwiejszym. Całokształt czynności, które składają się na proces inwestycyjny, nie jest jednakowy dla wszystkich inwestycji. Zawsze jednak musi przebiegać zgodnie z ustawą z 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane. Przygotowanie przedsięwzięcia inwestycyjnego, czyli faza przygotowawcza, obejmuje opracowanie programu funkcjonalno-użytkowego obiektu, szczegółową ocenę ryzyka oraz analizę możliwości realizacji inwestycji w planowanym miejscu. Na tym etapie istotne jest





fol. pelinoleg, Adobe Stock

Bazylika Sagrada Família w Barcelonie jest jednym z najdłużej budowanych obiektów w najnowszej historii. Prace rozpoczęto w 1882 r. Rok później budowę zajął się słynny architekt Antonio Gaudí. Poświęcił jej ostatnie 43 lata życia. Teraz, po niemal 140 latach ciągłej budowy, wyznaczono ostateczną datę jej końca. Ma to nastąpić w 2026 r.

także określenie wartości kosztorysowej inwestycji, co wiąże się z przygotowaniem wstępnego biznesplanu i budżetu inwestycyjnego. Dla inwestorów ważne jest również ustalenie przewidywanego terminu realizacji zadania, który z wielu względów powinien być jak najkrótszy. Do rozpoczęcia realizacji inwestycji niezbędne jest uzyskanie pozwolenia na budowę. Do wniosku dołącza się projekt budowlany, opinie, uzgodnienia, pozwolenia oraz inne dokumenty zgodnie z przepisami i normami prawnymi. Na ten etap składają się m.in. ocena oddziaływania obiektu budowlanego na środowisko, uzyskanie warunków zabudowy i prawa własności, wybór projektanta inwestycji, opracowanie dokumentacji wykonawczej itd. Najdłużej trwa zwykle spełnienie wszystkich obowiązków i wymagań formalno-administracyjnych poprzedzających wydanie decyzji o pozwoleniu na budowę. W fazie planowania i uzyskiwania pozwolenia na budowę dużym ułatwieniem jest, jeśli inwestycja znajduje się na obszarze ujętym w planie zagospodarowania przestrzennego.

Przygotowanie do realizacji inwestycji określono w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. Roboty budowlane rozpoczyna się dopiero po uzyskaniu ostatecznej decyzji o pozwoleniu na budowę, czyli zgodnie z art. 28. ust. 1 Prawa budowlanego po upływie 14 dni od dnia, w którym doręczono ją stronom postępowania, o ile nie wniosą one w tym terminie odwołania od decyzji. Fazę realizacji projektu musi poprzedzać określenie sposobu wykonania inwestycji, wybór wykonawcy obiektu budowlanego, a także przygotowanie terenu budowy i przekazanie placu budowy wykonawcy. Kolejnymi krokami na tym etapie są zapewne-

nie nadzoru inwestorskiego oraz ewentualnego nadzoru nad projektem, opracowanie planu BIOZ i zawiadomienie o terminie rozpoczęcia robót budowlanych oraz uzyskanie dziennika budowy. Faza realizacji projektu polega na m.in. kierowaniu budową oraz sprawowaniu nadzoru nad robotami. Jej ostatnim etapem jest oddanie inwestorowi obiektu do użytkowania.

Przyczyn, które mogą spowolnić proces przygotowania inwestycji czy też rozpocząć już budowę, może być wiele. Dlatego tak ważne jest, aby zarówno podczas przygotowania inwestycji, jak i w trakcie realizacji korzystać z doświadczonych firm wykonawczych oraz dobrych biur projektowych.

Coraz większą popularnością wśród inwestorów cieszy się system realizacji inwestycji budowlanych w formule projektuj i buduj. System został opracowany, aby usprawnić wykonanie inwestycji przy jednoczesnym minimalizowaniu kosztów i przenosi większość działań na wykonawcę, który odpowiada za projekt obiektu i pozostałe podejmowane działania aż do oddania inwestycji do użytku. Ta metoda promuje środowisko współpracy, w którym wszystkie strony są zaangażowane w każdą krytyczną decyzję dotyczącą projektu od początku do końca. Zaangażowanie wykonawcy od samego początku oznacza, że można wprowadzać natychmiastowe korekty w szacunkach budżetowych, optymalizować harmonogramy projektów i formułować zalecenia dotyczące wykonalności w miarę podejmowania decyzji projektowych. Z założenia potencjalne problemy mają być wychwytywane i rozwiązywane na etapie projektowania, a nie podczas budowy obiektu. Zaletą podejścia projektowego jest to, że umożliwia rozpoczęcie wczesnych etapów projektu (np. prac na budowie, fundamentów, aspek-

tów konstrukcyjnych) jeszcze przed ukończeniem projektu budowlanego. Może to skutkować znaczną oszczędnością czasu i kosztów. Realizacja inwestycji w systemie projektuj i buduj sprawia, że za projekt, analizę kosztów, zarządzanie projektem i budowę bierze odpowiedzialność jeden podmiot. Z kolei przyspieszone planowanie i szybkość budowy skutkują szybszą ogólną realizacją projektu.

### Transformacja cyfrowa trwa

W ciągu ostatnich dziesięcioleci w branży budowlanej pojawiło się wiele innowacyjnych rozwiązań, które zwiększają wydajność i produktywność, jednak sektor ma przed sobą jeszcze sporo wyzwań i długą drogę do pokonania, aby wykorzystać je wszystkie. Czynnikiem mogącym tę zmianę przyspieszyć jest pandemia COVID-19, która już wymusiła na przedsiębiorcach zmianę sposobu działania i postrzegania technologii.

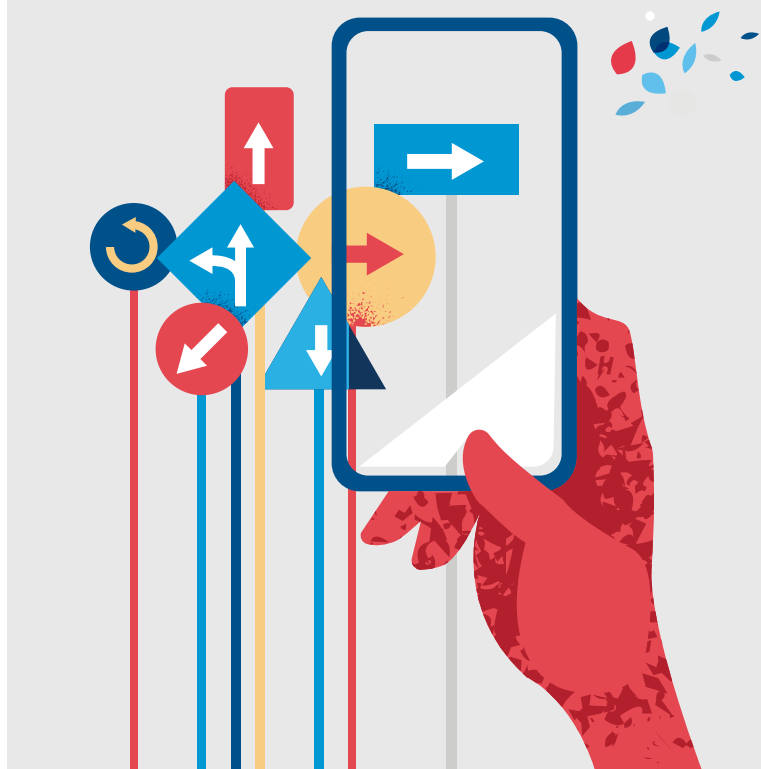
Dostępne na rynku oprogramowanie i rozwiązania mobilne pomagają w coraz większym zakresie zarządzać każdym aspektem projektu budowlanego z różnych miejsc. Od etapu wstępnego budowy po planowanie, od zarządzania projektami i raportowania w terenie po zarządzanie zapleczem biurowym – wszystko to pomaga usprawnić procesy i zwiększyć produktywność. Większość rozwiązań programowych jest zainstalowana w chmurze, co pozwala na wprowadzanie zmian i aktualizację dokumentów, harmonogramów i innych narzędzi do zarządzania w czasie rzeczywistym, ułatwiając i przyspieszając komunikację i ulepszając współpracę. Coraz więcej dostawców oprogramowania nawiązuje strategiczne partnerstwa, aby umożliwić bezproblemową integrację danych z innymi rozwiązaniami programowymi, dzięki czemu prowadzenie firmy budowlanej jest obecnie szybsze i łatwiejsze niż kiedykolwiek [2].

Firmy budowlane wykorzystują dane do podejmowania lepszych decyzji, zwiększania produktywności, poprawy bezpieczeństwa w miejscu pracy i ograniczania ryzyka. Dzięki sztucznej inteligencji (AI) i systemom uczenia maszynowego firmy mogą wykorzystać zebrane w ciągu lat doświadczeń dane z różnych projektów, aby na ich podstawie prognozować przyszłe możliwe scenariusze i uzyskać przewagę konkurencyjną podczas szacowania wartości kolejnych podejmowanych projektów budowlanych. Sztuczna inteligencja może także poprawić produktywność pracowników, zmniejszając ilość czasu marnowanego na przemieszczanie się po placu budowy w celu pozyskania narzędzi, materiałów i sprzętu do wykonywania określonych zadań. Czujniki zainstalowane na materiałach i sprzęcie śledzą, jak poruszają się one na placu budowy. Po zebraniu wystarczającej liczby zestawów danych sztuczna inteligencja może je przeanalizować i na tej podstawie opracować rozwiązania, które umożliwiają reorganizację rozmieszczenia narzędzi i materiałów, aby były bardziej dostępne dla pracowników i skróciły ewentualne przestoje.

Roboty i sztuczna inteligencja są również wykorzystywane do monitorowania postępów w miejscu pracy za pomocą praktycznych danych w czasie rzeczywistym, aby poprawić produktywność na placu budowy. Autonomiczne drony i łaziki są wyposażone w kamery o wysokiej rozdzielczości i LiDAR, aby każdego dnia fotografować i skanować plac budowy z najwyższą dokładnością. Następnie sztuczna inteligencja wykorzystuje te

## Czy wiesz, że...

62% generalnych wykonawców uważa, że najważniejszym czynnikiem obniżającym wydajność pracy w budownictwie jest brak koordynacji i komunikacji między członkami zespołu.



## Czy wiesz, że...

Tylko jedną czwartą projektów budowlanych w ciągu ostatnich trzech lat ukończono w granicach 10% ich pierwotnych terminów realizacji.



skany do porównania z modelami BIM, rysunkami 3D, harmonogramem budowy i szacunkami, sprawdzając w ten sposób jakość wykonanej pracy. Algorytmy AI są także wykorzystywane do identyfikacji i raportowania błędów. Mogą sprawdzać wszystko – od wykopów i prac na placu budowy po systemy mechaniczne, elektryczne i hydrauliczne. Sztuczna inteligencja może rozpoznać element budynku na podstawie jego kształtu, rozmiaru i lokalizacji, nawet jeśli widoczna jest tylko część elementu. Klasyfikując i mierząc zainstalowane ilości, systemy te mogą określić, ile pracy zostało wykonanej każdego dnia, a następnie porównać je z harmonogramem budowy i ostrzec, jeśli projekt jest opóźniony. Sztuczna inteligencja wykrywa również odchylenia między zainstalowanymi komponentami i pracą na miejscu z modelami, dzięki czemu można szybko zidentyfikować błędy i uniknąć kosztownych przeróbek [3].

Sercem transformacji zasobów cyfrowych jest BIM – technologia rewolucjonizująca podejście do przeprowadzania projektów inwestycyjnych, począwszy od planowania, a skończywszy na użytkowaniu. Nie należy jej traktować po prostu jako narzędzia do modelowania 3D, ale jako część nowego zestawu procesów biznesowych, które przetwarzają dane o zasobach i korzystają z najnowszych innowacji technologicznych. BIM to sposób zarządzania informacjami na wszystkich etapach życia zasobu, integrujący procesy, informacje i technologie. W BIM chodzi o zmianę sposobu prowadzenia działalności i umożliwienie ciągłego doskonalenia, tak by budowa była szybsza, wydajniejsza i wymagała minimalnych umiejętności specjalistycznych – co jest ważne w branży o rosnącej luce kompetencyjnej. Zmiany w modelu BIM zachodzą w czasie rzeczywistym, więc wszelkie zmiany lub aktualizacje modelu są natychmiast przekazywane

wszystkim członkom zespołu po uzyskaniu przez nich dostępu do modelu. Wszyscy przez cały czas pracują z najbardziej aktualnymi informacjami. Ponieważ harmonogram można symulować, wizualizacja procesu budowlanego pozwala członkom zespołu zaplanować każdą fazę budowy.

### Sprzęt i materiały – co się zmieniło?

Sprzęt budowlany od zawsze miał ten sam cel, którym jest pomoc w transporcie i montażu materiałów. Wraz z rozwojem branży coraz większy nacisk kładziono na przenoszenie większych elementów lub na przemieszczanie materiału szybciej, z większą niezawodnością i dokładnością. Większość procesów na placu budowy jest obecnie zmechanizowana. Dzięki temu zwiększyła się wydajność robót i polepszyła ich jakość, skrócił się czas realizacji, a ciężka praca fizyczna człowieka została zredukowana do minimum. W budownictwie liniowym, które charakteryzuje się zmiennością frontu robót i związaną z tym możliwością ich równoczesnego wykonywania, stosuje się maszyny o dużej wydajności, w tym dźwigi, przenośniki i koparki, których obsługa nie wymaga dużego zaangażowania. W wielu maszynach wprowadzono radykalne ulepszenia, takie jak laserowy sprzęt pomiarowy czy sterowany laserowo sprzęt do wykopów. Do drążenia tuneli używa się nowoczesnego sprzętu. Stosowane dziś tarcze TBM, których średnica dochodzi do kilkunastu metrów, pozwalają drążyć kilkadziesiąt metrów tunelu na dobę.

Obiekty budowlane powstają z wykorzystaniem coraz bardziej zaawansowanych technologii, jak kompozyty o strukturze plastra miodu, materiały o zmiennym stanie skupienia czy specjalistyczne materiały dla środowisk suchych, arktycznych, podwodnych, radioaktywnych i pozaziemskich. Wiele wskazuje

## Czy wiesz, że...

Pracownicy budowlani spędzają średnio 35% swojego czasu (ponad 14 godzin tygodniowo) na czynnościach nieproduktywnych, w tym na poszukiwaniu informacji o projekcie, rozwiązywaniu konfliktów oraz radzeniu sobie z błędami i przeróbkami.



jednak na to, że podstawowe elementy konstrukcyjne – stal i beton – pozostaną względnie niezmienione. Tym bardziej, że ich specyficzne właściwości – dzięki stałemu udoskonalaniu – wciąż ulegają poprawie.

Tym, co zdecydowanie skróciło czas budowy, było wynalezienie i upowszechnienie prefabrykatów. W wielu przypadkach prefabrykacja zajmuje mniej niż połowę czasu w porównaniu z tradycyjną konstrukcją. Wynika to m.in. z lepszego planowania czy eliminacji czynników pogodowych, które mogłyby wstrzymać prace. Dzięki prefabrykacji znika problem opóźnień w harmonogramowaniu podwykonawców, a sama produkcja jest szybsza, ponieważ wiele elementów może być konstruowanych jednocześnie. Krótszy czas budowy pozwala firmom budowlanym realizować wiele projektów w tym samym czasie. Mogą się więc rozwijać, zamiast skupiać całą swoją uwagę i zasoby na jednym czy nawet kilku projektach. Wytwarzanie prefabrykatów w warunkach przemysłowych umożliwiło uzyskanie wysokiej wydajności przy równoczesnym zapewnieniu powtarzalności właściwości użytkowych, zgodnych ze stawianymi im wymaganiami. Ponadto prefabrykaty z betonu mogą być z powodzeniem łączone z innymi materiałami. Nic zatem dziwnego, że spotykają się z coraz szerszym uznaniem. Powszechnie stosuje się je w wielu rodzajach budownictwa infrastrukturalnego, a także do budowy obiektów inżynierskich o różnych funkcjach użytkowych. Wzrost znaczenia technologii prefabrykowanej widać także w budownictwie mieszkaniowym wielorodzinnym i budownictwie obiektów użyteczności publicznej.

Szybsze i wydajniejsze budowanie umożliwił także rozwój chemii budowlanej, różnego rodzaju domieszek i dodatków do betonów. W grupie domieszek przyspieszających wiązanie i twardnienie wyróżnia się preparaty, z których część wywołuje prawie natychmiastowe wiązanie cementu przy jednoczesnym znacznym obniżeniu właściwości betonu. Inne natomiast skracają czas reakcji wiązania i przyspieszają twardnienie. Znajdują one zastosowanie w wielu obszarach technologii betonu, takich jak prefabrykacja betonowa, betonowanie w warunkach zimowych, szybkie naprawy w czasie awarii czy natryskiwanie betonu. Fizyczne utrudnienie wiązania cementu lub spowolnienie tego procesu uzyskuje się dzięki domieszkom opóźniającym wiązanie. Ich stosowanie sprawia, że mieszanka betonowa dłużej zachowuje ciekłość, co jest istotne m.in. w przypadku betonowania w wysokich temperaturach, kiedy niezbędne jest właściwe powiązanie ze sobą układanego warstwami betonu lub aby umożliwić przeprowadzenie rewibracji. Nowoczesnym rozwiązaniem w zakresie przyspieszania wiązania i twardnienia betonu jest koncepcja wykorzystania zarodków krystalizacji fazy C-S-H. Domieszka tego rodzaju zawiera mikroskopijne kryształki uwodnionego krzemianu wapnia, które w fazie ciekłej zaczynu cementowego zostają rozproszone. Być może ta koncepcja zapoczątkuje nową erę stosowania środków przyspieszających wiązanie i twardnienie betonu. Domieszki wykorzystujące zarodki krystalizacji fazy C-S-H są bowiem skuteczne, a zarazem – w przeciwieństwie do domieszek chlorkowych i wielu innych tradycyjnych przyspieszaczy – bezpieczne dla betonu i stali zbrojeniowej.

Według World Factbook, z ok. 64 mln km dróg pokrywających Ziemię ok. 25 mln km jest wybrukowanych. Pozostała większość jest pokryta asfaltem (piaskiem, żwirem i kamieniem



## Czy wiesz, że...

**W niektórych sektorach budownictwa prefabrykacja elementów przyniosłaby 5-10-krotny wzrost produktywności.**

z użyciem bitumu jako spoiwa) lub betonem. Materiały te są niezwykle wytrzymałe – wytrzymują duży ciężar i wahania temperatury – oraz stosunkowo łatwe w utrzymaniu i naprawie. Nawet jeśli mają swoje ograniczenia, do tej pory nie wynaleziono materiału, który mógłby zastąpić asfalt czy beton. Oba przeszły dużą transformację.

W przypadku asfaltu jedną z głównych innowacji było stworzenie mieszanki asfaltowej na ciepło (WMA), która obniża temperaturę produkcji asfaltu w zakładzie, zmniejszając w ten sposób zużycie energii i oszczędzając czas zarówno podczas produkcji, jak i wbudowywania mieszanki drogowej. Rozwijana od lat technologia asfaltowa nastawiona jest na coraz wyższą jakość i trwałość nawierzchni, powodując poprawę jej odporności na deformacje, wzrost nośności dróg i bezpieczeństwa ich użytkowania. Rozwój nawierzchni asfaltowych to także podejmowanie działań uwzględniających aspekty środowiskowe. W modernizacji nawierzchni asfaltowych przy użyciu asfaltów modyfikowanych polimerami upatruje się szansy na zwiększenie trwałości nawierzchni, a dzięki temu – zmniejszenie kosztów budowy i utrzymania dróg.

Wprowadzenie nowych materiałów wysokiej jakości oraz nowych technologii stwarza możliwość zwiększenia trwałości nawierzchni do 30, a nawet 50 lat. Do uzyskania wysokiej trwałości nawierzchni konieczne są właściwy wybór



fot. Stu, Adobe Stock

Budowa Wielkiego Muru Chińskiego trwała aż 2 tys. lat. Koncepcja wzniesionej z obmurowanej ceglami ziemi, a osadzonej na kamiennych fundamentach budowli, która istnieje do dziś, powstała w 212 r. p.n.e. Pracowały przy niej miliony robotników. Wysokość muru wynosi 9 m, a jego szerokość u podstawy – mniej więcej 6,5 m. Długość części głównej to aż 2450 km, czyli tyle, ile wynosi odległość między Moskwą a Londynem

konstrukcji, odpowiadającej kategorii ruchu, technologii wykonania poszczególnych warstw nawierzchni i zastosowanie odpowiednich materiałów. Istotnym elementem cyklu życia nawierzchni drogowej jest prowadzenie zabiegów utrzymaniowych. Najbardziej opłacalnym ekonomicznie scenariuszem utrzymania jest wykonywanie napraw na bieżąco. Niemniej jeśli zachodzi taka potrzeba, drogi z asfaltu mogą być konserwowane i modernizowane szybko i przy minimum niedogodności dla podróżnych. Remont nawierzchni asfaltowych można prowadzić pas po pasie, co pozwala uniknąć zamykania dla ruchu całej jezdni. Specjalistyczne maszyny budowlane frezują warstwę podlegającą wymianie i w tym samym ciągu technologicznym układają świeżą warstwę, którą po schłodzeniu nadaje się do eksploatacji. Dzięki temu remonty poszczególnych odcinków można realizować nawet w czasie jednej nocy lub weekendu.

Beton niewiele się zmienił, jeżeli chodzi o jego podstawową formę – nadal jest mieszanką kruszywa z wodą i cementem. Godne uwagi przykłady wykorzystania betonu przez Rzymian przetrwały do dziś, w tym Pont du Gard w Prowansji i kopuła Panteonu. Jednak istnieje kilka różnic między ówczesnym betonem a używanym dzisiaj. Tamten był sztywny i rozprowadzał się po powierzchni. Nowoczesny beton jest lepiej mieszalny i bardziej płynny, co pozwala rozlewać go w formy. Produkcja i jakość betonu, będącego podstawą przemysłu budowlanego, uległy znacznej poprawie w ciągu ostatniej dekady, a jego stosowanie przynosi wiele korzyści. Ponieważ beton jest mocny, trwały, wszechstronny i ognio-

odporny, jest także doskonałym wyborem dla budownictwa przyjaznego środowisku.

W 2020 r. w Polsce przybyło 74 km dróg betonowych, a bitumicznych (asfaltowych) blisko 64 km. Na początku roku 2021 w sieci dróg krajowych było 780,5 km odcinków zbudowanych w technologii betonowej, z czego ponad 700 km to odcinki dróg szybkiego ruchu. W realizacji jest obecnie 1225,2 km, w tym 402,3 km w technologii betonowej, a 732,2 km w bitumicznej. Wykonywanie nawierzchni betonowych ma długoletnią tradycję na całym świecie. Do dziś istnieją drogi betonowe wybudowane wiele lat temu, których stan techniczny pozwala na dalsze użytkowanie, pomimo zmieniającego się rodzaju pojazdów oraz zwiększającego się natężenia ruchu. Niemniej technologia budowy nawierzchni betonowych zdecydowanie ewoluowała z upływem lat. Obecnie przy zastosowaniu najnowszych materiałów i techniki powstają trwałe nawierzchnie, charakteryzujące się wysoką jakością i komfortem użytkowania.

### **Czas przyspieszyć**

Budowa wielopiętrowego budynku lub drapacza chmur może zająć lata. Najwyższy budynek na świecie, Burdż Chalifa w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, mający 163 piętra, powstawał pięć lat, podczas gdy budowa drugiego najwyższego budynku, 127-piętrowego Shanghai Tower w Chinach, zajęła siedem lat. Budowa tych drapaczy chmur wydaje się wiecznością w porównaniu z trzema budynkami, które powstały w nieco ponad dwa tygodnie, i jednym, który został ukończony w zaledwie dwa dni. Mowa o wieży hotelowej T30 i hotelu Ark w mieście

Changsha w Chinach. 30-piętrowy hotel T30 powstał w zaledwie 15 dni. Tempo budowy wynosiło dwa piętra dziennie. Obiekt o powierzchni 55 778,40 m<sup>2</sup> zbudowano tak, aby wytrzymał trzęsienie ziemi o sile 9° w skali Richtera. Został również wyposażony w monitory jakości powietrza w każdym pomieszczeniu i izolację termiczną, dzięki czemu jest energooszczędny. Wcześniej ten sam wykonawca zbudował hotel Ark w tym samym mieście i przy użyciu tych samych technik. Konstrukcję nośną ukończono w 48 godzin, a 15-piętrowy budynek – w ciągu sześciu dni. Co ważne, podczas szybkiej realizacji obu projektów żaden pracownik nie został ranny. Z kolei w 2012 r. ponad 200 pracowników zbudowało 10-piętrowy budynek Instacon w Mohali w Indiach w zaledwie 48 godzin [4].

Postulat szybszej realizacji obiektów stawia się także przed budownictwem infrastrukturalnym. Szybsze oddanie inwestycji oznacza większy komfort dla wielu użytkowników końcowego obiektu, np. mostu, drogi czy linii kolejowej. Dzięki właściwemu zaprojektowaniu i zbudowaniu infrastruktury transportowej ludzie lepiej wykorzystują czas, gdyż zamiast siedzieć w samochodach stojących w korkach lub pociągach poruszających się niezwykle wolno, mogą np. pracować czy odpoczywać.

Obecnie kierowcy w Polsce mają do dyspozycji 4295 km dróg szybkiego ruchu, w tym 1712 km autostrad i 2583 km dróg ekspresowych. Kolejnych niespełna 250 zadań jest w realizacji, przetargu lub przygotowaniu. Jednym z obecnych trendów w budownictwie drogowym jest budowa obiektów tunelowych, które mają usprawnić komunikację i skrócić czas podróży. Jeśli

chodzi o drogi krajowe, w budowie jest dziewięć tuneli o długości ok. 14 km, a w ciągu najbliższej dekady przybędzie kilkanaście tuneli o łącznej długości ok. 25 km. Tunele coraz częściej wykonuje się również jako bezkolizyjne skrzyżowania z drogami szybkiego ruchu w miastach. Przykładem takiego rozwiązania może być Północna Obwodnica Krakowa, w ramach której budowane są aż dwa obiekty tunelowe mające pełnić właśnie taką funkcję. Ten typ realizacji ma szczególne znaczenie nie tylko w kontekście szybszego i wygodnego podróżowania, ale także oddawania przestrzeni naziemnej dla ruchu pieszego, rowerowego oraz lokalnego.

Nigdy wcześniej w polskim kolejnictwie nie prowadzono tak wielu inwestycji z tak dużym rozmachem. Realizowany program inwestycyjny, Krajowy Program Kolejowy na lata 2015–2023, o wartości 75,5 mld zł, obejmuje 230 projektów i zakłada modernizację 9 tys. km linii kolejowych. To połowa ogółu linii w kraju, w tym niemal wszystkich najważniejszych. Obok remontowanych powstają także zupełnie nowe odcinki tras kolejowych (np. z Katowic do lotniska w Pyrzowicach). Budowane są nowe stacje, poprawia się dostęp do kolei największych polskich portów morskich. W największych miastach buduje się i rozwija koleje aglomeracyjne. W ramach rządowego programu Kolej Plus, kierowanego do samorządów, modernizuje się lub buduje od podstaw dziesiątki dworców kolejowych. Dzięki temu ruch kolejowy zostanie przywrócony na nieczynnych od lat trasach, a miasta, które utraciły kolejowe połączenia pasażerskie wiele lat temu, ponownie je odzyskają. Spójna sieć kolejowa o wyższych



Kierowcy w Polsce mają do dyspozycji 4295 km dróg szybkiego ruchu, kolejne są w budowie





Budowa mostów przez Wisłę na linii kolejowej E30, fot. Strabag Sp. z o.o.

prędkościach niewątpliwie zapewni krótsze podróże i przewozy towarowe.

W obszarze budownictwa infrastrukturalnego proces inwestycyjny od momentu koncepcji po oddanie obiektu trwa zwykle latami. Jednak samą realizację można przyspieszyć przez odpowiednio dobrane rozwiązania geotechniczne, technologie wykonania czy stosowane materiały. Natomiast na pośpiechu nie powinno się nalegać na etapie tworzenia planu koncepcyjnego. To czas potrzebny na zebranie materiałów do analizy, a następnie przygotowanie zwykle kilku wariantów wykonania. Właśnie na tym etapie można najlepiej dopasować rozwiązanie geotechniczne, aby odpowiadało na potrzeby konstrukcji oraz

korrespondowało z warunkami gruntowymi. To także odpowiedni czas na to, by wybrać takie wyjście, które skróci czas realizacji fundamentowania specjalistycznego lub zoptymalizuje i ułatwi wykonanie kolejnych etapów budowy. Realizacja budowy poprzedzona przemyślanym zaplanowaniem działań powinna pójść sprawnie. Zwłaszcza że to właśnie na tym etapie koncepcji wykonawczej można zaoszczędzić trochę czasu. Przykładem takiej optymalizacji na etapie koncepcji wykonawczej była realizacja szachtów, będących częścią komór startowych dla tarcz TBM, które realizują tunele łączące dworzec Łódź Kaliska ze stacją Łódź Fabryczna [5]. Wykonawca fundamentowania specjalistycznego odpowiedzialny za tę część prac zaproponował



Plac budowy komory Odolanowskiej dla dużej tarczy TBM o średnicy 13,03 m w Łodzi, fot. Soletanche Polska Sp. z o.o.

szachty w kształcie koła, co zredukowało konieczność realizowania kotew gruntowych czy rozparcia stalowego. To rozwiązanie umożliwiło skrócenie prac geotechnicznych, swobodny dostęp w czasie realizacji prac ziemnych związanych z wybieraniem urobku z szachtu, a następnie przejście do realizacji prac żelbetowych. Zredukowanie czasu pracy na tym etapie pozwoliło tym samym na zredukowanie emisji CO<sub>2</sub> w trakcie prac maszyn.

### Podsumowanie, czyli czas na zmiany

Obecnie jednym z największych wyzwań, przed jakim stoi branża budowlana, jest poprawa produktywności. Na całym świecie w ciągu kilku ostatnich dekad inne sektory gospodarki odczuły znaczący wzrost wydajności, jednak branża budowlana pozostaje pod tym względem na niskim poziomie. Czas to zmienić – zachowawcza branża budowlana powinna śmiało wkroczyć do pędzącego świata zmian technologicznych, dzięki czemu w znaczący sposób może zwiększyć poziom produktywności. Według specjalistów, osiągnięcie sukcesu w przyszłości nie będzie polegać tylko na wykorzystaniu nowoczesnych materiałów czy technologii, ale również na zmianie przepisów i ustawodawstwa, usprawnieniu zarządzania zakupami i łańcuchem dostaw, zwiększeniu wykwalifikowanej siły roboczej czy kreowaniu bardziej przemyślanych projektów. Nie są to sprawy łatwe, jednak bez zmian nie ma postępu.

### Literatura

- [1] *Reinventing construction through a productivity revolution* (online). McKinsey Global Institute, February 27, 2017. Dostępny w Internecie: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution> (dostęp 30 czerwca 2021).
- [2] *If Speed to Market Important, Think Design-Build Construction!* (online). Consolidated Construction Co. Inc., August 5, 2020.



Największe centrum handlowe na Górnym Śląsku, Silesia City Center w Katowicach, powstało w rekordowo krótkim czasie. Prace rozpoczęły się w listopadzie 2004 r. i już po roku klienci robili w nim przedświąteczne zakupy. Narzucone przez inwestora tempo było trudnym zadaniem dla generalnego wykonawcy, ale również dla dostawców materiałów

Dostępny w Internecie: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution> (dostęp 1 lipca 2021).

- [3] Kendall J.: *Construction Technology is Reshaping the Industry* (online). ConstructConnect, April 16<sup>th</sup>, 2020. Dostępny w Internecie: <https://www.constructconnect.com/blog/technology-reshaping-construction-industry> (dostęp 3 lipca 2021).
- [4] Ganninger D.: *The World's Fastest Constructed Buildings* (online). Medium, Jun 9, 2020. Dostępny w Internecie: <https://medium.com/knowledge-stew/the-worlds-fastest-constructed-buildings-138a807de481> (dostęp 3 lipca 2021).
- [5] *Budownictwo infrastrukturalne musi skrócić czas realizacji obiektów* (online). eBuilder, 11 maja 2021. Dostępny w Internecie: <https://builderpolska.pl/2021/05/11/budownictwo-infrastrukturalne-musi-skrocic-czas-realizacji-obiektow/> (dostęp 5 lipca 2021).



## Czy wiesz, że...

Przyspieszenie działań w siedmiu obszarach mogłoby zwiększyć produktywność sektora budowlanego o 50–60%:

- ▶ zmiana przepisów,
- ▶ oparcie projektów budowlanych na współpracy, a nie na ryzyku,
- ▶ ponowne przemyślenie projektów,
- ▶ bardziej wydajna praca na placu budowy,
- ▶ usprawnienie zarządzania zakupami i łańcuchem dostaw,
- ▶ wprowadzenie technologii cyfrowej, nowych materiałów i zaawansowanej automatyzacji,
- ▶ przekwalifikowanie siły roboczej.

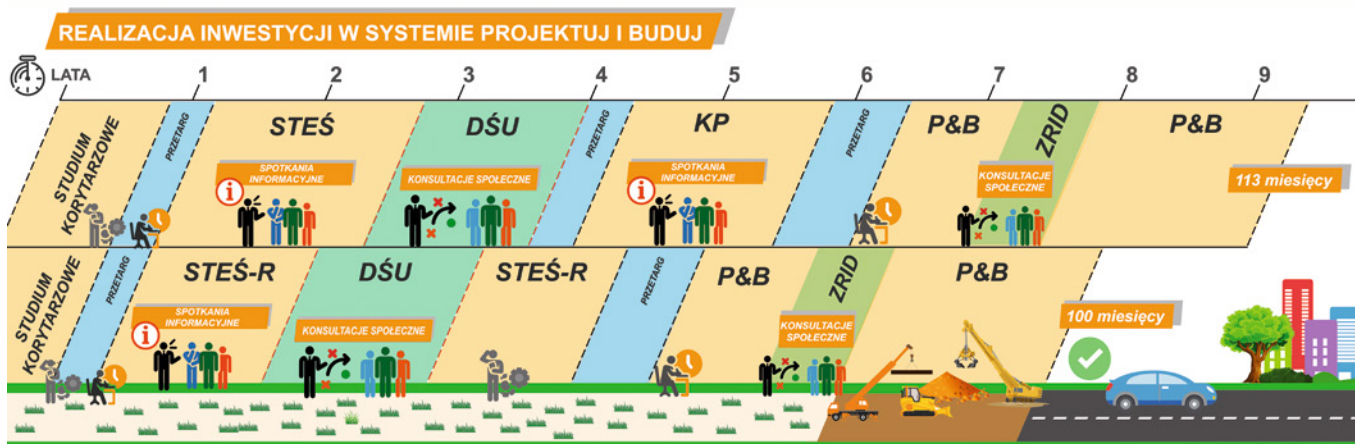
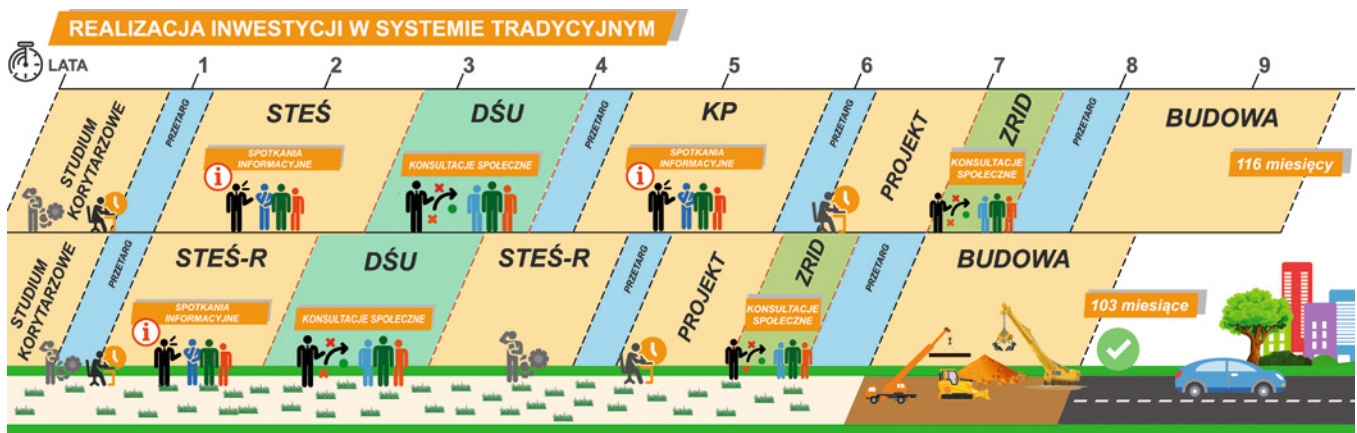
Inwestycja budowlana to proces rozciągnięty w czasie. W jaki sposób usprawnia się jego kolejne etapy?



**SZYMON PIECHOWIAK,**  
**rzecznik prasowy, Generalna Dyrekcja**  
**Dróg Krajowych i Autostrad**

Ile czasu potrzeba, żeby powstała nowa droga? Od pomysłu przez przygotowanie, budowę i oddanie finalnego produktu kierowcom? Odpowiedź brzmi: 8-10 lat. To skomplikowane przedsięwzięcie wymagające specjalistycznej wiedzy, dyscypliny, ogromnych nakładów finansowych, współpracy wielu urzędów i profesjonalnej inżynierskiej realizacji. 8-10 lat to wynik, który możemy osiągnąć przy rzetelnym procesie przygotowawczym, sprawnym uzyskiwaniu kolejnych decyzji administracyjnych i uzgodnień, przetargach bez odwołań oraz terminowej pracy projektantów i wykonawców danej inwestycji. Już od samego początku prac przygotowawczych przykładamy dużą uwagę do jak najlepszej współpracy z mieszkańcami, samorządami i organizacjami pozarządowymi. Szukamy najkorzystniejszego korytarza, w którym na kolejnym etapie projektanci wyrysowują możliwe warianty przebiegu przyszłej trasy. Efekty tych prac przedstawiamy, m.in. podczas spotkań informacyjnych,

lokalnej społeczności oraz samorządom. Po analizie zgłoszonych uwag wskazujemy optymalny wariant przebiegu, występując o wydanie decyzji środowiskowej. Dobre przygotowanie materiałów środowiskowych jest podstawą do sprawnego uzyskania tej decyzji, a także braku odwołań od niej. Zależy nam, aby cały proces przygotowawczy, w który zaangażowanych jest wiele organów administracji publicznej, przebiegał jak najsprawniej. Kolejny etap to postępowanie przetargowe. Jego usprawnienie widzimy w systemie certyfikacji wykonawców. To pozwoli nie tylko przyspieszyć wybór wykonawców, ale też zmniejszy ryzyko wydłużenia realizacji inwestycji. Chcemy podpisywać umowy ze sprawdzonymi firmami, mogącymi wykazać się odpowiednim doświadczeniem, wiedzą i potencjałem, który jest do ich dyspozycji w Polsce. Tu nie ma miejsca dla nierzetelnych wykonawców. Ostatni etap to budowa. Na tym etapie, razem z wykonawcą i nadzorem inwestorskim, dążymy do wspólnego celu, jakim jest zakończenie inwestycji zgodnie z harmonogramem i w granicach określonych umową (również w kontekście kosztów inwestycji). Tu nie powinno być podziału na dwie strony czy obozy – inwestora i wykonawcę. Zdecydowanie stawiamy na współpracę na rzecz rozwoju infrastruktury drogowej.





**BARTŁOMIEJ CYGAN,**  
zastępca dyrektora, Centrum Realizacji  
Inwestycji, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Czas realizacji inwestycji może być różnie odbierany. Przechodzień, pasażer kolei czy kierowca pojazdu odnotowuje początek inwestycji, gdy pojawiają się panowie w pomarańczowych kamizelkach, pierwszy sprzęt budowlany, zmienia się organizacja ruchu. Koniec inwestycji jest wtedy, gdy roboty się kończą, np. peron lub wiadukt zostaje udostępniony użytkownikom. Inżynier wie, że do rozpoczęcia robót konieczna jest dokumentacja projektowa, decyzje administracyjne, wyłonienie wykonawcy robót i wiele działań logistyczno-organizacyjnych. Po zakończeniu prac i przeprowadzeniu odbiorów jest dokumentacja powykonawcza i rozliczenie budowy. Projektant ma świadomość, że dokumentacja projektowa i uzyskanie decyzji administracyjnych to wielomiesięczne uzgodnienia z interesariuszami, kolejne rozwiązania techniczne i koordynacja międzybranżowa. Wszystko to jest poprzedzone badaniami geologicznymi i pracami geodezyjnymi. Przy dużych inwestycjach kolejowych etap projektowania poprzedza dodatkowo faza dokumentacji przygotowawczej, tj. studium wykonalności, w ramach którego odbywają się m.in. inwentaryzacje przyrodnicze i konsultacje społeczne. Są to zadania wieloetapowe, czasochłonne i odpowiedzialne,

bo determinujące wszystkie kolejne etapy inwestycji. Dla inwestora publicznego i zarządcy infrastruktury kolejowej, jakim są PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., przygotowanie inwestycji zaczyna się znacznie wcześniej. Proces dotyka strategicznych analiz systemu transportowego, współpracy międzynarodowej w obszarze korytarzy transportowych czy planowania wieloletniego w zakresie inwestycji i utrzymania linii kolejowych. Każdy z wymienionych wcześniej etapów wymaga pozyskania finansowania dla jego realizacji oraz przeprowadzenia postępowania zakupowego (przetargu) dla wyłonienia projektantów i wykonawców robót. Inwestor odpowiada za przeprowadzenie przetargów zgodnie z Prawem zamówień publicznych, nadzór nad przygotowaniem dokumentacji studialnej i projektowej oraz realizacją robót budowlanych. Na tym jednak jego rola się nie kończy. Wydatkowanie środków publicznych, a zwłaszcza funduszy unijnych, nakłada wiele obowiązków w zakresie ich rozliczania. Proces ten zajmuje niekiedy wiele miesięcy po zakończeniu robót. Biorąc pod uwagę odmienne perspektywy spojrzenia na tę samą inwestycję kolejową, czas jej wykonania może być różnie postrzegany. Realizacja może się wahać od kilkunastu miesięcy – tyle zajmują roboty z punktu widzenia postronnego obserwatora, do kilku lat, bo tyle trwa cały proces przygotowania i wykonania dużej inwestycji kolejowej.

*Materiały budowlane decydują o jakości i długości eksploatacji powstających obiektów. Liczy się szybkość ich produkcji i terminowość dostaw. Czego oczekują klienci od producentów materiałów budowlanych w tym zakresie?*



**TADEUSZ WASĄG,**  
prezes zarządu, Stowarzyszenie  
Producentów Chemii Budowlanej

Obecnie tempo budownictwa wymaga szanowania terminów i czasu przez wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego. Wykonawcy wymagają terminowych dostaw materiałów o najwyższej jakości, a producenci chemii budowlanej – harmonogramu dostaw. Znaczenie chemii budowlanej jest widoczne na każdym etapie powstawania budynku czy też obiektu inżynierskiego. Posłużę się kilkoma przykładami: na budowie oczekuje się takiego betonu towarowego, który przetrzyma transport w korkach, w upale, po dowiezieniu będzie urabialny przez dwie godziny, a następnie po wbudowaniu późnym popołudniem będzie możliwość jego rozformowania następnego dnia. W tym przykładzie kapitalne znaczenie mają domieszki do betonu.

Przy remoncie warstwy wykończeniowej na parkingach wykonawca oczekuje takiego systemu posadzek żywicznych, aby w ciągu weekendu położyć wszystkie warstwy żywicy i w poniedziałek oddać parking do użytkowania. Trzeci przykład to wpływ chemii na tempo budowy: beton dostarczany do maszyny torkretującej po dodaniu przyspieszacza musi osiągnąć wytrzymałość po 6 minutach > 0,2 Mpa i to przy ujemnej temperaturze zewnętrznej. Bardzo wysokie wymagania stawiają współczesne wysoko zautomatyzowane zakłady prefabrykacji, standardem stają się dwa cykle wykorzystania form w ciągu doby. Cytując prof. Zbigniewa Giergicznego, postęp w technologii betonu wyznacza chemia budowlana. Nie należy zapominać o światowych trudnościach na rynku surowców, które często wpływają na terminy dostaw do odbiorców. Terminowość dostaw to dzisiaj wyzwanie dla wszystkich podmiotów łańcucha inwestycyjnego i jest możliwa do osiągnięcia przy wzajemnym poszanowaniu uwarunkowań wszystkich stron.

## Jak jest wpływ prawodawstwa na czas przygotowania i realizacji inwestycji budowlanej?



**mg inż. MARIUSZ OKUŃ,**  
**rzecznik budowlany, członek Rady**  
**Krajowej PIIB**

Ustawodawcy praktycznie od zawsze mówią i piszą o usprawnieniu, czyli skracaniu procesu inwestycyjnego. Gdzie tkwi problem, czy w samej realizacji, czy wręcz przeciwnie – w kwestiach proceduralnych i przedłużających się formalnościach związanych z rozpoczęciem procesu realizacji inwestycji? Praktyków nie trzeba przekonywać. Istotną potrzebą rynku jest uregulowanie i uproszczenie postępowania administracyjnego, ale nie kosztem bezpieczeństwa. Problem czasowy nie leży w samym projekcie, lecz, mówiąc kolokwialnie, w załącznikach poprzedzających proces uzyskania warunków zabudowy, decyzji środowiskowej, decyzji wodnoprawnej, umowy na przyłącza mediów itd. To tak naprawdę one determinują czas realizacji inwestycji. Do tego dołożmy nieprzemyślaną legislację i niemal permanentne nowele ustaw i rozporządzeń, czyli nowelizacje nowelizacji, co w oczywisty sposób nie sprzyja realizacji inwestycji. Sama Prawo budowlane od wejścia w życie 1 stycznia 1995 r. było już nowelizowane ponad 130 razy! W efekcie prawo jest skomplikowane, wewnętrznie sprzeczne, niezrozumiałe i niemożliwe do zastosowania,

a praktyka jest nadal o krok przez literalnym brzmieniem. Główną przyczyną niskiej jakości ustaw i potrzeby ich ciągłego poprawiania jest praktyczny brak dialogu społecznego. Stwarza to bardzo duże możliwości interpretacyjne niejasnych przepisów i tym samym tzw. prawo powiatowe będzie się miało coraz lepiej, skutkując koniecznością wykonywania dodatkowych, nieokreślonych przepisami czynności.

Fundamentem jest dobre prawo, przecież wszystkim nam powinno zależeć na jasnych przepisach. Prawo pisane na kolanie na pewno nie jest potrzebne i nie służy realizacji inwestycji. Ciągłe nowelizacje budzą kolejne kontrowersje i obawy o negatywne skutki proponowanych zmian „upraszczających” proces budowlany.

Środowisko dużo sobie obiecuje po wprowadzeniu cyfryzacji procesu budowlanego – elektronicznych wniosków procedur budowlanych włącznie z elektronicznym dziennikiem budowy. Początek na pewno będzie trudny, wymagający odpowiednich zasobów sprzętowych, systemowych i przede wszystkim przestawienia mentalności uczestników procesu budowlanego oraz – co nie jest bez znaczenia – pracowników AAB i PINB. Sformalizowanie wniosków i ustalenie precyzyjnych procedur w kierunku jednolitych wymagań w administracji budowlanej powinny skutkować brakiem możliwości ich subiektywnych interpretacji.





## 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>

