

MOTORY ROZWOJU

czyli największe osiągnięcia naukowe w budownictwie i architekturze

Powszechnie wiadomo, że siłą napędową wszelkich przemian cywilizacyjnych jest nauka. Jak wykorzystywana jest w budownictwie i architekturze? Z jakich dążeń oraz potrzeb się rodzi? Co oferuje wykonawstwu budowlanemu? Jakie przełomowe rozwiązania i dokonania inżynierskie są wynikiem badań naukowych? Które z nich odegrały największą rolę w rozwoju budownictwa, a w jakich dziedzinach wciąż są przedmiotem poszukiwań oraz wyzwań? Oddajemy głos uznanym w swoich dziedzinach, cenionym autorytetom i przedstawicielom branży.



dr hab. inż. arch. Joanna Jabłońska, prof. uczelni

Prodziekan ds. Badań i Współpracy Międzynarodowej
Wydziału Architektury Politechniki Wrocławskiej (WA PWr)

Szczęśliwie rynek produktów budowlanych, również dostępnych narzędzi do projektowania akustyki budowlanej i wewnątrz, znacznie się rozwinął, co ułatwia pracę projektantów, sprawiając, iż jest ona miarodajna oraz celowa.

W nurcie dynamicznie rozwijającej się codzienności naszych pracowni i uczelni bardzo ważne są zaawansowane prace badawczo-rozwojowe związane z akustyką budowlaną oraz architektoniczną, której rolę należy wyeksponować szczególnie w zakresie rozwiązywania bezpiecznych miejsc pracy, tj. biura (np. *open office*) czy placówek służby zdrowia (np. szpitali). Co ciekawe, wysoki komfort izolacyjności od dźwięków powietrznych, materiałowych i wibracji stał się ostatnio synonimem luksusu. Myślę tu o rynku mieszkaniowym – apartamentach. Zapewnienie ciszy w środowisku zbudowanym, urbanistyce, w tym również redukcji hałasu pogłosowego, jest celem świadomie kształtowanej polityki zarówno Unii Europejskiej (m.in. Dyrektywa nr 2003/10/WE, ISO/TC 43/SC 2, ISO 3382-3:2012), jak i krajowego prawodawstwa (np. § 323. tzw. warunków technicznych, PN-B-02151-3:2015-10, PN-B-02151-4:2015-06, PN-B-02151-2:2018-01) i jest równie ważne dla zdrowia człowieka, jak dbałość o zrównoważony rozwój, ograniczenie emisji CO₂ czy redukcję pyłów zawieszonych w powietrzu.

Z moich badań wynika, że w wielu miejscach wymagania w przywołanych normach są spełnione, co cieszy, niemniej planiści przestrzeni, architekci, urbaniści oraz inżynierowie budownictwa wciąż mają wiele do zrobienia, ponieważ notuję szereg przekroczeń (np. średni równoważny poziom dźwięku L_{Aeq} emitowany przez ruch kołowy w strefach mieszkaniowych czy rekreacyjnych) lub niekorzystnych rozbieżności między parametrami pożądanymi a rzeczywistymi (wydłużone czasy pogłosu, niewystarczająca chłonność akustyczna, niezrozumiałość mowy). Istotna jest w tym zakresie rola uczelni kształcących przyszłych profesjonalistów, do których należy edukacja i budowanie świadomości niebezpieczeństw związanych z dźwiękami niepożądanymi oraz długotrwałym hałasem o nawet pozornie „niewielkim” poziomie. Szczęśliwie rynek produktów budowlanych, również dostępnych narzędzi do projektowania akustyki budowlanej i wewnątrz, znacznie się rozwinął, co ułatwia pracę projektantów, sprawiając, iż jest ona miarodajna oraz celowa. Podsumowując, rewolucja akustyczna w budownictwie trwa, a jej efekty to zdrowie, a także komfort użytkowników!

dr hab. inż. Karol Prałat, prof. uczelni

Politechnika Warszawska

Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii

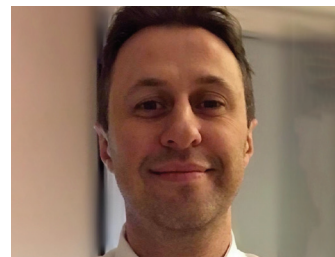
Inżynieria materiałowa w budownictwie związana jest z otrzymywaniem nowych technologii, materiałów o innowacyjnych właściwościach wpisujących się w strategię zrównoważonego rozwoju, zagospodarowaniem odpadów, recyklingiem czy zastosowaniem mikrododatków w kompozytach. W ostatnich latach ze względów ekologicznych, ograniczenia emisji CO₂ oraz oszczędności naturalnych surowców do produkcji cementu aktywnie poszukuje się materiału, który mógłby go zastąpić. Sposobem na poprawę sytuacji ekologicznej mogłoby być zastosowanie materiału wiążącego o podobnych właściwościach do cementu portlandzkiego. Jest to trudne zadanie i na pewno w najbliższej perspektywie czasowej niemożliwe do zrealizowania. Pozycja cementu jako najbardziej istotnego spoiwa jest niepodważalna i na pewno jeszcze długo taka pozostanie.

Jednakże od połowy XX wieku prowadzi się intensywne badania związane z materiałami geopolimerowymi. Istnieje przypuszczenie, że w pewnych zastosowaniach te innowacyjne materiały mogą stać się realnym zamiennikiem dla tradycyjnych spoiw. W tym kontekście geopolimery mają szansę zostać największym osiągnięciem naukowym w budownictwie. W 1970 roku Joseph Davidovits jako pierwszy zastosował termin „geopolimer”, stwierdzając, iż badane przez niego związki należą do grupy polimerów, gdyż ulegają polimeryzacji i twardnieją w temperaturze pokojowej. Francuski naukowiec zauważył jednocześnie, iż zachowują one trwałość, a także nie ulegają spalaniu w wysokiej temperaturze. Interesujące właściwości innowacyjnych materiałów spowodowały znaczne zainteresowania badaczy geopolimerami w ostatnich latach. Niezbędne jest, aby nowe materiały, zanim zostaną wprowadzone na rynek, były dobrze poznane. Należy dokonać oceny ich charakterystyk, co jest jednak często bardzo kosztowne i czasochłonne. Pomimo tego przemysł geopolimerów rozwija się. Obecnie nie ma jednoznacznych i konkretnych danych związanych z wielkością rynku tych materiałów.

W Stanach Zjednoczonych oraz Australii rozpoczęto szerokie stosowanie geopolimerów w sektorze transportu. Wysoka wytrzymałość tych materiałów oraz możliwość regulacji czasu wiązania sprawiły, że znalazły one zastosowanie w naprawach autostrad oraz pasów startowych na wielu lotniskach. Czasopisma branżowe informowały, że w 2014 roku stworzono pierwsze w Australii całkowite nawierzchnie wykonane w całości z materiałów geopolimerowych. Wiadomo również, że geopolimery dzięki swojej strukturze mają zdolność do wychwytywania i stabilizacji toksycznych zanieczyszczeń oraz odpadów radioaktywnych. Geopolimery, które posiadają wysoką trwałość w środowisku korozyjnym, wylapują i blokują w swojej strukturze niebezpieczne pierwiastki obecne w materiałach odpadowych.

W 1998 roku podjęto próbę wykorzystania geopolimeru jako bariery dla 30 ton odpadów radioaktywnych niskiego poziomu w zakładzie uzdatniania wody w kopalniach w Niemczech. Badania naukowe donoszą, że beton geopolimerowy zastosowano również z powodzeniem jako osłonę w celu kapsułkowania wysoko radioaktywnych odpadów z uszkodzonego reaktora w Czarnobylu. Kolejnym bardzo obiecującym zastosowaniem tych materiałów jest ich wykorzystanie jako kompozytów ognioodpornych z włóknem węglowym oraz szklanym. Wzmocnione włóknami innowacyjne kompozyty nie palą się oraz nie wydzielają dymu. Znanymi doniesieniami o zastosowaniu geopolimerów w bolidach Formuły 1 oraz bombowcach US Air Force.

Liczne zastosowania geopolimerów w różnych dziedzinach gospodarki wynikające z właściwości tych materiałów powodują, że ich popularność ciągle rośnie, a to wymusza na badaczach i inżynierach działania w kierunku lepszego poznawania innowacyjnych kompozytów. Ciągle jednak nie wszystko jest wiadome w dziedzinie geopolimerów, a przed nauką stoi bardzo wiele wyzwań.



Liczne zastosowania geopolimerów w różnych dziedzinach gospodarki, wynikające z właściwości tych materiałów, powodują, że ich popularność ciągle rośnie, a to wymusza na badaczach i inżynierach działania w kierunku lepszego poznawania innowacyjnych kompozytów.





W budownictwie kubaturowym beton pozwala na realizację marzeń inwestorów oraz architektów o przekrywaniu dużych rozpiętości, a także wznoszeniu coraz wyższych budowli czy uzyskiwaniu nietypowych, dowolnie kształtowanych brył budynków.

prof. dr hab. inż. Anna Halicka

Politechnika Lubelska

Przewodnicząca Sekcji Konstrukcji Betonowych Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN

Wielkim osiągnięciem budownictwa był i jest beton – ponadczasowy materiał konstrukcyjny. Pierwsze realizacje konstrukcji z betonu mają już przecież niemal dwa tysiące lat (rzymski Panteon), a po latach zapomnienia idea betonu wróciła w XIX wieku za sprawą wynalezienia współczesnego cementu. Rozpoznanie cech betonu i pomysł najpierw jego zbrojenia, a później sprężenia, skutkowały w XX wieku spopularyzowaniem betonu jako podstawowego materiału konstrukcyjnego we wszystkich właściwie obszarach działalności budowlanej. Wiek XXI to w dalszym ciągu czas betonu.

Współczesny beton konstrukcyjny pozwala stawiać czoła wyzwaniu łączenia mostami i wiaduktami brzegów coraz szerszych rzek czy dolin, jest budulcem dróg oraz lotnisk spełniających wymogi nowoczesnych środków transportu, a także natężenia ruchu. Beton nie ma alternatywy w realizacji podziemnych części budynków, obiektów budownictwa hydrotechnicznego i obiektów gospodarki wodno-ściekowej. W budownictwie kubaturowym pozwala na realizację marzeń inwestorów oraz architektów o przekrywaniu dużych rozpiętości, a także wznoszeniu coraz wyższych budowli czy uzyskiwaniu nietypowych, dowolnie kształtowanych brył budynków.

Jest materiałem żywym, nieustannie ulepszanym i nadal „wdzięcznym” przedmiotem badań naukowych. Z materiału pierwotnie trójskładnikowego (cement, kruszywo, woda) stał się materiałem wieloskładnikowym, w którym dodatki i domieszki modyfikują oraz poprawiają jego różne cechy. Pojawił się i jest coraz szerszej stosowany fibrobeton, beton polimerowy, samozagęszczalny, architektoniczny, barwiony, wodoprzepuszczalny czy nawet „przezroczysty”.

Niedostatkami betonu jest co prawda znaczna emisja dwutlenku węgla przy pozyskiwaniu i wytwarzaniu jego składników, ale zmniejszenie „śladu węglowego” jest dziś największym wyzwaniem, a także równocześnie troską wytwórców cementu oraz betonu – stąd pojawiają się w ostatnich latach betonów niskoemisyjnych. Zauważyć też trzeba tendencję do depopowania w betonie różnego rodzaju materiałów odpadowych, począwszy od popiołów przez odpady ceramiczne czy odpady z tworzyw sztucznych.



W ciągu zaledwie kilkunastu lat standardy w zakresie termoizolacyjności okien wzrosły blisko trzykrotnie.

dr inż. Jerzy Szyszka

Katedra Budownictwa Ogólnego

Politechnika Rzeszowska

Członek Rady Recenzentów czasopisma Eng

Jestem pod ogromnym wrażeniem rozwoju technologii szkła budowlanego i szyb zespolonych. Szkło jest materiałem wyjątkowym. Stwarza możliwości projektowania przegród, które chronią wnętrze budynku przed wpływami atmosferycznymi oraz hałasem, umożliwiają jego integrację ze środowiskiem zewnętrznym, wykorzystanie naturalnego światła i ciepła promieniowania słonecznego. W ciągu zaledwie kilkunastu lat standardy w zakresie termoizolacyjności okien wzrosły blisko trzykrotnie. Straty ciepła, które przenika przez szyby, ogranicza się, stosując powłoki niskoemisyjne, zastępując powietrze gazami szlachetnymi, próżnią lub wypełniając przestrzeń międzyszybową granulatem aerożelowym. Obserwujemy rozwój technologii integracji szyb z innowacyjnymi materiałami budowlanymi. Połączenie właściwości szkła tzw. efektu szklarniowego z nowoczesnymi materiałami i technologiami stwarza możliwości ograniczone właściwie tylko wyobraźnią oraz kreatywnością projektanta. Szklane fasady mogą interaktywnie reagować na warunki środowiskowe lub potrzeby użytkowników (np. szkło elektrochromatyczne, szyby laminowane foliami ciekłokrystalicznymi czy szyby żaluzjowe). Stosowanie izolacji transparentnych umożliwia zimą magazynowanie ciepła promieniowania słonecznego, które może być wykorzystane nawet po zachodzie

stońca. Efekt ten można zintensyfikować, zwiększając masę termiczną przegrody np. przez jej integrację z materiałem zmiennofazowym. Znane są także rozwiązania wykorzystania szklanych fasad do redukcji poziomu formaldehydów w powietrzu dzięki reakcji fotokatalizacyjnej. Połączenie wymienionych, tylko nielicznych właściwości nowoczesnych szyb z ogólnie dostępną elektroniką, sterownikami, siłownikami czy integracja z ekologicznym źródłem zasilania (ogniwami PV) otwiera możliwości, które jeszcze kilka lat temu były nierealne ze względu na koszty. Nowoczesne szyby posiadają ogromny potencjał w zakresie kreowania przegród inteligentnych, interaktywnych i multifunkcyjnych. Umożliwiają rozwój, wpisujących się w trend budownictwa zrównoważonego, technologii interaktywnych ścian kolektorowo-akumulacyjnych dedykowanych dla lokalnych warunków klimatycznych. Tematyka ta jest mi szczególnie bliska. Badania w tym zakresie od wielu lat są realizowane na Politechnice Rzeszowskiej.

dr inż. Szymon Firląg

Wydział Inżynierii Lądowej

Politechnika Warszawska

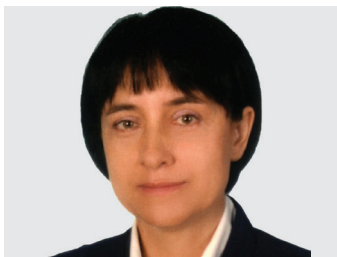
Związek Pracodawców – Producentów Materiałów dla Budownictwa

Trudno jest jednoznacznie wskazać największe osiągnięcie naukowe w budownictwie, a także architekturze. Badania oraz analizy wykonywane w tych dziedzinach dotyczą różnych obszarów i kierunków. Z mojego punktu widzenia ważne są aspekty szeroko rozumianego zrównoważonego rozwoju. W tym obszarze szczególnie interesujące wydają mi się badania naukowe dotyczące jakości środowiska wewnętrznego oraz komfortu życia w budynkach. Widać w nich, że z poziomu ogólnego lub zbiorowego przechodzi na poziom indywidualny. Badamy nie tylko wpływ mierzalnych parametrów, jak temperatura powietrza oraz jego jakość, ale i wystroju wnętrz czy zieleni. Monitorujemy w sposób zautomatyzowany obecność, a także preferencje użytkowników. To wszystko ma znaczenie szczególnie w czasie walki z pandemią, kiedy zależy nam na ograniczeniu ryzyka zakażeń w budynkach. Jakość i monitorowanie środowiska wewnętrznego jest tu kluczowe. Bardzo ważne są również badania dotyczące zmiany klimatu oraz jego wpływu na projektowanie budynków. Wszystkie scenariusze wskazują na ocieplanie się klimatu, a także intensyfikację zjawisk ekstremalnych. W miastach zwiększy się efekt wyspy ciepła. Ta wiedza, poparta wynikami badań naukowych, powinna posłużyć do stworzenia przepisów i wymagań stawianych projektowanym, a także modernizowanym budynkom. Już teraz trzeba uruchomić proces adaptacji do zmian klimatycznych. Przykładowo źle zaprojektowane i użytkowane budynki energooszczędne mogą łatwiej ulegać ryzyku przegrzewania. Aby osiągnąć wymagany komfort wewnętrzny, konieczne jest instalowanie aktywnych systemów chłodzenia lub klimatyzacji. Te z kolei prowadzą do zwiększenia zużycia energii oraz efektu wyspy ciepła. Tymczasem zastosowanie zewnętrznych elementów zacięniających, a także odpowiednie użytkowanie systemów wentylacji mechanicznej pozwala rozwiązać ten problem. Podobnie badania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków pokazują, że najbardziej energooszczędne są w pełni przeszklone budynki biurowe. Może się zatem okazać, że razem z ocieplaniem się klimatu szklane wieżowce będą wyburzane z uwagi na zbyt dużą energochłonność i niską jakość środowiska wewnętrznego.



Może się okazać, że razem z ocieplaniem się klimatu szklane wieżowce będą wyburzane z uwagi na zbyt dużą energochłonność i niską jakość środowiska wewnętrznego.





Pomimo zaznaczającej się tendencji niżkowej zużycie energii w sektorze budowlanym (w połączeniu z bardzo energochłonną produkcją materiałów oraz wyrobów budowlanych) utrzymuje się stale na stosunkowo wysokim poziomie.

prof. dr hab. inż. Halina Garbalińska

Przewodnicząca Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Lądowa i Transport”
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Rewolucyjne wręcz zmiany w dotychczasowym podejściu do sposobu projektowania obiektów budowlanych oraz realizacji inwestycji *stricte* budowlanych oraz tych związanych z szeroko pojętym transportem wymuszane są przez radykalnie zmieniające się regulacje prawne w zakresie ograniczenia zużycia energii oraz surowców naturalnych. Przy czym podkreślić należy, że największe rezerwy oszczędnościowe tkwią w sektorze budownictwa, przemysłu i transportu, które należą do najbardziej energochłonnych.

Podejmowane w tym zakresie działania powoli przynoszą wymierne rezultaty także w naszym kraju. Potwierdza to opracowanie GUS pt. *Zużycie paliw i nośników energii* z grudnia 2020. Wynika z niego, że zużycie ciepła w 2019 r. plasowało się na poziomie 444,3 PJ, a więc obniżyło się w stosunku do roku 2018 o 0,7%; przy czym zużycie ciepła w przemyśle i budownictwie stanowiło 56,8%. Natomiast zużycie energii elektrycznej w 2019 r. wyniosło 161,0 TWh, czyli w porównaniu do 2018 r. spadło o 1,2%; przy czym zużycie w przemyśle oraz budownictwie stanowiło 42,5% całości.

Pomimo zaznaczającej się tendencji niżkowej zużycie energii w sektorze budowlanym (w połączeniu z bardzo energochłonną produkcją materiałów oraz wyrobów budowlanych) utrzymuje się stale na stosunkowo wysokim poziomie.

Z tego względu podejmowanych jest szereg dalszych działań na rzecz obniżenia zapotrzebowania na energię przeznaczoną na eksploatację budynków (dzięki zastosowaniu nowatorskich materiałów i technologii), ale także na zminimalizowanie tzw. energii wbudowanej (dzięki zastosowaniu m.in. materiałów recyklingowych).

W Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie w ramach dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport prowadzone są prace dotyczące:

- 1) efektywności energetycznej budynków oraz oszczędności energii wbudowanej w strukturę budynków i zasobów naturalnych,
- 2) efektywnej energetycznie eksploatacji infrastruktury transportowej w procesie składowania transportowanych towarów wymagających utrzymania zadanych warunków klimatycznych,
- 3) innowacyjnych mieszanek mineralno-asfaltowych przyjaznych dla środowiska stosowanych na krajowych inwestycjach drogowo-mostowych.

Badania te przekładają się korzystnie na funkcjonowanie gospodarki, przyczyniają się do ochrony środowiska naturalnego wskutek ograniczenia zużycia energii i tym samym śladu węglowego, oraz służą budowaniu bezpieczeństwa energetycznego kraju.