

Budownictwo jutra – poznaj innowacje, które zmieniają plac budowy!

Czy wiesz, że współczesna budowa to nie tylko beton i cegły, ale przede wszystkim zaawansowane technologie cyfrowe, druk 3D i ekologia? Artykuł „Innowacje budowlane” zabierze Cię w podróż po najnowszych rozwiązaniach, które rewolucjonizują polski rynek.

Dowiesz się z niego m.in.:

- Jak nowoczesna prefabrykacja odcina się od „wielkiej płyty” z czasów PRL, oferując dziś precyzję, szybkość montażu i doskonałą izolację.
- Czym jest technologia 3DCP, czyli jak wielkogabarytowe drukarki „drukują” budynki warstwa po warstwie.
- Na czym polega magia BIM (Building Information Modeling) – cyfrowego serca inwestycji, które pozwala zarządzać budynkiem od projektu aż po rozbiórkę.
- Jakie materiały przyszłości już dziś wkraczają na rynek, od aerożeli i zapraw nanokrzemianowych po samoczyszczące tynki.
- W jaki sposób Branżowe Centra Umiejętności (BCU), w tym nowo powstały ośrodek w Lublinie, kształcą kadry gotowe na te wyzwania, wykorzystując m.in. wirtualną rzeczywistość (VR).

Artykuł pokazuje, jak budownictwo staje się branżą zrównoważoną, bezpieczną i niezwykle nowoczesną. To lektura obowiązkowa dla każdego, kto chce zrozumieć, jak będą powstawać nasze domy i miasta w najbliższych latach.

Zapraszamy do lektury i odkrycia przyszłości budownictwa już dziś!

Tradycyjny model kształcenia kadr budowlanych w Polsce, a także w Europie i na świecie, pozostawia niewiele miejsca na upowszechnianie rozwiązań nowatorskich. Dzieje się tak, ponieważ edukacja formalna w szkołach zawodowych, technikach i studiach wyższych bazuje na podstawach programowych, które zawsze są i będą kluczowe dla zdobywanych kompetencji zawodowych. W takiej sytuacji pojawia się pytanie, w jaki sposób propagować i wdrażać nowoczesne technologie, nie tylko w budownictwie, ale w ogóle w całej gospodarce. Odpowiedzią są Branżowe Centra Umiejętności.

Branżowe Centra Umiejętności

W całej Polsce tworzona jest sieć 120 Branżowych Centrów Umiejętności. Jest to nowa, zaawansowana forma kształcenia zawodowego wpisana na listę jednostek systemu oświaty. BCU oferują bezpłatne, specjalistyczne kursy i szkolenia dla uczniów, studentów, nauczycieli oraz dorosłych, skupiając się na nowoczesnych technologiach i ścisłej współpracy z pracodawcami. Działające w Polsce BCU wyspecjalizowane są w wielu branżach, takich jak: transport-spedycja-logistyka, reklama, energetyka odnawialna, automatyka, robotyka, motoryzacja, gastronomia, lotnictwo, elektryka, turystyka, reklama, bezpieczeństwo i higiena pracy, terapia zajęciowa, pomoc społeczna, rolnictwo, bioenergetyka, kolejnictwo czy przemysł: chemiczny, mleczarski, spożywczy, przetwórczy.

BCU w dziedzinie prac budowlanych

W Lublinie dzięki funduszom z Krajowego Planu odbudowy powstało Branżowe Centrum Umiejętności w dziedzinie prac budowlanych. Liderem projektu jest Polskie Towarzystwo Mieszkaniowe Lublin, a partnerem Gmina Lublin reprezentowana przez Państwowe Szkoły Budownictwa i Geodezji im. Hieronima Łopacińskiego. Siedziba BCU znajduje się w centrum miasta, pod adresem Aleje Racławickie 5, 20-001 Lublin. Placówka zajmuje łącznie ponad 600 mkw. powierzchni. W jej skład wchodzi pomieszczenia do praktycznej nauki zawodu, hala do praktycznej nauki zawodu z możliwością przeprowadzania certyfikowanych egzaminów, sale wykładowa i komputerowa, laboratoria oraz pełne zaplecze edukacyjne i sanitarne.

Upowszechnianie nowatorskich rozwiązań w kształceniu zawodowym dla branży budowlanej należy obecnie widzieć bardzo szeroko. Obejmować musi ono następujące elementy:

- Propagowanie zaawansowanych technologii budowlanych w celu skrócenia czasu realizacji, obniżenia kosztów, zwiększenia precyzji oraz poprawy efektywności energetycznej budynków.
- Stosowanie zaawansowanych materiałów konstrukcyjnych, instalacyjnych, izolacyjnych i wykończeniowych.
- Wdrażanie i stosowanie technologii cyfrowych poprawiających efektywność, bezpieczeństwo i proekologiczność.
- Wdrażanie zasad gospodarki obiegu zamkniętego - recykling materiałów budowlanych w formule dembiórki.
- Wprowadzanie zasad zrównoważonego rozwoju w aspekcie środowiskowym, ekonomicznym i społecznym.
- Przestrzeganie, podnoszenie i ustanawianie nowych standardów BHP w obliczu rozwoju technologii i nowych zagrożeń na budowie.
- Edukację skoncentrowaną na praktycznych umiejętnościach, wspartych fachową wiedzą i kompetencjami społecznymi.

Zaawansowane technologie budowlane

Prefabrykacja i moduły

Prefabrykacja polega na produkowaniu poszczególnych elementów konstrukcyjnych budynku w zakładzie przemysłowym, a następnie przewożeniu ich na plac budowy w celu montażu. Pierwsze skojarzenie, jakie w nią mamy dotyczy budownictwa wielkopłytkowego w okresie PRL. Miało ono bardzo dużo wad, takich jak niska jakość wykonania, zła izolacja akustyczna mieszkań, słaba wentylacja, nieefektywne instalacje sanitarne i elektryczne, małe i nieustawne wnętrza oraz liczne mostki termiczne wpływające na przemarzanie ścian, zawilgocenia i zagrzybienia. W efekcie budynki w tamtego okresu mają ograniczoną żywotność, a ich cechy konstrukcyjne (dużo ścian nośnych) uniemożliwiają swobodną aranżację mieszkań. Problemem są małe i niskie pomieszczenia, brzydkie klatki schodowe, małe windy, zsypy na odpady, ograniczona dostępność dla osób z niepełnosprawnością, a w otoczeniu częsty brak miejsc parkingowych.

Tej dawnej prefabrykacji nie można jednak utożsamiać z tym, jak wygląda ona obecnie. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na to, że obecnie dzielimy ją na dwa podstawowe obszary. Betonowa obejmuje bardzo dużo różnorodnych elementów, z

których składają się obiekty budowlane. Są to m.in.: ściany, stropy, balkony, schody, belki, słupy, kanały, zbiorniki, płyty drogowe, płyty fundamentowe, mury oporowe, kanały, tunele. Odmianą prefabrykacji betonowej jest też technologia produkcji gotowych ścian z keramzytobetonu (lekkiego kruszywa ceramicznego), które są trwałe, stosunkowo lekkie, mają bardzo dobre właściwości izotermiczne i pozwalają na szybki montaż na placu budowy. Natomiast prefabrykacja szkieletowa (najczęściej drewniana, ale może być także stalowa lub aluminiowa) polega na produkowaniu w halach fabrycznych głównej konstrukcji budynku w postaci gotowych paneli, a następnie montowanie ich na wcześniej przygotowanym fundamencie. Możliwe jest także wytwarzanie gotowych i pasujących do siebie elementów więźby dachowej. Coraz większego znaczenie nabiera ponadto prefabrykacja elementów z drewna klejonego i różnego rodzaju sklejki budowlanej.

Prefabrykacja, zarówno betonowa, jak i szkieletowa, jest coraz powszechniej stosowana w budownictwie, a jej znaczenie stale rośnie. Najważniejsze pozytywy prefabrykacji to:

- **Wyższa i powtarzalna jakość**

Produkcja odbywa się w halach z kontrolowaną stałą temperaturą i wilgotnością, z dobrym oświetleniem, zapleczem maszynowym, narzędziowym i sanitarnym. Takie warunki pracy eliminują błędy ludzkie wynikające z pracy na zewnątrz, która na budowach odbywa się często w trudnych warunkach atmosferycznych. Elementy wytworzone w hali mają bardzo dużą precyzję wymiarową i wysoką wytrzymałość.

- **Znaczne skrócenie czasu budowy**

Prefabrykaty betonowe dzięki dojrzewaniu w idealnych warunkach uzyskują odpowiednią wytrzymałość szybciej, co umożliwi montaż i obciążenie konstrukcji w znacznie krótszym czasie niż ma to miejsce przy zastosowaniu tradycyjnych technologii.

Prefabrykaty szkieletowe mogą być produkowane w fabryce przez cały rok przy zachowaniu reżimu technologicznego. Ponadto mogą być wytwarzane w tym czasie, gdy na placu budowy trwają prace ziemne i fundamentowe. Montaż staje się wówczas terminowy, szybki, bezpieczny. Pozwala to na skrócenie czasu inwestycji nawet o kilkadziesiąt procent. Należy ponadto podkreślić, że większość elementów prefabrykowanych szkieletowych w ogóle nie może być wykonana na placu budowy, co przekłada się na brak możliwości zastosowania zaawansowanych technologii w tradycyjnym modelu wznoszenia budowli.

- **Ekologia i mniejsza ilość odpadów**

Obecnie każdy zakład produkcji elementów budowlanych ma obowiązek prowadzenia tzw. karty ewidencji odpadów oraz wystawiania kart przekazania odpadu. W warunkach produkcyjnych materiały takie jak: cement, kruszywa, stal, drewno, izolacje, folie czy chemikalia są optymalnie wykorzystywane. W efekcie odpady produkcyjne są minimalizowane, a te, które powstają można poddawać recyklingowi. Świeże resztki betonu mogą być płukane w celu odzyskania kruszywa i wody technologicznej. Stwardniały beton jest kruszony i wykorzystywany np. jako podbudowa dróg. Żelazo zbrojeniowe jest w całości przekazywane do hut i tam ponownie przetwarzane do ponownego przetworzenia.

Na budowie wykonywanej tradycyjnymi metodami bardzo trudno jest prowadzić selektywną zbiórkę odpadów. Po pierwsze jest ich bardzo dużo, a po drugie większość ma charakter zmieszany, przez co nie mogą być poddane recyklingowi. Wywóz odpadów przekłada się ponadto na hałas i zapylenie.

- **Większe bezpieczeństwo na budowie**

Prefabrykacja przekształca proces budowlany z niebezpiecznej pracy fizycznej w kontrolowany proces montażu. Dzieje się tak, ponieważ przenosi większość skomplikowanych prac do fabryki, przez co zmniejsza się ryzyko wypadków na placu budowy. Wpływ mają na to takie elementy jak: redukcja niewykwalifikowanych pracowników, wykonywanie przez robotników prac powtarzalnych, zmniejszenie ilości prac nietypowych wykonywanych na rusztowaniach oraz na wysokości w przestrzeniach grożących wypadnięciem, upadkiem lub uderzeniem, utrzymywanie większego porządku na placu budowy, ograniczenie czasochłonności robót wykonywanych w złych warunkach pogodowych, łatwiejszy dobór odpowiedniego wyposażenia narzędziowego oraz elementów stroju zwiększających bezpieczeństwo.

- **Zmniejszenie uciążliwości dla otoczenia oraz jego degradacji**

Kluczowe korzyści w tym zakresie to redukcja hałasu, zapylenia, odpadów oraz skrócenie czasu trwania całej inwestycji, co w praktyce oznacza mniejsze obciążenie dla całego otoczenia.

Dopuszczalny poziom hałasu w dzień na terenach zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej wynosi 55 dB, a w nocy 45 dB. Powoduje go praca ciężkiego sprzętu (koparki, spycharki, ładowarki, żurawie, betoniarki oraz ciężarówki dowożące materiały), urządzenia udarowe i wibracyjne, elektronarzędzia oraz wykonywane

roboty konstrukcyjne. Wykorzystanie technologii prefabrykowanych bardzo wyraźnie zmniejsza ten hałas, nawet o połowę.

Główne źródła zapylenia na budowach to cięcie, szlifowanie, wiercenie, frezowanie oraz piaskowanie materiałów takich jak: beton, cegła, kamień, drewno, płytki ceramiczne, transport i składowanie, w tym przede wszystkim przesypywanie materiałów sypkich (piasek, cement, gips, kruszywa) oraz wykonywane prace ziemne oraz roboty wykończeniowe. Najbardziej szkodliwy jest pył krzemionkowy, który powstaje podczas cięcia betonu i cegieł, pył wapienny, cementowy i gipsowy. Wdychanie takich zanieczyszczeń może prowadzić do poważnych chorób układu oddechowego. Zapylenie, podobnie jak hałas, jest też bardzo uciążliwe dla okolicznych mieszkańców.

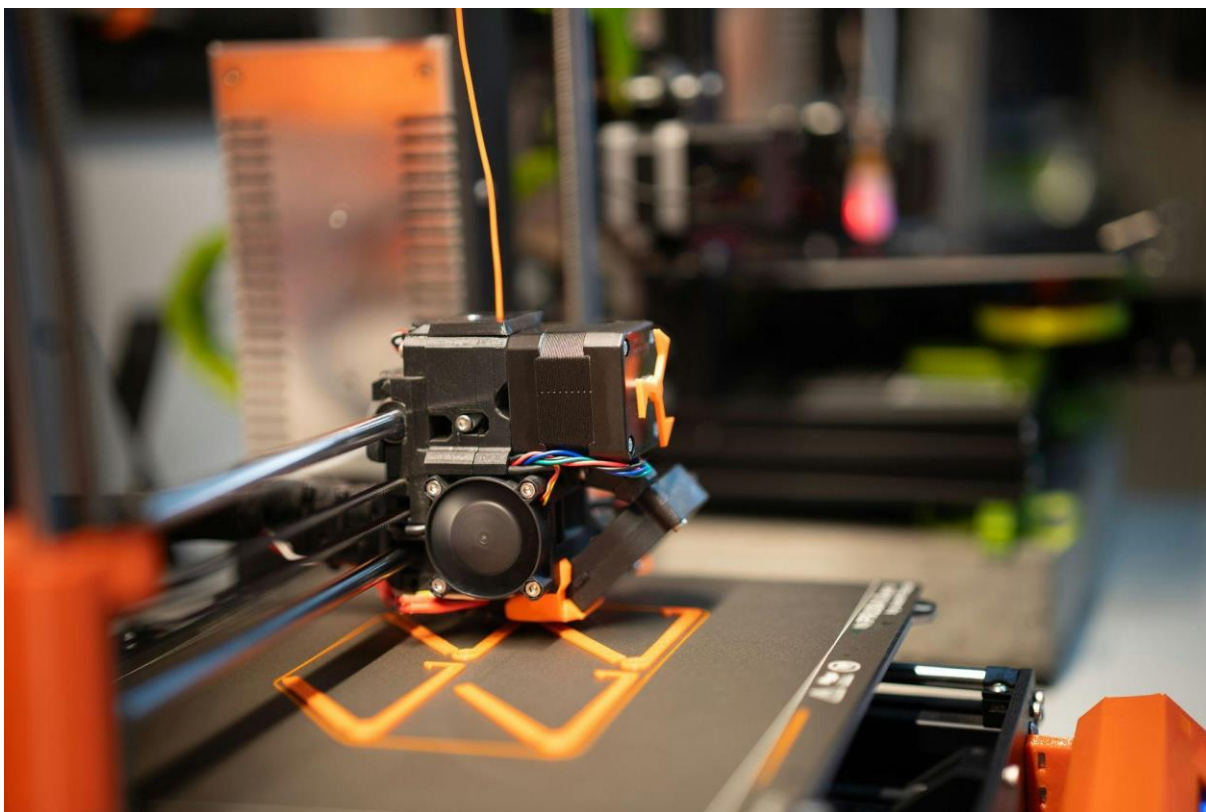
Druk 3D w budownictwie

Tradycyjnie rozumiany druk 3D polega na wytwarzaniu na specjalnej drukarce trójwymiarowych obiektów na podstawie ich cyfrowego modelu. Powstaje poprzez nakładanie materiału (np. plastiku, metalu, żywicy) warstwa po warstwie, aż do uzyskania gotowego przedmiotu. Pod pojęciem druku 3D w budownictwie kryje się coś innego. Używając go mamy na myśli przede wszystkim innowacyjne technologie polegające na nakładaniu na siebie kolejnych warstw mieszanki betonowej.

Drukarki, które potrafią to robić określa się skrótem 3DCP (*3D Concrete Printing*). Są to wielkogabarytowe urządzenia, które wykorzystują specjalne mieszanki betonowe podawane przez głowicę sterowaną numerycznie. Najpopularniejsze rozwiązanie to tzw. gantry. Są to systemy suwnicowe, w których głowica porusza się po szynach zamontowanych na ramie otaczającej plac budowy. Pozwalają one na bardzo precyzyjne wznoszenie dużych obiektów.

Na zupełnie innej zasadzie działają urządzenia z ramionami robotycznymi. Mówiąc obrazowo, są to roboty przemysłowe podobne do tych, które znamy z nowoczesnych fabryk samochodów. Można je stosunkowo łatwo transportować i konfigurować do drukowania skomplikowanych kształtów i detali architektonicznych.

Systemy modułowe to z kolei urządzenia, które można konfigurować zależnie od potrzeb konkretnej inwestycji. Maszyny tego typu umożliwiają druk na placu budowy lub prefabrykację elementów w fabryce.



Fot. [Jakub Żerdzicki](#) / [Unsplash](#)

Zaawansowane materiały konstrukcyjne, instalacyjne, izolacyjne i wykończeniowe

Materiały konstrukcyjne

Zapewniają większą wytrzymałość, lepszą izolacyjność, obniżają koszty oraz dają nowe możliwości wykonawcze.

- **Zaprawy nanokrzemianowe** – pozwalają uzyskiwać mieszanki betonowe o ponadprzeciętnej sile wiązania. Po zastygnięciu ich struktura wewnętrzna całkowicie uniemożliwia przenikanie wilgoci. Beton nanokrzemianowy nadaje się zarówno do nowych zastosowań, jak i do renowacji starych, zdegradowanych betonów i żelbetów.
- **Beton komórkowy (gazobeton) najwyższej klasy** – lekki, o bardzo wysokich właściwościach termoizolacyjnych. Najwyższa jakość określana jest klasą gęstości od 300 do 400 oraz wytrzymałością na ściskanie na poziomie 2,0 MPa lub 2,5 MPa. Umożliwia budowę ścian nośnych jednowarstwowych bez ocieplenia (spełniających normy WT 2021), musi mieć minimalne odchyłki wymiarowe w celu murowania na cienkie spoiny, pozostałe cechy to paroprzepuszczalność i niepalność.

- **Pustaki ceramiczne szlifowane** – nowoczesne elementy murowe, których powierzchnie poziome są zeszlifowane, co zapewnia im idealną równość. Pozwala to na murowanie na cieką spoinę, co drastycznie ogranicza mostki termiczne, przyspiesza prace i zmniejsza zużycie zaprawy. Wypełnione wełną mineralną lub styropianem zapewniają bardzo niski współczynnik przenikania ciepła.
- **Błoczek silikatowy** – są to materiały wapienno-piaskowe cenione za wysoką izolacyjność akustyczną, wysoką wytrzymałość na ściskanie oraz zdolność do akumulacji ciepła. Można je murować na cieką spoinę.
- **Materiały kompozytowe i lekkie stopy metali** – stanowią połączenie wysokiej wytrzymałości z niską masą własną, co jest kluczowe dla zaawansowanych projektów inżynierskich. Poprawiają trwałość konstrukcji, przyspieszają montaż oraz ograniczają koszty eksploatacji.
- **Drewno konstrukcyjne klasy KVH/BSH** – jest suszone komorowo, strugane i klejone, co zapewnia mu wyjątkową stabilność wymiarową.

Materiały instalacyjne

Ich główne cechy wspólne to efektywność energetyczna i trwałość.

- **Systemy rur wielowarstwowych (PEX/Al/PEX)** – składają się z pięciu warstw: wewnętrznej i zewnętrznej warstwy polietylenu sieciowanego (PEX) oraz warstwy aluminium, połączonych klejem. Łączą elastyczność tworzyw z wytrzymałością metali, są idealne do wody i ogrzewania.
- **Pompy ciepła** – zaawansowane urządzenia do ekologicznego ogrzewania, które pobierają energię z otoczenia (powietrza, gruntu lub wody) i przekształcają ją w ciepło do ogrzewania domu oraz wody użytkowej
- **Inteligentne systemy rur PEX** – to nowoczesny standard w instalacjach sanitarnych i grzewczych. Daje elastyczność, odporność na korozję oraz łatwość montażu. Najbardziej zaawansowane systemy mają tzw. pamięć kształtu.
- **Złącza zaciskowe (press)** – pozwalają na błyskawiczny montaż instalacji bez użycia otwartego ognia.

Materiały izolacyjne

Nowoczesne izolacje mają za zadanie maksymalną redukcję mostków termicznych.

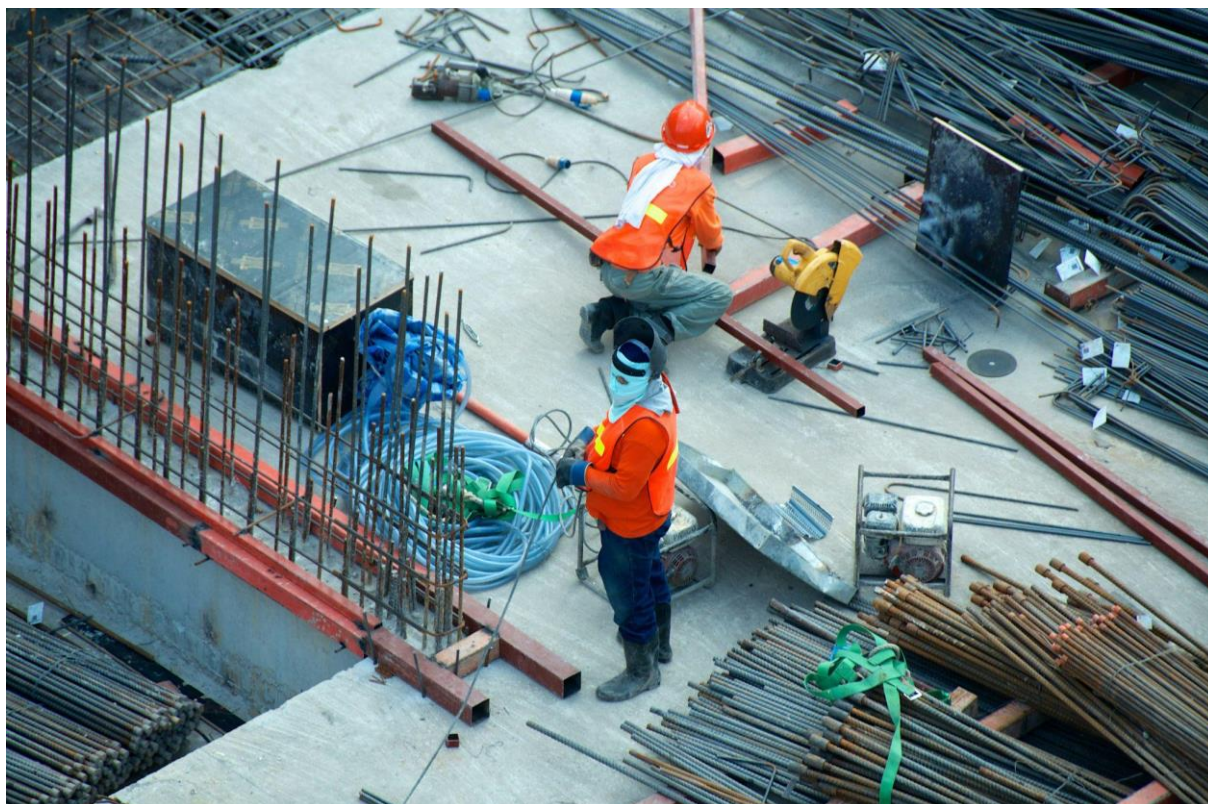
- **Płyty PIR (poliizocyanurowe)** – mają współczynnik przewodzenia ciepła dwukrotnie lepszy od styropianu i wełny mineralnej.
- **Pianka poliuretanowa PUR (natryskowa)** – izolacja bez spoinowa, idealna do trudnych miejsc, wypełniająca wszystkie szczeliny. Dzielimy ją na otwarto komórkową, stosowaną głównie do izolacji poddaszy i ścian od wewnątrz ze względu na tłumienie dźwięków oraz zamknięto komórkową, która ma najlepsze parametry termoizolacyjne.
- **Styrodur (XPS)** – polistyren ekstrudowany o podwyższonej wytrzymałości mechanicznej i odporności na wilgoć stosowany jest do izolacji fundamentów.
- **Aerożel** – materiał będący rodzajem sztywnej piany o wyjątkowo małej gęstości ultralekki, składający się w ponad 90 proc. z powietrza uwięzionego w krzemionkowym (lub węglowym) szkielecie. Uważane są za najlepszy na świecie izolatory termiczny, stosowany w kosmonautyce, budownictwie i przemyśle.
- **Membrany hydroizolacyjne (EPDM)** – nowoczesne gumy kauczukowe o niezwykłej trwałości i elastyczności, odporne na starzenie się i skrajne temperatury, stosowane do uszczelniania dachów i fundamentów.

Materiały wykończeniowe

Ich cechą charakterystyczną jest połączenie walorów estetycznych z wysoką funkcjonalnością.

- **Spieki kwarcowe** – cienkie, ale niezwykle trwałe płyty odporne na zarysowania, temperaturę i plamy, stosowane na blatach, elewacjach i podłogach. Powstają z mieszanki naturalnych minerałów, takich jak piasek kwarcowy, ility łupkowe, skały granitowe oraz pigmenty, które są prasowane pod ogromnym naciskiem, a następnie wypalane w temperaturze ponad 1200 st.C.
- **Beton architektoniczny** – łączy funkcję konstrukcyjną z estetyką surowej, nowoczesnej powierzchni, bez konieczności stosowania dodatkowych tynków czy okładzin.
- **Tynki samoczyszczące (silikonowe/fotokatalityczne)** – odporne na zabrudzenia i porostanie glonami.
- **Wielkoformatowe płyty gresowe** – zmniejszają liczbę spoin, co nadaje powierzchniom nowoczesny wygląd, a postęp technologiczny powoduje, że na ich powierzchni można nanosić ciekawe wzory zdobnicze.

- **Powłoki hydrofobowe i nanotechnologia** – chronią powierzchnie (szkło, beton, ceramika) przed wodą i brudem. Są łatwo zmywalne.



Fot. [Etienne Girardet](#) / [Unsplash](#)

Technologie cyfrowe poprawiające efektywność, bezpieczeństwo i ekologiczność

Głównym kierunkiem rozwoju technologii informatycznych w budownictwie jest Building Information Modeling (Modelowanie Informacji o Budynku, w skrócie BIM). Najogólniej ujmując sprawę, jest to metodyka pracy polegająca na tworzeniu i wykorzystywaniu cyfrowych, głęboko opisanych trójwymiarowych modeli obiektów. Model BIM staje się w ten sposób inteligentną bazą danych, w której każdy wbudowywany element ma przypisane parametry techniczne, koszty i właściwości materiałowe, a razem tworzą one spójną całość.

Aby w pełni zrozumieć i docenić BIM należy podkreślić, że jest on wykorzystywany podczas całego procesu inwestycyjnego, a także po jego zakończeniu - od etapu koncepcji, przez projektowanie, realizację, aż po zarządzanie gotowym budynkiem, jego przyszłym remontem, modernizacją lub rozbiórką. Wszystkie branże (projektanci,

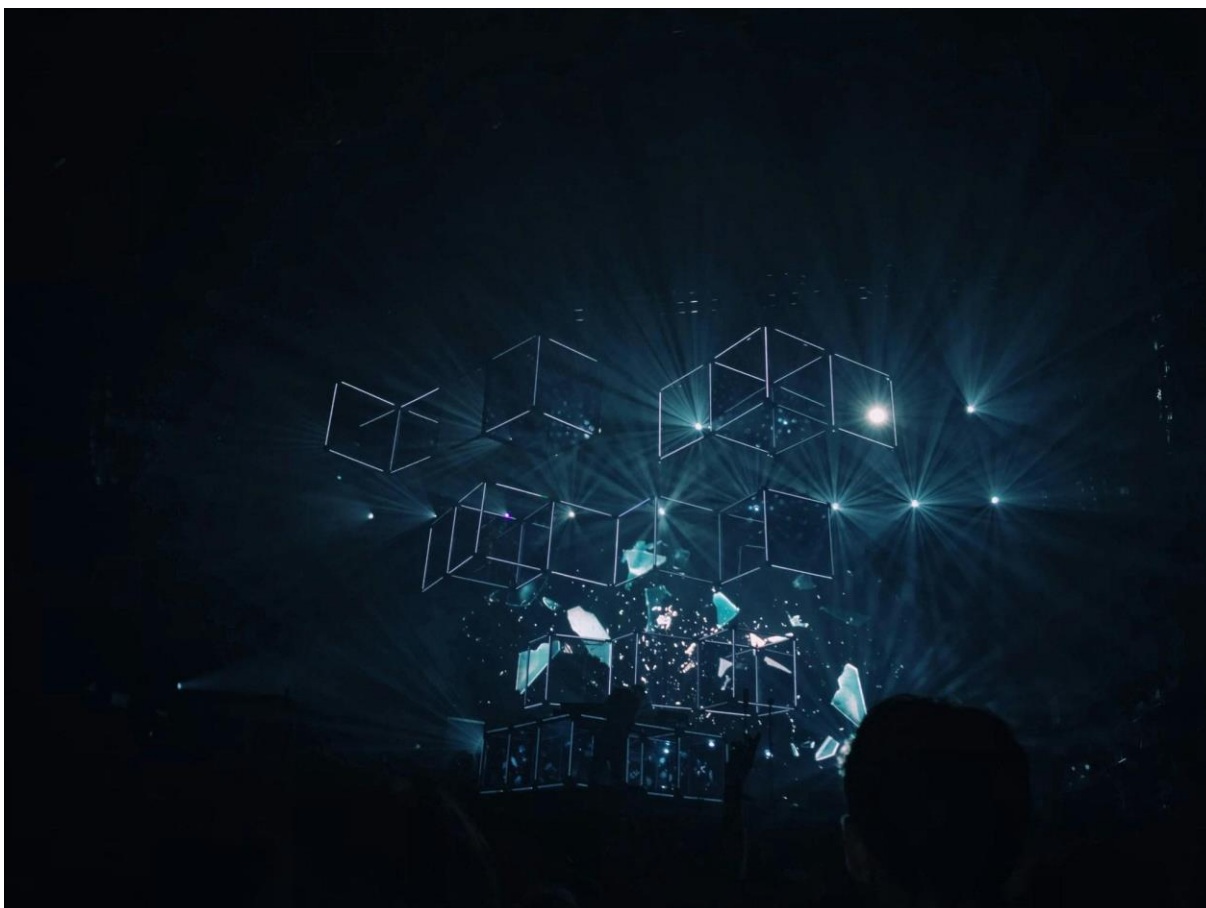
konstruktorzy, kosztorysanci, wykonawcy oraz nadzór wykonawczy i powykonawczy) pracują na jednym modelu. Poza geometrią (3D) BIM pozwala na wprowadzanie informacji o budynku wzbogacone o informacje dotyczące czasu/harmonogramu (4D), kosztów/kosztorysowania (5D), zrównoważonego rozwoju (6D) oraz zarządzania obiektem (7D). Wystąpienie błędów i kolizji jest ograniczone do minimum, a w sytuacji, gdy się one pojawiają, są automatycznie wychwytywane i sygnalizowane.

W ten sposób BIM w całym procesie inwestorsko-zarządczym staje się kompletną bazą danych o nieruchomości. W trakcie procesu inwestorskiego usprawnia współpracę między inwestorem, projektantem a wykonawcą, przekłada się na jakość wykonywanych prac i w konsekwencji daje wymierne oszczędności finansowe i czasowe.

Tempo wdrażania BIM w Europie i na świecie jest bardzo zróżnicowane. Najbardziej zaawansowane są kraje, które wprowadziły obowiązek stosowania tej metodyki w sektorze publicznym. Zrobiły to już: Wielka Brytania, Dania, Norwegia, Finlandia, Szwecja, Włochy, USA, Singapur. W Hiszpanii i w Niemczech jest on obecnie wdrażany. W Polsce Ministerstwo Rozwoju i Technologii opracowuje obecnie jednolite standardy i mapę drogową wdrożenia, ale coraz więcej inwestorów, np. GDDKiA i PKP PLK, już obecnie wymagają stosowania BIM w dużych kontraktach. Na etapie projektowania w coraz powszechniejszym użyciu są oprogramowania, które dają możliwość pracy z metodyce BIM. Najpopularniejsze w z nich to Autodesk Revit, Archicad (Graphisoft) oraz Allplan, a także AutoCAD i ArchiCAD.

Rząd wprowadził do użytku Elektroniczny Dziennik Budowy (EDB), Cyfrową Książkę Obiektu Budowlanego (c-KOB), Rejestr Wniosków, Decyzji i Zgłoszeń, Centralny Rejestr Osób Posiadających Uprawnienia Budowlane (e-CRUB), Systemem Nadzoru Rynku Wyrobów Budowlanych. Z punktu widzenia inwestora cyfryzacja pozwala już realizować online większość formalności i etapów inwestycji. Są to: zakup projektu domu w wersji cyfrowej, adaptacja gotowego projektu, uzyskanie pozwolenia na budowę, zgłoszenie robót budowlanych, prowadzenie Elektronicznego Dziennika Budowy (EDB), aż po przesyłanie elektroniczne protokołów odbioru domu i dokumentacji końcowej oraz ich weryfikacja.

Osobną, ale bardzo ważną częścią rynku są oprogramowania pozwalające tworzyć i tzw. inteligentne domy (Smart Home). Są to systemy automatyki budynkowej, które optymalizują zużycie energii poprzez integrację ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji (HVAC), oświetlenia i systemów bezpieczeństwa.



Fot. [fabio](#) / [Unsplash](#)

Gospodarka obiegu zamkniętego

W Polsce sektor budowlany wytwarza ok. 11 mln ton odpadów rocznie, czyli odpowiada za ok. 40 proc. wszystkich odpadów. Z jednej strony obrazuje to skalę marnotrawstwa, a z drugiej pokazuje, że wdrażanie zasad Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ) w budownictwie jest absolutnie niezbędne. Proces projektowania budynku pod kątem jego przyszłej rozbiórki, demontażu i odzysku materiałów nazywany jest projektowaniem z myślą o rozbiórce (w skrócie DfD od angielskich określeń Design for Deconstruction lub Design for Disassembly).

Podstawowym działaniem, podejmowanym na każdej budowie i podczas każdej rozbiórki, powinno być segregowanie odpadów i kierowanie ich do ponownego przetworzenia.

- Gruz betonowy, ceglany i ceramiczny powinien być kruszony, przesiewany i oczyszczany z zanieczyszczeń. Uzyskane kruszywo budowlane wykorzystuje się jako utwardzenie terenu, podbudowę pod drogi i chodniki.

- Odpady mineralne, takie jak ziemia, piasek czy kamienie mogą być wykorzystywane do niwelacji terenu, rekultywacji wysypisk lub wypełniania wyrobisk.
- Styropian budowlany po oczyszczeniu i zmieleniu można ponownie wykorzystać do produkcji nowych materiałów izolacyjnych lub lekkich betonów.
- Drewno, które nie jest zanieczyszczone szkodliwymi impregnatami przetwarza się na zrębki, wykorzystuje do produkcji płyt wiórowych lub jako paliwo w spalarniach.
- Żłom metali żelaznych i nieżelaznych trafia do hut w celu przetopienia.
- Plasterki i szkło, np. z profili okiennych, rozdrabniania się i używa do produkcji nowych tworzyw sztucznych lub w przemyśle szklarskim.
- Odpady niebezpieczne (azbest, papa, wełna mineralna) nie podlegają recyklingowi - muszą być specjalnie zabezpieczane i składowane w miejscach do tego przeznaczonych.

W trakcie projektowania i wykonywania prac budowlanych znaczenie priorytetowe powinno mieć używanie materiałów odnawialnych, pochodzących z recyklingu lub łatwych do recyklingu. Należy przy tym pamiętać, że znaczna część materiałów z odzysku musi wcześniej przejść badania techniczne, aby mogły być ponownie użyte jako elementy konstrukcyjne w nowo wznoszonych obiektach.

Projektowanie i wykonywanie budowli musi odbywać się zgodnie z myślą o przyszłości. Chodzi tu o budynki łatwe do adaptacji do nowych potrzeb, demontażu niektórych elementów (np. okien czy drzwi) oraz ponownego użycia odzyskanych komponentów.

W strategii działań w formule GOZ bardzo ważny aspekt to także wydłużanie życia budynków. W tym celu należy stosować materiały i komponenty wysokiej jakości oraz przeprowadzać renowacje i modernizacje zamiast wyburzania.



Fot. [Bhautik Patel](#) / [Unsplash](#)

Zrównoważony rozwój w aspekcie środowiskowym, ekonomicznym i społecznym

Zrównoważony rozwój w budownictwie spaja trzy kluczowe elementy procesu inwestycyjnego: środowiskowy, ekonomiczny i społeczny. W praktyce chodzi o projektowanie, budowę oraz bieżącą i długoterminową eksploatację obiektów w sposób, który ogranicza ich negatywny wpływ na środowisko naturalne, podnosi jakość życia użytkowników i jednocześnie zapewnia rentowność inwestycji.

W wymiarze ekologicznym zrównoważony rozwój dotyczy redukcji śladu węglowego i ochrony zasobów naturalnych, ponieważ budownictwo odpowiada za znaczną część światowej emisji gazów cieplarnianych i zużycia energii. Faktyczne działania obejmują cztery obszary:

- Efektywność energetyczna: projektowanie i budowa budynków pasywnych oraz niskoenergetycznych, samowystarczalnych, które wykorzystują pompy ciepła, panele fotowoltaiczne z magazynami energii, kolektory słoneczne, zaawansowane systemy wentylacji i rekuperacji, ogrzewanie podłogowe, pasywne ogrzewanie słoneczne.
- Materiały przyjazne środowisku: stosowanie materiałów odnawialnych, lokalnych, certyfikowanych (np. drewno FSC) oraz pochodzących z recyklingu.
- Gospodarka obiegu zamkniętego: dążenie do minimalizacji odpadów budowlanych, ponowne wykorzystanie materiałów rozbiórkowych.

- Ochrona bioróżnorodności i wprowadzanie zielonej infrastruktury: tworzenie zielonych dachów, ogrodów wertykalnych, pozostawianie powierzchni aktywnych biologicznie wokół budynków, stosowanie rodzimych gatunków roślin, kompensacja przyrodnicza w przypadku koniecznych wycinek.
- Ochrona istniejących siedlisk: unikanie lokalizowania inwestycji na terenach cennych przyrodniczo oraz zachowanie istniejącej zieleni (drzew, krzewów) i naturalnych cieków wodnych na działce.
- Certyfikacja ekologiczna: najbardziej popularne systemy certyfikacji to BREEAM (ocenia proekologiczność, zrównoważony rozwój i komfort użytkowników), LEED (skupia się na efektywności energetycznej i ochronie środowiska, odpowiedni dla obiektów komercyjnych) oraz Zielony Dom (polski certyfikat koncentrujący się na inwestycjach mieszkaniowych).

BHP w obliczu rozwoju technologii i rosnących zagrożeń na budowie

Bezpieczeństwo i higiena pracy na współczesnej budowie musi łączyć w sobie tradycyjne zasady bezpieczeństwa z wymogami wynikającymi z nowych technologii (roboty, drony, BIM, elektroniczne narzędzia pomiarowe i laserowe, internet rzeczy, cyfryzacja procesów, prefabrykacja, itp.). Sprowadza się do stosowania wysokich standardów ochrony indywidualnej i zbiorowej, prewencji i monitorowania zagrożeń oraz eliminacji czynnika ludzkiego poprzez automatyzację procesów.

Dla każdej budowy musi być przygotowany zindywidualizowany Plan Bezpieczeństwa i Ochrona Zdrowia (BiOZ). Musi on uwzględniać opracowaną dokumentację projektową i specyfikę inwestycji. Wszyscy uczestnicy budowy muszą się z nim zapoznać w celu stosowania, nie tylko ekipy stałe obecne na placu budowy, ale także te, które wykonują specjalistyczne roboty zlecone (np. montaż windy, fotowoltaiki, pomp ciepła, itp.). Wszystkie prace muszą być wykonywane przez osoby posiadające ważne uprawnienia. Szkolenia stanowiskowe mają być rzetelne, a pracownicy powinni rozumieć ryzyka zawodowe.

Środki ochrony indywidualnej są obecnie bardziej ergonomiczne, wykonane z zaawansowanych materiałów, nieprzemakalnych, paroprzepuszczalnych, oddychających, dostosowanych do różnego rodzaju pogody. Obowiązkowe jest stosowanie kasków, kamizelek odblaskowych, obuwia ochronnego, rękawic, a podczas niektórych robót ochrony słuchu i wzroku. Zabezpieczenia zbiorowe to bariery, siatki zabezpieczające, pomosty robocze, pokrycia otworów, ogrodzenia wykopów.

Kultura bezpieczeństwa na budowie polega na propagowaniu i promowaniu zachowań wzmacniających bezpieczeństwo. Formalne elementy tych działań to regularne przeglądy techniczne maszyn i urządzeń, wyraźne oznakowanie ciągów komunikacyjnych, stref niebezpiecznych oraz miejsc składowania materiałów,

przeprowadzanie przeglądów zabezpieczeń zbiorowych, audyty, cykliczne odprawy BHP przed rozpoczęciem zmiany i odprawy okresowe oraz zasada "zero tolerancji" dla łamania przepisów, w szczególności zakazu przebywania na terenie budowy osób pod wpływem alkoholu lub środków odurzających.

Nowoczesna edukacja

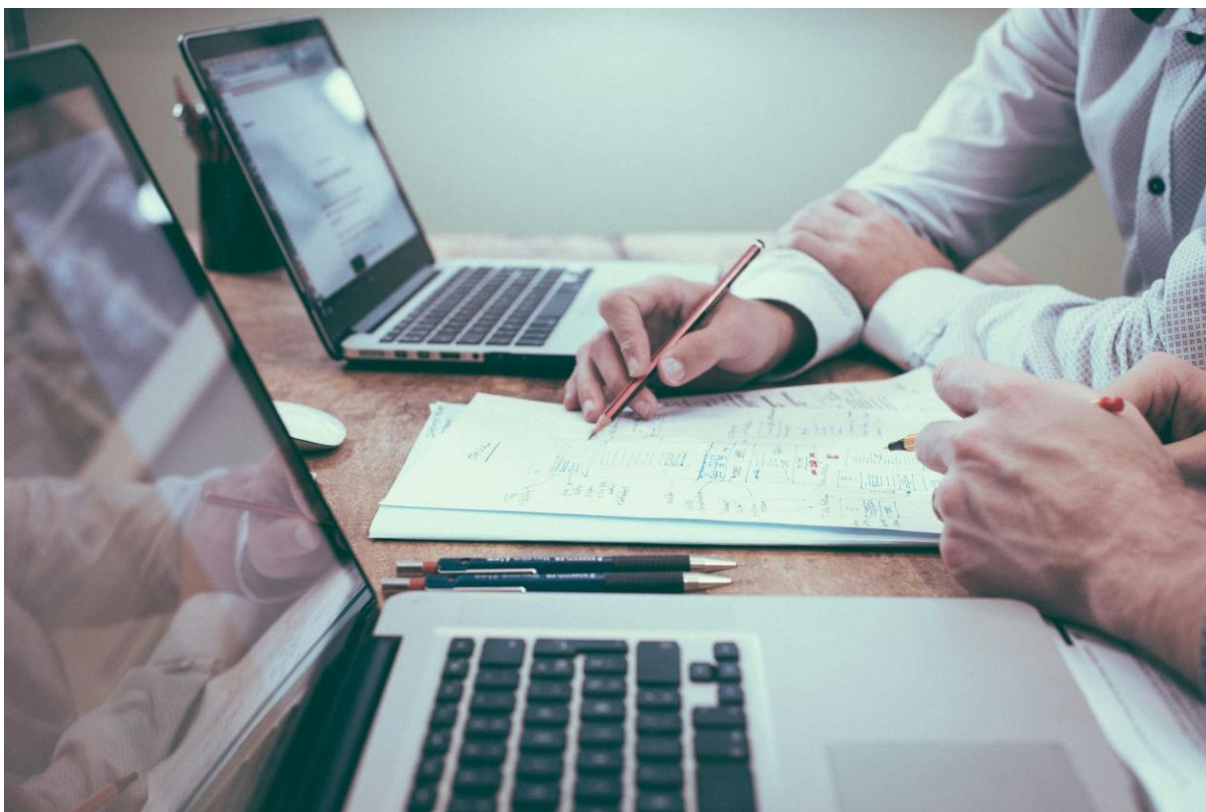
Współczesna edukacja zawodowa musi koncentrować się na rozwijaniu umiejętności, które są podbudowane stale aktualizowaną wiedzą fachową oraz szeroko rozumianymi kompetencjami społecznymi, szczególnie w zakresie rozumienia i praktycznego stosowania pracy zespołowej oraz uczenia się przez całe życie. Jest to główny cel powołania Branżowych Centrów Umiejętności, w tym lubelskiego, specjalizującego się w dziedzinie prac budowlanych.

Programy nauczania w budownictwie muszą koncentrować się na następujących obszarach:

- Upowszechnianie technologii BIM (Building Information Modeling).
- Stosowanie metod wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości (VR/AR), w tym wykorzystywanie gogli VR i okularów AR do treningu BHP w symulowanych niebezpiecznych warunkach oraz do nauki montażu elementów prefabrykowanych bez tradycyjnych planów papierowych.
- Kształcenie dualne polegające na przenoszeniu do praktyki nabytych umiejętności oraz wiedzy, co jest podstawowym warunkiem pomyślnego transferu najnowszych technologii z poziomu edukacji na poziom inwestycyjny.

Poza BCU w dziedzinie prac budowlanych wdrażanie nowatorskich rozwiązań wspierane jest przez systemowe projekty oraz fundusze zewnętrzne:

- Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego (FERS) – jest to program finansujący działania Sektorowej Rady ds. Kompetencji Budownictwo, która identyfikuje luki w wiedzy i uruchamia dedykowane kursy. Obecnie priorytetami jej działania są: zielone budownictwo (kursy z zakresu energooszczędności, termomodernizacji oraz montażu systemów OZE), cyfryzacja (w tym szczególnie BIM) oraz nowe technologie w obszarze nowoczesnych materiałów budowlanych i technik montażu.
- Krajowy Fundusz Szkoleniowy (KFS): Możliwość uzyskania do 100% dofinansowania na szkolenia pracowników i pracodawców w zakresie nowych technologii budowlanych.
- Baza Usług Rozwojowych (BUR) to platforma umożliwiająca znalezienie i dofinansowanie specjalistycznych kursów zawodowych.



Fot. [Scott Graham](#) / [Unsplash](#)

Zespół BCU Prace Budowlane

Niniejsza publikacja powstała w ramach realizacji przedsięwzięcia „Utworzenie i funkcjonowanie Branżowego Centrum Umiejętności w dziedzinie *prace budowlane*” nr KPO/22/BCU/W/0053 realizowanego przez Polskie Towarzystwo Mieszkaniowe Lublin w partnerstwie z gminą Lublin i Państwowymi Szkołami Budownictwa i Geodezji im. Hieronima Łopacińskiego w Lublinie ze środków Krajowego Planu Odbudowy, inwestycja A3.1.1 Wsparcie rozwoju nowoczesnego kształcenia zawodowego, szkolnictwa wyższego oraz uczenia się przez całe życie