

BUDOWANIE

BUDOWANIE- KLUCZOWE TRENDY

● Negatywny wpływ budownictwa na środowiska wciąż rośnie - obecnie odpowiada za ponad 34 proc. zapotrzebowania na energię i około 37 proc. emisji CO_2

● Przyrost globalnej powierzchni użytkowej brutto w latach 2015-2021 to 24 mld mkw, co oznacza wzrost o 10,8 proc.

● Problemem numer jeden staje się tempo wzrostu efektywności energetycznej i zmniejszenia energochłonności w stosunku do tego ile nowych budynków powstaje.

● Jednym z kluczowych sposobów na rozwiązanie problemu wysokiej emisyjności budownictwa jest promocja drewna jako samodzielnego i podstawowego materiału konstrukcyjnego.

● Kluczowe jest tu wykorzystanie tzw. Mass Timber, czyli coraz bardziej trwałych technologii drewnianych, takich jak np. Cross Laminated Timber (CLT), czyli drewna klejonego krzyżowo.

● Jego podstawowymi zaletami są - ognioodporoność, wytrzynałość, ekologiczność i oszczędność.

● Z drewna powstają nie tylko osiedla mieszkniowe czy budynki użyteczności publicznej, ale także stadiony, hale sportowe, lotniska, a nawet garaże.

● Jednym z głównych trendów jest stawianie drewnianych wysokościowców - pod tym względem na świecie trwa wyścig, kto zbuduje wyższą wieżę.

● Wraz z rozwojem drewna jako materiału budowlanego rośnie popularność drewnianych prefabrykatów i modułów, z których składa się budynki.

● W budownictwie na znaczeniu zyskuje nie tylko drewno, ale także drzewa, które stają się żywymi elementami budynków i konstrukcji (baubotanika).

● Innym ważnym aspektem ekologizacji budownictwa jest wzrost znaczenia biomateriałów. W tym względzie kluczowe jest znalezienie zamienników dla materiałów pochodzenia mineralnego, przy produkcji których zużywa się duże ilości energii. Najwięcej pomysłów pojawiło się na biocement i biobeton.

● Rośnie znaczenie recyklingu, zarówno wykorzystania materiałów z odzysku w procesie budowania, jak i tworzenie budynków, które łatwo temu procesowi się poddadzą.

● Formą upcyklingu jest wykorzystanie odzyskanego plastiku do produkcji materiałów budowlanych z tworzyw sztucznych.

● Plastik wykorzystywany jest m.in. jako materiał do budowy modułowych dróg, znacznie bardziej funkcjonalnych, niż tradycyjne.

● Jako materiał konstrukcyjny z upcyklingu na poważnie traktuje się także zużyte kontenery.

● Coraz większe znaczenie w budownictwie ma druk 3D. Wykorzystywany jest nie tylko do konstruowania całych obiektów, ale także poszczególnych elementów budowlanych. Jest to technologia pozwalająca oszczędzać czas, pieniądze i środowisko.

● Przyszłością, która nadeszła już dziś jest tworzenie budynków - np. biurowców - pełniących rolę miejskich elektrowni, ale także kolektorów deszczowej wody.

● Postępuje także ekomodernizacja oraz rozwijają się bardziej ekologiczne systemy klimatyzacyjne. Jednym z elementów jest tu zazielenianie dachów.

BUDOWANIE



Budowanie coraz bardziej ciąży klimatowi

● Pomimo wzrostu inwestycji w efektywność energetyczną i niższej energochłonności, budownictwo śrubuje nowe rekordy emisji CO_2 - wynika z opracowania Global Status Report for Buildings and Construction 2022. Raport opublikowany podczas ostatniej, listopadowej rundy rozmów klimatycznych w Egipcie (COP27) wskazuje, że sektor odpowiadał za zużycie ponad 34 proc. produkowanej energii i około 37 proc. emisji CO_2 związanych z energią i procesami technologicznymi (w 2021 r.)

● W znacznym stopniu jest to efekt popandemicznego odbicia, niemniej emisje wzrosły nie tylko względem 2020 roku - o 5 proc. - ale o 2 proc. także względem rekordowego dotychczas 2019 roku. Wzrosło też zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, chłodzenia, oświetlenia i wyposażenia budynków - o 4 proc. od 2020 r. i o 3 proc. od 2019 r. Tego nie da się już tak łatwo powiązać z samą koniunkturą, ale ogólnym wzrostem zasobów budowlanych. Zgodnie z raportem Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC) takie wyniki oznaczają, że branża budowlana coraz bardziej zbacza ze ścieżki dekarbonizacji wytyczonej do 2050 r.

● Wyniki te pokazują, że problemem numer jeden staje się tempo wzrostu efektywności energetycznej i zmniejszenia energochłonności w stosunku do tego, ile nowych budynków powstaje. Trudno nie docenić takich postępów jak:
- spadek intensywność emisji sektora z 43 kg CO_2/mkw. w 2015 r. do 40 kg CO_2/mkw. w 2021 roku,
- spadek, choć niewielki, energochłonność ze 153 do 152 kWh/mkw. (także lata 2015-2021),
- 16 proc. wzrost Inwestycji w efektywność energetyczną budynków i to tylko w 2021 roku, kiedy sięgnęły 237 mld USD.

● Tymczasem przyrost globalnej powierzchni użytkowej brutto w latach 2015-2021 to 24 mld mkw. co oznacza wzrost o 10,8 proc. To tyle ile powierzchni zajmują budynki w Niemczech, Francji, Włoszech i Holandii łącznie (na jednym poziomie). Boom budowlany jest więc nie do powstrzymania, a według Międzynarodowej Agencji Energii do końca dekady tempo wzrostu nawet przyspieszy i z 247 mld mkw. w 2021 roku zrobi się 297 mld mkw.

● Mimo to IEA wskazuje, że jest szansa na istotny wzrost efektywności energetycznej, głównie za sprawą elektryfikacji ogrzewania i spadku zużycia paliw kopalnych do produkcji ciepła. Przede wszystkim chodzi o biomasę, która dziś pochłania około 25 EJ, czyli 22 proc. całej energii. W połowie dekady ma to być już niecały 14 EJ (i 14 proc. udziału), a na koniec dekady całkiem zaniknie. Drugim źródłem energii w budynkach, które pozostaje w defensywie, to gaz. Chociaż przez ogólny spadek energochłonności jego udział w miksie się nie zmniejszy, to zaliczy istotny spadek zużycia z 30 do 19 EJ na przestrzeni dekady. Generalnie stopniowe wycofanie tych dwóch źródeł energii - a także usunięcie węgla (4 EJ obecnie) i zmniejszenie zużycia ropy - sprawi, że do końca dekady jest szansa na zmniejszenie energochłonności budynków o 34,6 proc. Bez podjęcia dodatkowych wysiłków i utrzymania obecnie działający programów progres będzie mniejszy i sięgnie 22,1 proc.

BUDOWANIE

CASE:
BUDOWNICTWO OD POCZĄTKU EKOLOGICZNE

Dotychczas jako ekologiczne budynki traktowaliśmy te, które na bieżąco zużywały najmniej zasobów oraz energii i wykorzystywały odnawialne źródła czy to prądu, czy też wody (np. tej deszczowej). Brytyjscy architekci uznali jednak, że to zbyt mało. Według nich w ocenie ekologiczności budynku należy brać pod uwagę cały proces jego powstawania od fundamentów i wykorzystania poszczególnych elementów budowlanych. I dostosować do tego wymogi prawne.

Sprawa nie jest trywialna, bo szacunki mówią, że sam proces budowy stanowi 75 proc. emisji CO_2, który budynek wyprodukuje w trakcie swojego życia. To około 11 proc. całej globalnej emisji dwutlenku węgla. Stąd inicjatywa coraz szybciej rosnącej organizacji Architects Climate Action Network (ACAN), która zaczęła działać w 2019 roku. „Myślę, że w ciągu ostatnich paru lat z pewnością zdano sobie sprawę, że przemysł budowlany zmienia się zbyt wolno i zbyt wolno zmienia sposób, w jaki budujemy", mówi Joe Giddings z ACAN, który wzywa parlament Wielkiej Brytanii do zmiany zasad dotyczących budowy i planowania. Postuluje wymóg oceny emisji dwutlenku węgla w całym cyklu życia projektów budowlanych i ustalenie górnego limit pełnego śladu węglowego projektu (tzw. embodied carbon, czyli węgla uwięzionego w budynku).
W ramach tej kampanii proszą zainteresowanych architektów, projektantów i budowniczych, a także opinię publiczną, o wysyłanie e-maili do wybranych urzędników wzywających do zmiany polityki.

ACAN udowodnił już swoją skuteczność w tego typu działaniu. Niedawno swoich zwolenników wzywał do zakwestionowania proponowanych zmian, które zmniejszyłyby wymagania dotyczące efektywności energetycznej w budynkach. „Widzimy, że tego rodzaju siła ludzi może naprawdę coś zmienić, ponieważ udało nam się uzyskać pewne ustępstwa w stosunku do propozycji rządu" – mówi Giddings.
Jego obecna akcja nie jest czymś odosobnionym: w Holandii od 2013 roku obowiązuje polityka wymagająca oceny wpływu na środowisko materiałów używanych w większości budynków, a Francja szykuje się z nowymi regulacjami, które nałożą na deweloperów konieczność oceny śladu węglowego budynku przed uzyskaniem pozwolenia na budowę.



Fot: Michael Denance via Triptyque

BUDOWANIE

Nowa era budownictwa drewnianego

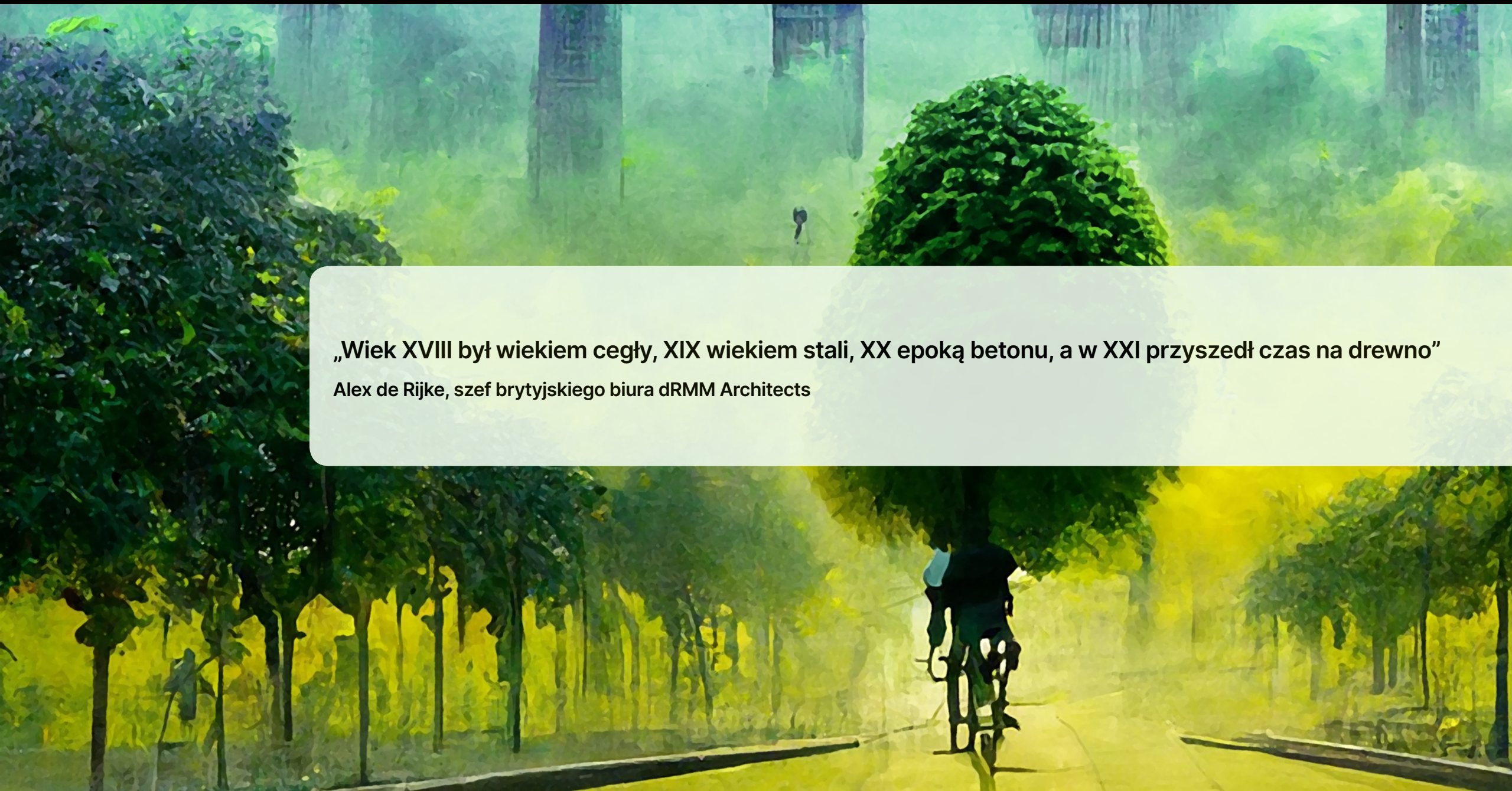


Fot: MGA

● Poszerzenie podejścia i branie pod uwagę nie tylko bieżącego wpływu budynków na klimat, ale pełnego śladu węglowego kieruje zainteresowanie na wykorzystywane materiały budowlane. Nową, kluczową opozycją stał się beton vs. drewno. Szara masa mineralna - której produkcja przy wypalaniu cementu emituje 8 proc. globalnego CO_2 - przeciwko żywej, drewnianej strukturze magazynującej w ścianach dwutlenek węgla przechwycony przez drzewa w czasie ich wzrostu. Naukowcy z Potsdam Institute for Climate Impact Research. uważają nawet, że taka przemiana pokoleniowa jest niezbędna, dla ratowania klimatu.
Eksperci bazują na scenariuszu, w którym do 2050 r. na Ziemi może być ponad 9,5 miliarda ludzi, z czego 70 proc. będzie żyło w środowisku miejskim. Tymczasem jeśli nie zmienimy naszego modelu budowy bazującej na betonie i stali, to według Potsdam Institute for Climate Impact Research, skumulowana emisja gazów cieplarnianych powstająca przy wytwarzaniu tych materiałów budowlanych w 2050 roku może już stanowić nie 8 ale 25 proc. globalnej puli emitowanego CO_2.

● Dlatego niemieccy naukowcy proponują pójść w drugą stronę. Aby drastycznie ograniczyć ślad węglowy, trzeba tworzyć pochłaniacze dwutlenku węgla. Budynki, które będą stać całe dekady są świetnym miejscem na długoterminowe składowanie węgla. Tyle, że stal i beton - w przeciwieństwie do drewna - prawie nie magazynują węgla. W swoich badaniach analizowali cztery scenariusze rozwoju budownictwa drewnianego na przestrzeni kolejnych 30 lat. Scenariusz bazowy, czyli utrzymanie status quo oznacza 0,5 proc. udział domów z drewna, kolejne zakładają jego wzrost do 10, 50 i 90-proc. udziału. W wariancie pasywnym w drewnie budowlanym zmagazynujemy 10 milionów ton węgla rocznie, a w wersji maksimum prawie 700 milionów ton.
Rzecz jasna tak drastyczna zmiana musiałaby być dokonana bardzo rozważnie. Przede wszystkim trzeba wypracować zrównoważony model pozyskiwania drewna, tak aby nie zaburzyć bilansu ekologicznego (tym bardziej, że obecnie znaczna część krajów chce powiększyć leśne areały). Druga kwestia to rozwój technologii, która pozwoli na opracowanie elementów konstrukcyjnych nadających się do prostego ponownego użycia lub recyklingu w przypadku rozbiórki lub zniszczenia budynku.
Niemcy przypominają też, że historycznie porzuciliśmy drewno ze względu na jego niską wytrzymałość i łatwopalność. Pod tym względem technika poczyniła już jednak bardzo duże postępy, co przekłada się także na rosnącą popularność użycia drewna także przy bardzo dużych konstrukcjach.

● W promowaniu drewna rolę pioniera odgrywa Japonia, która ma niezwykle silne tradycje budownictwa z tradycyjnych materiałów. Japońskie Ministerstwo Rolnictwa, Leśnictwa i Rybołówstwa (MAFF) już w 2010 roku przygotowało ustawę promującą wykorzystanie drewna w budynkach użyteczności publicznej. Władze krajowe i lokalne zobowiązała do wykorzystania materiałów drewnianych w budynkach, które mają trzy lub mniej pięter.
Co więcej rząd Japonii udostępnia też preferencyjne finansowania dla materiałów drzewnych, a o tym jak silny zwrot w kierunku drewna został tu dokonany na własne oczy przekonali się kibice, którzy na igrzyskach w 2022 roku zmagania sportowców obserwowali na Stadionie Olimpijskim w Tokio.
Historia powstania tego obiektu jest znacząca. Pierwotnie konkurs na projekt wygrała Zaha Hadid, proponując bardzo nowoczesną konstrukcję. Ostatecznie Japończycy porzucili jednak jej plan, a stworzenie nowego powierzyli Kengo Kumie, słynnemu japońskiemu architektowi, który często pracuje z drewnem. I tak też zrobił na stadionie w Tokio.



„Wiek XVIII był wiekiem cegły, XIX wiekiem stali, XX epoką betonu, a w XXI przyszedł czas na drewno”

Alex de Rijke, szef brytyjskiego biura dRMM Architects

BUDOWANIE

Przykład idzie z góry



Fot: After Party i Isora x Lozuraityte Studio

● Przytoczony przykład Japonii pokazuje jak ważna jest rola rządu w promowaniu drewnianych konstrukcji. I to nie tylko przez wprowadzanie nowych powszechnych regulacji, ale także przez własny przykład. Tak zrobili Francuzi stawiając wymóg, aby od 2022 roku wszystkie nowe budynki publiczne były wykonane w co najmniej 50 proc. z drewna lub innych zrównoważonych materiałów. Władze centralne uprzedzone zostały przez władze Paryża, który już wcześniej zobowiązał się do większego wykorzystania naturalnych materiałów, takich jak drewno, słoma i konopie. Co więcej, także tutaj pojawił się wątek wiążący drewno z Igrzyskami – wszelkie budynki wyższe niż osiem pięter zbudowane na Olimpiadę w Paryżu w 2024 roku mają być wykonane w całości z drewna.

● Przykład jak budować z drewna dają też kluczowi polscy sąsiedzi. Pionierami mieli być Czesi, a właściwie Lesy České – odpowiednik naszych Lasów Państwowych – już w 2017 roku zdecydowały, że ich nowe biuro będzie wykonane z drewna. Ma powstać w miejskim lesie w czeskim Hradec Králové. Dwukondygnacyjny budynek, nie będzie wystawać ponad korony drzew, a drewniana fasada i dach obsadzony zielenią korespondować mają ze ścianą lasu oraz koronami drzew. Projekt miał być ukończony w 2020 roku, ale inwestycja przesunęła się w czasie.

● Więcej szczęścia może będzie miał projekt litewskiej Dyrekcja Leśnictwa, której siedziba ma być przykładem zrównoważonej, drewnianej architektury. Projekt został wyłoniony w 2022 roku w ramach otwartego konkursu, który miał rozbudzić zainteresowanie zrównoważonymi technikami budowlanymi. Aby je upowszechniać, obok siedziby stanie też centrum edukacyjne otwarte na odwiedzających (zdjęcie obok). Temu drugiemu budynkowi odpowiedniego kontekstu nada już sama lokalizacja – powstanie w środku sosnowego lasu, otoczony łąką i ogrodem. Drzewa i przyroda są więc bardzo istotnym elementem zwycięskiego projektu, który przedstawiła pracownia After Party i Isora x Lozuraityte Studio. Sam budynek nie będzie wysoki, za to dobrze oświetlony dzięki dużej ilości okien. Interesującym elementem będzie też pokryty zielenią dach. „Pawilon dla zwiedzających otwiera się na 360-stopniową panoramę naturalnego lasu, czyniąc go ważnym elementem ekspozycji. Organicznie ukształtowany, pokryty mchem dach włożony pomiędzy istniejące sosny spoczywa na prostokątnych bryłach ustawionych poniżej”, swój projekt opisują architekci z After Party.

● Bardziej systemowo za wykorzystanie drewna wzięły się władze Berlina, które stawiają 32 szkoły poskładane z prefabrykowanych, drewnianych modułów. Są to trzykondygnacyjne budynki zaprojektowane przez austriacką firmę specjalizującą się w konstrukcjach prefabrykowanych, Kaufmann Bausysteme (KBS). Każda klasa składa się z trzech modułów, których ściany nośne wykonane są z tzw. drewnianych laminatów klejonych krzyżowo (Cross Laminated Timber CLT), dostarczanych przez fińską Metsä Wood. Technologia ta zapewnia im odpowiednią wytrzymałość. „Jesteśmy budowniczymi drewna, a nie budowniczymi stali. Te wymagania można było rozwiązać tylko przy użyciu materiału, który nie ma żadnych słabych punktów, takich jak sęki w przekrojach. Ostatecznie tylko laminowana tarcica fornirowa (LVL) mogła spełnić to wymaganie. Pojawiły się jeszcze dwa materiały, które zostały zakwestionowane: LVL z drewna bukowego i LVL z drewna iglastego.”, mówi Sebastian Hagspiel, kierownik projektu z Kaufmann Bausysteme. Dostarczone przez Finów elementy były składane w 8-metrowe belki GLVL (Glued-LVL), które zapewniły stabilność całej konstrukcji oraz jej ogniotrwałość.

BUDOWANIE

Drewno mocniejsze niż stal



Fot: Oregon Department of Forestry

● Postęp w drewnianym budownictwie nie byłby możliwy bez udoskonalenia samego materiału budowlanego. Kluczowe jest tu wykorzystanie tzw. Mass Timber, czyli coraz bardziej trwałych technologii drewnianych takich jak np. Cross Laminated Timber (CLT) czyli drewna klejonego krzyżowo. Do głównego nurtu budownictwa przebija się dopiero od dekady, ale to wyjątkowo trwały materiał konstrukcyjny wymyślony niemal pół wieku temu przez Szwajcarów jako substytut stali i betonu. Jest lżejszy, łatwiejszy w montażu - potrzeba około 30 proc. mniej czasu - i pozwala na wznoszenie wysokich wielopiętrowych obiektów (o czym na kolejnych stronach)

● Trend zrobił się tak wyraźny, że największe na świecie stowarzyszenie specjalistów ds. bezpieczeństwa budynków The International Code Council (ICC), stworzyło międzynarodowe normy budowy obiektów z drewna, możliwe do zaimplementowania do kodeksu budowlanego. Chodzi o zapewnienie odpowiednich standardów bezpieczeństwa. Zanim odpowiedzialna za to komisja ICC (Tall Wood Buildings Committee) sformułowała swoje rekomendacje, zleciła szereg testów odporności konstrukcji drewnianych, m.in. badając ich trwałość w starciu z ogniem. Badania przeprowadzono w federalnym laboratorium badań przeciwpożarowych ATF (Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives Fire Research Laboratory), największym na świecie laboratorium badania pożarów. „Testy ogniowe potwierdziły, że konstrukcje z masywu drewnianego spełniają i generalnie przewyższają wymagania dotyczące odporności ogniowej zawarte w obowiązującym prawie", przekonują przedstawiciele Tall Wood Buildings Committee.

● Promując swój projekt ICC szczególną uwagę zwraca na cztery cechy jakimi wyróżnia się tzw. Mass Timber:

– ognioodporność – podczas testu odporności ogniowej 5-warstwowa ściana z paneli z drewna klejonego krzyżowo (CLT) została poddana działaniu temperatur przekraczających 1.800 Fahrenheita (982 st.C) przez 3 godziny i 6 minut (w przepisach budowlanych mowa jest o 2 godzinach). Z testu wynika, że w czasie pożaru odsłonięta masa drewna zwęgla się na zewnątrz, tworząc warstwę izolacyjną chroniącą drewno wewnątrz budynku przed uszkodzeniem,

– wytrzymałość – najnowsze budynki z drewna ważą w przybliżeniu o 80 proc. mniej niż porównywalne budynki betonowe, co z kolei zmniejsza rozmiar ich fundamentów i bezwładnościowe siły sejsmiczne. Wysoki stosunek wytrzymałości do wagi stanowi o dużej odporności na wszelkie wstrząsy,

– ekologiczność – zastąpienie stali tzw. Mass Timber zmniejszyłoby emisje dwutlenku węgla o 15–20 proc., według niektórych szacunków, krótkoterminowe wykorzystanie CLT i innych pojawiających się technologii drewna w budynkach od 7 do 15 pięter może mieć taki sam wpływ na kontrolę emisji, jak usunięcie z jezdni ponad 2 milionów samochodów na okres jednego roku,

– oszczędność – ponieważ panele z drewna są prefabrykowane, a następnie montowane na miejscu, budynki wykonane tą metodą stawia się znacznie szybciej i przy znacznie prostszym procesie konsturkcyjnym, budynki z tzw. Mass Timber buduje się około 25 proc. szybciej niż budynki betonowe i wymagają o 90 proc. mniej ruchu budowlanego (construction traffic).

BUDOWANIE

Wystarczą trzy drzewa na osobę



Fot: Kengo Kuma & Associates

● Wraz z docenieniem drewna jako materiału budowlanego w Europie i w Ameryce zaczęły pojawiać się kolejne projekty wykorzystujące je w apartamentowcach Takie jak chociażby powstały w 2017 roku londyński Dalston Lane, który przez kilka lat utrzymywał palmę pierwszeństwa jako największy budynek mieszkalny z drewna. Do jego budowy zużyto 2,3 tys. drzew, czyli około 3 na osobę - Dalston Lane pomieścić ma bowiem 800 mieszkańców.

● Ten projekt szybko przyćmili Szwedzi, którzy w Örebro - siódmym największym mieście kraju - postanowili zbudować osiedle apartamentowców z drewna (zdjęcie po prawiej na dole). Kompleks domów nazwanych Örnsro Trastad, co należy tłumaczyć jako „Örnsro Miasto z Drewna" będzie miał łącznie 18 tys. mkw. powierzchni, a największe budynki sięgną aż 10 pięter. Władzom miasta zależało na tak naturalnym budulcu przede wszystkim ze względu na park sąsiadujący z osiedlem.

● Bardziej systemowy pomysł na osiedlową drewnianą architekturę ma bostońska firma projektowa Generate. Jej projekt The Tallhouse to znany nam schemat budowy powtarzalnych budynków wielorodzinnych, który można do pewnego stopnia modyfikować. Kluczowa nie jest jednak ich zmienność – choć to istotny element – ale fakt, że bazują na drewnianej konstrukcji. Katalog czterech modeli budynków bazuje na drewnie konstrukcyjnym (Mass Timber, takim jak drewno laminowane krzyżowo CLT – Cross Laminated Timber), które w technologii hybrydowej łączy się z elementami stalowymi. Do ich przygotowania Generate zebrał zespół architektów i inżynierów, który miał zadbać o każdy detal. Aby osiedle nie tylko znacząco obniżyło węglowy ślad w stosunku do tradycyjnych domów, ale aby budynki były też łatwe w budowie, relatywnie tanie, a do tego trwałe i wysokiej jakości. Drewno pozostaje przy tym najbardziej przyjaznym człowiekowi materiałem budowlanym, który sprawić ma, że nawet duże osiedle nie będzie przytłaczać. Systemy są przeznaczone do budynków od ośmiu do 18 pięter. Oprócz trwałej konstrukcji, struktury obejmują instalacje wodne o niskim przepływie, oświetlenie LED i duże okna wprowadzające światło dzienne.

● O tym, że drewno może być materiałem budowlanym dla naprawdę wielkomiejskiej architektury przekonuje słynny japoński projektant Kengo Kuma, który hotel z drewna chciałby postawić w centrum Paryża w sąsiedztwie Bibliothèque François Mitterrand na Avenue de France. Niebanalność 1Hotel Paris, bo w tej sieci będzie działał obiekt, widać już na pierwszy rzut oka. Fasada ma być wypełniona drewnianymi panelami przemieszanymi z roślinami, które mają jej nadać plastyczny kształt. Projektant tłumaczy, że chodziło o to, aby całość wyglądała niemal jak naturalny twór. Ważnym elementem jest otwartość budynku. Tak ma wyglądać przede wszystkim przeszklony dokoła hall, otwarty na przechodniów z ulicy. Chodzi tu o jak największe oddziaływanie na okolicę. Na dole przechodnie będą mogli odwiedzić sklepy oraz bary i restauracje. Pośrodku znajdzie się miejsce na dziedziniec przekształcony w ogród. Na dachu z kolei ludzie będą mogli bawić się na wspólnym tarasie widokowym.



Fot: Kengo Kuma & Associates

BUDOWANIE

Drewniane wysokościowce

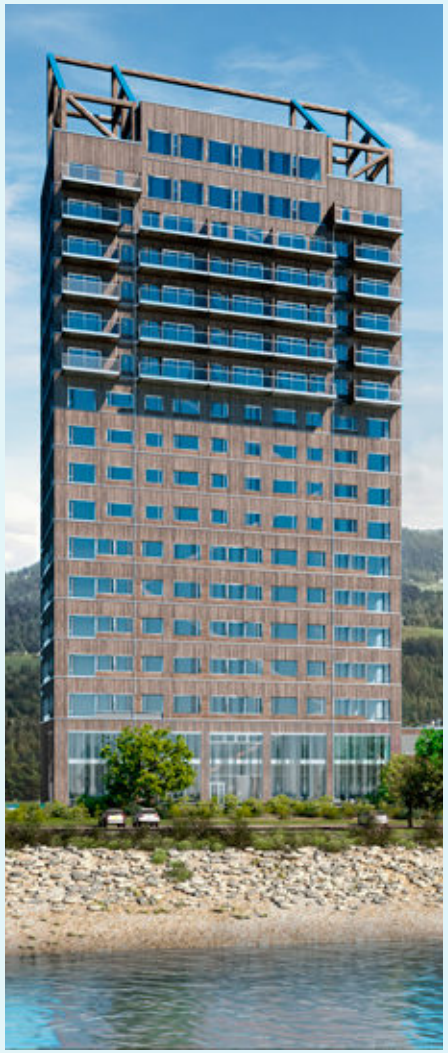


Fot: Moelven

● Prawdziwym pokazem możliwości budowania z nowoczesnych drewnianych elementów jest jednak wznoszenie wysokościowców. W Europie w tej dziedzinie trwa prawdziwy Tour de Force. Zaczęło się pół dekady temu w Bordeaux, gdzie zaprezentowano projekt 50 metrowego Hyperionu, budynku budowanego w tzw. technologii hybrydowej, gdzie drewno łączy się z innymi materiałami. W środku otrzymał więc betonowy kręgosłup w postaci szybu windy oraz klatki schodowej. Szkielet i wykończenie jest już jednak drewniane. To biurowo-mieszkaniowy budynek o łącznej powierzchni 17 tys., który do użytku oddano w czerwcu 2021 roku.

● Wówczas był już jednak zdetronizowany i jego premiera przeszła bez większego echa. W norweskim Brumunddal w połowie marca 2019 roku oddano do użytku najwyższy drewniany budynek świata (zdjęcia obok). Liczy 85,4 metry i długo przed powstaniem przyciągał wycieczki z całego świata. Także Mjøstårnet to konstrukcja hybrydowa. Przy tak dużej wysokości nie obyło się bez użycia betonu - szczególnie na wyższych poziomach - który ma usztywnić konstrukcję i zapobiec jej kołysaniu się. Kluczową role odgrywają jednak belki wykonane w technice Laminated veneer lumber (LVL) gdzie nakłada się na siebie cienkie warstwy drewna. To swoista sklejka, która dzięki wielowarstwowej strukturze znacząco zwiększa sztywność i trwałość elementów konstrukcyjnych. Mimo, że to drewno, budynek ma wysoką klasę ognioodporności – ściany nie zajmą się ogniem przez 90 minut, czyli tyle na ile szacowane są specjalistyczne szafy ognioodporne przeznaczone do przechowywania niebezpiecznych substancji.

● W tej rywalizacji nieco spóźniony okazał się HoHo Wien, od Mjösa Tower niższy tylko o 1,4 metra, który podobnie jak Hyperion do użytku oddano w połowie 2021 roku. Także ten wieżowiec został oparty na betonowym trzonie, który podtrzymuje wykonany w 75 proc. z drewna korpus. To sprawiło, że budynek uniknął emisji do atmosfery ok. 2,8 tys. ton dwutlenku węgla, które kosztowałaby konstrukcja betonowa.



Fot: Moelven

BUDOWANIE

Drewniane wysokościowce



Fot: Mad Arkitekter

● Wyścig się jednak nie zakończył, bo w Berlinie w 2026 roku chcą mieć własny drewniany drapacz chmur: 98-metrowy WoHo (zdjęcie obok). Stanie na Kreuzbergu, niedaleko od Potsdamer Platz i też będzie zawierał trochę betonu. Posłuży przy wylewaniu fundamentów, a także stawianiu szybu windowego oraz klatki schodowej. Nazwa nowej budowli to skrót od Wohnhochhaus, bo nie będzie to biurowiec czy hotel, ale wieżowiec mieszkalny. Około 60 proc. z 18 tys. mkw. jego powierzchni będzie przeznaczone na mieszkania, pozostałe 25 proc. na sklepy, gastronomię i inną działalność komercyjną, a 15 proc. na infrastrukturę społeczną, taką jak współdzielone warsztaty, przedszkole i przestrzenie wspólne.

● Berlińczycy nie długo będą się jednak cieszyli palmą pierwszeństwa, bo w tym samym 2026 roku w szwajcarskim Winterthur wyrośnie im kolejny, nieco wyższy 100 metrowy konkurent. Rocket i Tigerli - bo tak się nazywa - jest wyjątkowy, nie tylko ze względu na wysokość, ale także na to, że wprowadza nowszy system konstrukcyjny, gdzie drewno jest zamiennikiem betonu – zastępuje tu tradycyjnie betonowy rdzeń budynku. Przy jego tworzeniu pracowała szwajcarska firma Implenia i Federalny Instytut Technologiczny, działający na politechnice ETH w Zurychu. Dzięki niemu możliwa jest budowa wyższych budynków drewnianych.

● Wszystkie te projekty chcą jednak przyćmić Japończycy, bardzo przywiązani do swojej drewnianej architektury. Sumitomo Forestry chce postawić aż 350-metrową wieżę liczącą 70 pięter. Przy budowie szkieletu zostanie wykorzystana także stal, ale w 90 proc. surowcem budowlanym ma być drewno, które też będzie jedynym widocznym materiałem dla użytkowników. Budynek W350 (bo taka jest jego nazwa, zdjęcie niżej) o zróżnicowanej funkcjonalności – mają tu być mieszkania, sklepy, biura oraz hotel – ma kosztować niebagatelną kwotę 4,2 mld funtów. To dwa razy więcej, niż przy zastosowaniu konwencjonalnych technik. Dlatego w trakcie prac nad wieżą Japończycy będą pracować nad technologią, która uczyni ten proces bardziej efektywnym. Projekt Sumitomo Forestry stanie się więc prawdziwym laboratorium dla nowych sposobów wykorzystania drewna w budownictwie. Stąd także odległa data 2041 roku, wyznaczona na sfinalizowanie wieży.



Fot: Sumitomo Forestry

BUDOWANIE

Wielkie drewniane obiekty



Fot: Zaha Hadid Architects

● Drewniane kolosy rosną nie tylko wzwyż, ale także wszerz. I w tym przypadku największą swadą wykazali się japończycy, którzy od lat eksperymentują z drewnem jako materiałem przyszłości - słynna była ich wystawa architektoniczna House Vision 2016, gdzie prezentowali mnogość form mieszkań z drewna. Kluczowa postać to Kengo Kuma, a najważniejsza bitwa rozegrała się na Stadionie Olimpijskim. Pierwotnie zwycięzczynią konkursu na projekt była Zaha Hadid, proponująca obiekt w swoim stylu - nowoczesny i spektakularny. Po burzliwej dyskusji w całym kraju gospodarze Igrzysk Olimpijskich z 2022 uznali go jednak za zbyt drogi i przeskalowany. Dlatego ostatecznie zmienili zdanie i zrealizowali dużo bardziej kameralną wersję zaproponowaną właśnie przez Kengo Kumę, którego znakiem rozpoznawalnym jest korzystanie z naturalnych budulców. Dlatego znaczna część konstrukcji owalnego dachu oraz fasady została wykonana z drewna, a także materiałów je imitujących.

● To był jednak tylko przedsmak tego co powstanie w Eastington koło Bristolu. Grający w tej okolicy klubu piłkarski Forest Green Rovers, wreszcie zasłuży na siedzibę godną swej nazwy. Jego nowy stadion niemal w całości wykonany z drewna będzie miał też adekwatną nazwę Eco Park (zdjęcie obok).
Budulec sprawi też, że obiekt ustawiony na łące będzie dobrze współgrał z zielonym otoczeniem. Poza aspektami czysto środowiskowymi, ciekawe w całym przedsięwzięciu jest, że za projektem stoi pracownia Zaha Hadid Architects, która igrzyska w Japonii przegrała właśnie z drewnianym reprezentantem gospodarzy.

● Wciąż to jednak Igrzyska Olimpijskie najbardziej motywują do inwestowania w tego typu ekologiczne obiekty. Nie inaczej będzie na najbliższych zawodach, które w 2024 roku wypadają w Paryżu. Ich chlubą ma być umiejscowiona w przedmiejskim Saint-Denis pływalnia zaprojektowana przez pracownie VenhoevenCS oraz Ateliers 2/3/4 (zdjęcie poniżej). Także tu drewno będzie dominującym materiałem budowlanym. Dzięki temu zminimalizowana zostanie potrzeba klimatyzacji, a ogrzewanie obiektu będzie znacznie bardziej efektywne.



Fot: VenhoevenCS oraz Ateliers 2/3/4

BUDOWANIE

Wielkie drewniane obiekty



Fot: Open Platform oraz JAJA Architects



● Drewno nie jest jednak zastrzeżone dla najbardziej widowiskowych obiektów. Udowadniają to Duńczycy, którzy poszli całkiem pod prąd i ekologiczny budulec chcą zastosować w najmniej ekologicznym miejscu, czyli wielopoziomowym parkingu (zdjęcie obok). Ma stanąć w dzielnicy portowej Aarhus na Jutlandi, a mocno wyróżniającą się koncepcję przedstawiły pracownie Open Platform oraz JAJA Architects. Zaproponowały użycie CLT (drewna klejonego krzyżowo), dzięki któremu konstrukcja będzie solidna. W doborze materiału ważny był też kontekst miejsca, bo duży obiekt budowany na powierzchni 19,3 tys. mkw. będzie sąsiadował z parkiem, z którym ma się dość płynnie łączyć. Wszystko za sprawą regularnego nasadzenia roślin na każdym poziomie. Aby było jeszcze bardziej ekologicznie, na parterze budynku zainstalowane zostaną stacje ładowania, wypożyczalnia rowerów cargo, przystanki wraz z miejscem parkingowym przeznaczonym dla pojazdów carpooling oraz stacja miejskiej kolei.

● Ostatecznie potwierdzenie, że drewna można użyć do najważniejszych obiektów architektonicznych przyszło latem 2022 roku. To wówczas w Zurichu konkurs na projekt nowego terminala jednego z najważniejszych lotnisk Europy wygrała propozycja przedstawiona przez zespół biur architektonicznych – Bjarke Ingels Group, HOK, architekci 10:8, Buro Happold, Pirmin Jung i NACO. Jurorów przekonali pomysłem, aby obiekt zbudować z drewna (zdjęcie obok, na dole). Kompleks obejmuje nie tylko halę odlotów i przylotów z wyjściami do samolotów, ale także powierzchnie handlowe, restauracje, biura oraz nową wieżę kontroli ruchu lotniczego. Istotne, że użycie drewna zamiast np. stali, nie sprawi, że obiekt będzie mniej nowoczesny. Przeciwnie, przestronność i ogromne okna wpuszczające do środka dużo światła będą cechą charakterystyczną także nowego Terminalu A. Aby to osiągnąć trzeba będzie wykorzystać ogromne belki z klejonego krzyżowo drewna (CLT). „W miarę rozwoju i ewolucji lotnisk oraz zmian międzynarodowych wytycznych i wymogów bezpieczeństwa, porty lotnicze stają się coraz bardziej złożone. To swoiste frankensteiny połączonych ze sobą i stale dobudowywanych elementów. W przypadku nowego głównego terminalu lotniska w Zurychu staraliśmy się odpowiedzieć na to złożone wyzwanie najprostszą możliwą odpowiedzią: ramą przestrzenną z drewna, która jest jednocześnie projektem konstrukcyjnym, doświadczeniem przestrzennym, wykończeniem architektonicznym i regułą organizacyjną. Prosty, ale wyrazisty projekt – zakorzeniony w tradycji i oddany innowacjom – ucieleśniający kulturowe i naturalne elementy szwajcarskiej architektury”, mówi Bjarke Ingels, założyciel i dyrektor kreatywny BIG.

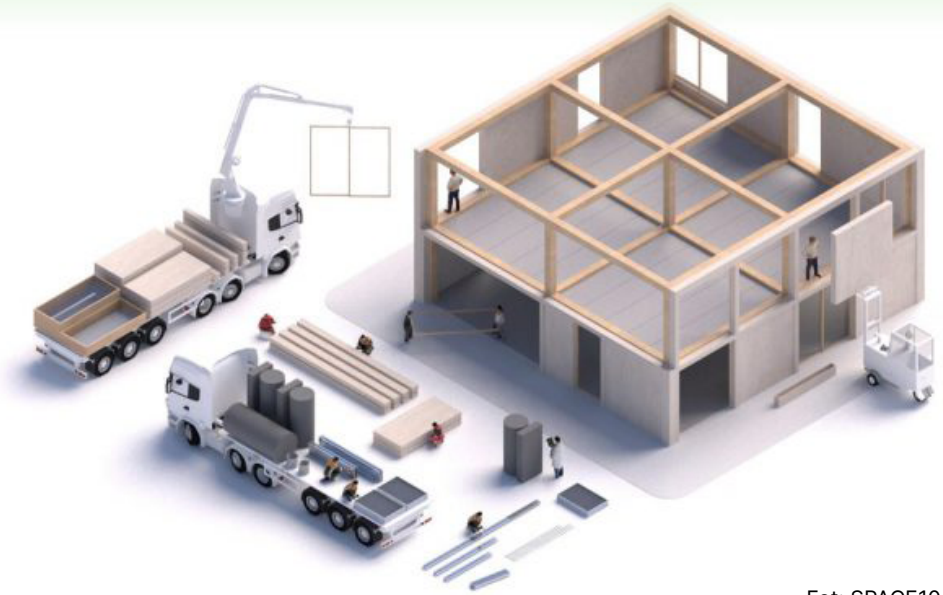
Fot: BIG

● Wygląda na to, że trend się umacnia, bo w tym samym czasie także władze lotniska Chibougamau-Chapais w Quebecu uznały, że nowy terminal będzie drewniany. Wykorzystując lokalnie produkowany materiał budynek ma podkreślać swoją bliskość lasu borealnego. Drewniane ściany osłonowe otoczą poczekalnię z trzech stron, a dach utworzą elementy konstrukcyjne z drewna i stali. Mieszany układ nie tylko pozwoli stworzyć duże przestrzenie do użytku publicznego, ale także zmniejszy grubości dachu, zmniejszając straty materiału i zacieniając wnętrze dużymi nawisami.

BUDOWANIE

Moduły do poprzestawiania

Renesans drewna wyraźnie wzmacnia trend powrotu na scenę budownictwa modułowego. Dziś nie są to już siermiężne bezduszne bloczyska, ale architektura ciepła i przyjazna środowisku.



Fot: SPACE10

JAK TO SIĘ ROBI

Drewno, którego nie wylewa się jak beton, ani nie składa jak cegły jest predestynowane do tego aby na budowę przyjeżdżać w postaci gotowych do złożenia modułów (mniej lub bardziej rozbudowanych). Tak używa się go w wysokościowcach i szkołach, które budują berlińczycy. Postrzega się je jako szansę na rozwój przystępnego cenowo budownictwa mieszkaniowego. Stąd za prace nad wykorzystaniem drewna wzięli się innowatorzy z pracującego dla Ikei duńskiego laboratorium projektowego SPACE10. Podstawowym założeniem projektu Ich The Urban Village Project nawiązującym do produktów szwedzkiego sklepu ma też być jego modułowość, prostota składania i transportu (płaskie pudełka). W podobnym kierunku idzie koncept Beyond the Shell, który jednak operuje całymi modułami. Z nich mieszkańcy mogliby konstruować sobie własne M2, M3 albo M4 zależy do tego na co, kogo i kiedy stać. Można by zacząć bowiem od małego mieszkanka, a wraz z rozwojem potrzeb (np. przez powiększającą się rodzinę) dokupić kolejne moduły.

KORZYŚCI

Do wykorzystania drewnianych modułów przy budowie szkół berliński Senat przekonał nie tylko ekologiczny aspekt samego materiału, ale także fakt, że stawianie każdej z nich zajmie o połowę mniej czasu niż w przypadku konwencjonalnej budowy. Montaż belek i ścian nośnych, które składają się na poszczególne moduły odbywa się w zakładzie w pobliżu placu budowy.
Projektanci SPACE10 zwracają za to uwagę na obniżenie ceny – bo poszczególne elementy będzie można produkować na dużą skalę, jak meble Ikei – ale także elastyczność konstrukcji. Jak w meblarstwie, te same elementy można wykorzystywać do budowy różnych obiektów o różnym przeznaczeniu. Dokładnie o tym samym jest Beyond the Shell, a przy okazji modułowych konstrukcji mówi się już o tzw. budownictwie regeneratywnym. To budynki takie jak Regenerative Highrise, które można rekonstruować bez rozbiórki tylko poprzez zmianę układu i dodanie nowych modułów. Wszystko w rytm zmieniających się potrzeb.

GRACZE

Metsä Wood
Moelven
Danwood
SPACE10
DMDmodular
Cutwork
Bouygues Immobilier

BUDOWANIE

Zadrzewione domy

Niejako obok rozwoju drewna jako budulca, z którego można wznosić całe domy, jeszcze większą karierę robią same drzewa jako kluczowy element fasady domów.



ROZWÓJ

Rola pioniera w stawianiu zadrzewionych domów przypada Stefanowi Boeri, który dla rodzimego Mediolanu zaprojektował pierwszy taki kompleks mieszkalny Bosco Verticale. Wyrosła tu w 2014 roku para wieżowców ma prawie 9 tys. metrach kwadratowych tarasów mieści 900 drzew. Drugim architektem znanym z zastosowania drzew na jeszcze większą skalę jest belg Vincent Callebaut. Znany ze skręconego jak spirala zielonego Agora Garden w Taipei ma jednak ambicje na znacznie bardziej spektakularne projekty obsadzonych roślinami osiedli. Taki projekt przedstawił m.in. dla rewitalizowanych terenów dawnego dworca Gare Maritime w Brukseli. Stafano Boeri stworzył za to całą koncepcję budowy leśnych miast - popularyzował ją głównie w Chinach, gdzie powstają nowe metropolie. Jego opus magnum ma być jednak rewitalizowany stadion Giuseppe Meazzy na San Siro (gdzie grają Inter Mediolan i AC Milan), który chce obsadzić 3,3 tys. drzew i 56 tys. krzewów. Do idei zazieleniania budynków przekonują się kolejni projektanci od Normana Fostera, po Philippa Starcka.

JAK TO SIĘ ROBI

To co zaproponowali Stefano Boeri i Vincent Callebaut, czyli obsadzanie zielenią fasad i tarasów, to tylko jedna z możliwości zadrzewiania domów. Bardziej adaptacyjny charakter ma obudowywanie ich rusztowaniem, na którym ustawia się skrzynie z roślinami. Także w tym przypadku pionierem był Włoch - Luciano Pia, który w ten sposób ozdobił turyński budynek 25 Verde. Zieleń staje się tu kurtyną odgradzającą mieszkańców od ulicy. Podobną konstrukcję zaproponowało holenderskie studio MVRDV w projekcie Green Villa, a w Paryżu przy Boulevard Pasteur starą kamienicę nazwaną Villa M opleciono metalową konstrukcją, na której wyrosła zieleń. Największe wrażenie robi jednak połączenie roślin z drewnem. O tym, że to rosnący trend świadczy ubiegłoroczna (2022) nagroda IDC dla Matteo Cainera Architecture za projekt Neutinamu. To konstrukcja oparta na drewnianym szkielecie (zdjęcie obok) przeplatanym modułami, które stworzą układ pomieszczeń dla działającego tu centrum młodzieży z wyrastającymi zewsząd roślinami.

GRACZE

Stefano Boeri
Vincent Callebaut
Normana Fostera
Philippe Starck
Luciano Pia
MVRDV
Matteo Cainera Architecture
Triptyque
Koichi Takada
Sheppard Robson

Fot: Matteo Cainera Architecture

BUDOWANIE

Baubotanika



● Pomysł jest daleko idący, a nawet futurystyczny, niemniej pierwsze próby już powstają - do budowy wykorzystać nie ścięte ale wciąż żywe drzewo. Pionierem jest w tym względzie austriacki architekt Ferdinand Ludwig, który jako pierwszy sformułował termin baubotanik. Pierwszym projektem tego nurtu był pawilon, który tworzą rosnące drzewa (zdjęcie powyżej). Obsadził nimi metalową konstrukcję Platanenkubus Nagold i cierpliwie czeka. Na początku roślinna konstrukcja wyglądała dość rachitycznie, jak na przednówku, ale dziś coraz śmielej się zieleni. Na prawdziwy rozkwit Ferdinand Ludwig daje sobie czas do końca dekady, kiedy to korony powinny wystrzelić wysoko ponad głowy. Od tego czasu zrealizował kilka podobnych projektów, a każdy ma dynamikę posadzonego drzewa. Wymaga cierpliwości.

● Ten model pracy z żywą rośliną już kilka lat temu podchwycił Carlo Ratti jeden z najsłynniejszych włoskich architektów, który jest także szefem MIT Senseably City Lab. Projektant znany ze swoich architektonicznych poszukiwań już w 2019 roku na Milan Design Week przedstawił konstrukcję powstałą z grzybów. Instalację nazwał The Circular Garden, bo założeniem jest że natura najpierw go tworzy, a później rozkłada. Był to zestaw 60 łuków inspirowanych twórczością Gaudiego, które w mediolańskim Orto Botanico tworzą rodzaj czterech otwartych pomieszczeń. Kluczowe było wykorzystanie hodowanej dwa miesiące wcześniej grzybni, której włókniste korzenie stworzyły trwałą, chociaż czasową konstrukcję. Carlo Ratti zaplanował to tak, że po 6 tygodniach wzrostu grzybnia ulegnie rozkładowi.

● Znacznie bardziej trwały i w duchu prawdziwej baubotaniki, jest jeden z jego najnowszych projektów The Tree Path (zdjęcie po prawej). To pomysł na żywą ścieżkę spacerowo-rowerową biegnącą w koronach drzew, które rosnąc będą tworzyć trasę. Ma być to ścieżka wyniesiona na rodzaj estakady, która biegnie między dwoma równoległymi rzędami drzew pełniącymi rolę filarów. Tutaj sztuczne i naturalne elementy mieszają się w jeden projekt, a jedno bazuje na drugim i odwrotnie. To kwintesencja baubotaniki: drzewa mogą stać się stale ewoluującymi elementami architektonicznymi. Projekt zakłada zasadzenie około tysiąca drzew, których wzrost byłby centralnym elementem procesu projektowania. Rośliny będą rosły wokół poręczy ze stali nierdzewnej, budując i przekształcając strukturę ścieżki w ciągu kilku lat. The Tree Path ma się rozwijać pionowo na trzech różnych poziomach, wznosząc się do sześciu metrów nad ziemią, omijając ruch drogowy i drogi wodne.

● Jest to też swego rodzaju projekt badawczy, którego celem jest zrównoważona mobilność. Ludzie mogą chodzić lub jeździć na rowerze na podniesionej platformie pośród koron drzew, a czujniki wbudowane w zieleń śledzą warunki otoczenia w czasie rzeczywistym. W szczegółach czujniki dostarczają informacji o zanieczyszczeniu powietrza, stanie wzrostu poszczególnych drzew i innych informacji pogodowych. Sensory mają zapewnić, że wszystkie żywe organizmy na ścieżce będą mogły reagować na zmieniające się warunki środowiskowe lub obciążenia strukturalne – realizując wizję „Internetu drzew".
„A gdyby pewnego dnia udało się wyhodować architekturę jak drzewo? Jesteśmy jeszcze bardzo daleko od tej przyszłości, ale możemy zacząć badać zbieżność między tym, co naturalne i sztuczne. Możemy wykorzystać drzewa jako elementy konstrukcji, jednocześnie wykorzystując dane z technologii cyfrowych, aby lepiej zrozumieć otaczające nas środowisko"
– komentuje Carlo Ratti, który jest też dyrektorem Senseable City Lab w MIT.



Fot: Carlo Ratti

BUDOWANIE

Biomateriały

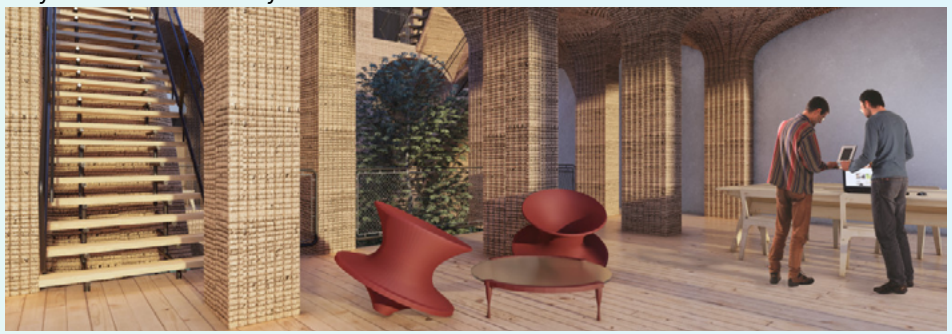


Fot: IAAC

● Wykorzystanie drewna jako podstawowego surowca budowlanego szeroko otwiera drzwi dla innych materiałów pochodzenia naturalnego. Zarówno tych tradycyjnych, jak i całkiem nowych. Klasyką są wszelkiego rodzaju skały. Takie, jak te użyte w Unbuilt Hospitality, kompleksie mieszkalnym na Santorini, wyróżnionym przez Architizer A+ Award 2022. Zarówno w formie, jak i w treści twórcy nawiązywali tu do starych, greckich wzorów. Stąd użycie nie tylko lokalnych kamieni, ale także popiołu wulkanicznego z którego słynie wyspa.

● To jednak lokalne, butikowe rozwiązanie. Pomysł skierowany bardziej w przyszłość i na obecne problemy przedstawiła australijska firma Mineral Carbonation International (MCi), która sięgnęła po metamorficzną skałę zwaną serpentynitem. To wstęp do procesu, gdzie drugim z budulców jest CO_2. Firma wykorzystuje naturalny proces magazynowania dwutlenku węgla, który nazywamy mineralną karbonatyzacją. Rozpuszczone CO_2 reaguje z minerałami w skałach, tworząc węglan, który jest stabilny przez długi okres czasu i może być wykorzystywany w budownictwie. MCi zaprojektowała i zbudowała już trzy systemy reaktorów węglowych oraz pierwszą na świecie fabrykę, która materiały odpadowe i emisje powstałe w procesach przemysłowych wykorzystuje do produkcji płyt karton-gipsowych „Jest to materiał budowlany o ujemnej emisji – zawiera znacznie więcej CO_2 niż zostało użyte do jego produkcji. Tak więc dwutlenek węgla wbudowujemy w ściany, a na świecie jest wystarczająco dużo złóż serpentynitu, aby przechwycić wszystkie emisje z paliw kopalnych, jakie kiedykolwiek istniały i będą istnieć”, mówi Sophia Hamblin Wang, dyrektorka operacyjna MCi, które w warunkach przemysłowych proces wchłaniania CO_2 skróciło z milionów lat do kilku godzin. Ich celem jest, aby do 2040 roku uwięzić 1 mld ton CO_2.

● Kolejny tradycyjny surowiec, na który architekci patrzą coraz przychylniej to glina. Współczesnemu budownictwu przywracają ją m.in. inżynierowie i naukowcy z Institut d'Arquitectura Avançada de Catalunya, IAAC (Instytutu Zaawansowanej Architektury Katalonii). W ich projekcie pawilonów TOVA (zdjęcia obok) użyto glinę i to pozyskiwaną na miejscu, która została zmieszana z dodatkami i enzymami zapewniającymi integralność strukturalną i elastyczność materiału. Jest to więc nie tylko najbardziej tradycyjny i ekologiczny, ale też zrównoważony materiał budowlany. Nowością jest tu wykorzystanie drukarki 3D, a ściany są wykonane z otworami wentylacyjnymi, które wprowadzają świeże powietrze i tworzą chłodną, przestronną przestrzeń. Aby zapewnić długowieczność materiału i odporności na warunki atmosferyczne, zastosowano wodoodporną powłokę z wyekstrahowanych surowców, takich jak aloes i białka jaj.



Fot: IAAC

BUDOWANIE

Biomateriały



Fot: Scale

● Bardziej niezwykłym i nowatorskim pomysłem jest sięgnięcie po rybie łuski. To odpady branży rybnej, za które wziął się start-up Scale z francuskiej Baskonii. Stworzył z nich materiał Scalite zastanawiając się, gdzie najlepiej się sprawdzi. Odpowiedź przyniosło samo życie, gdy w okolicy zaczęły upadać firmy produkujące tradycyjne kafelki i założyciele Scale chcieli ocalić wiedzę jak się je robi. Łuski łososia, sardynek i innych gatunków ryb składają się z dwóch rodzajów materiałów - jednego mineralnego i drugiego organicznego. Kolagen jest ekstrahowany z materiałów organicznych i działa jako spoiwo biopolimerowe po ponownym zmieszaniu z mineralną częścią materiału. Tworzą proszek, który jest prasowany w arkusze o twardości kamienia (zdjęcie obok). Wyjątkowość Scalite polega na tym, że w przeciwieństwie do większości innych materiałów naturalnych (takich jak biotworzywa, naturalny cement etc.) żadne inne dodatki ani spoiwa nie są potrzebne. Dzięki temu jest nie tylko w pełni organiczny, ale też wolny od lotnych związków. Ma też dość uniwersalne zastosowanie: można go używać jako płytek ceramicznych, ale także jako materiału do produkcji mebli, a nawet akcesoriów do domu. Sprzyja temu fakt, że można go ciąć zwykłymi piłami tarczowymi lub stołowymi i przyklejać bezpośrednio do powierzchni drewnianych.

● Organiczne materiały budowlane to kolejny kierunek, który podchwyciła firma Chip[s] Board, specjalizując się wdrażaniem produkcji z bioodpadków. Jednym z takich projektów jest rodzaj płyty przypominającej pilśniowy MDF, która nie powstała z drewnianych włókien, ale skórek od ziemniaków. Normalna płyta MDF to jednak nie tylko problem użycia podstawowego, drewnianego surowca, ale wszelkiego rodzaju formaldehydów i toksycznych dodatków, bez których nie udało by się jej sformować. Dlatego twórcy jej biodegradowalnego odpowiednika sięgnęli po ziemniaczane odpadki, a przy tym zrezygnowali z wszelkich toksycznych dodatków. Obierki kartofli skupowali od producentów frytek i chipsów, aby eksperymentować z doborem ekologicznego czynnika, który zwiąże włókna rośliny w zwarty i wytrzymały materiał. Opracowana substancja okazała się równie skuteczna do przetworzenia resztek drewna, jak i zużytych zesłodowanych nasion, które pozostają po produkcji piwa.

BUDOWANIE

Biobeton

W budownictwie nie ma większego obciążenia środowiskowego niż cement i powstający z niego beton. Nie jest więc zaskoczeniem mnogość pomysłów na zastąpienie go bardziej ekologicznym zamiennikiem.



JAK TO SIĘ ROBI

Jednym z najbardziej praktycznych pomysłów jest przekształcenie CO_2 w minerały - przy umiejętnym połączeniu z betonem zamienia się w węglan wapnia. Druga coraz poważniej rozpatrywana opcja to dodawanie do betonu materiałów organicznych. Jako pierwsi eksperymentowali z tym naukowcy z Lancaster University. W ramach projektu B-SMART odpadki warzywne zamienione w nanocząsteczkowy pył zostały połączone z cementem. Resztki spożywcze wykorzystali także naukowcy z Uniwersytetu Tokijskiego. Był to element rozwoju techniki wytwarzania betonu poprzez poddanie kompresji cieplnej materiałów organicznych. Całkiem inną technologią jest zastępowanie występującego w cemencie wapienia innymi skałami, nie emitującym CO_2. Wykorzystuje się do tego np. biomineralizację, odpowiedzialną m.in. za tworzenie raf koralowych i muszli - w tym przypadku węglan wapnia wytwarzają bakterie - a nawet uprawy mikroalg.

KORZYŚCI

Produkcja cementu ma ogromny 8-proc. udział w emisji CO_2 i to właśnie ograniczenie produkcji dwutlenku węgla jest głównym celem poszukiwania jego zamienników. W przypadku CarbonCure, który opanował metodę dodawania CO_2 do betonu, emisja gazu jest redukowana średnio o 17 kg na każdy metr sześcienny. Ogromny potencjał mają też mikroalgi. Ich hodowcy szacują, że mogą obniżyć emisję o 60 proc.
Inny aspekt to same właściwości materiałowe. Dodatek CO_2 sprawia ponoć, że beton staje się jeszcze mocniejszy, a z warzywnym pyłem zyskuje na trwałości i jest bardziej odporny na korozję. Z kolei naukowcy z Uniwersytetu Tokijskiego ocenili, że ich materiał ma czterokrotnie większą wytrzymałość na rozciąganie. Ich zespół pracował jednak nie tylko nad wykorzystaniem bioodpadów, ale także dalszym cyklem życia swojego produktu i zapewniają, że można go zjeść. Wystarczy rozbić na kawałki i zagotować. Stąd też dopracowali jego smak i kolor.

GRACZE

CarbonCure
Biomason
Brimstone Energy
Minus Materials

Fot: Adam Cohn

BUDOWANIE

Budynki z i do recyklingu



Fot: Lea Bridge Library

● Wykorzystanie naturalnych, a zwłaszcza organicznych substancji to element szerszego nurtu jakim jest wpasowanie budownictwa w gospodarkę obiegu zamkniętego. Tak, aby domy stawiać z materiałów odpadowych, ale później przy rozbiórce móc je jeszcze ponownie wykorzystać. W sposób bardzo jasny politykę taką przedstawiły władze Zurychu, gdzie nowe budynki muszą być budowane z wykorzystaniem recyklingowanego betonu (pierwszy taki budynek, w którym aż 80 proc. betonu pochodziło z odzyskanego materiału powstał w 2002.). Według szwajcarskich przepisów, za recyklingowany uznaje się produkt, pochodzący w co najmniej 25 proc. z odzyskanych materiałów. Zurich stawia poprzeczkę wyżej: przy rozbudowie miejskiego muzeum sztuki Kunsthaus Zurich wykorzystywano 98 proc. betonu z recyklingu, a w przypadku nowego szpitala i kilku osiedli mieszkaniowych udział ten wynosi ok. 95 proc.

● W Londynie, przy rozbudowie Lea Bridge Library, pokazano za to jak bardzo zamknięty może być obieg drewna (zdjęcia obok). Chociaż stary bydunek był z cegieł, w nowym skrzydle zrezygnowano z nich na rzecz drewna, jednak nie byle jakiego. Jest to materiał lokalny i pochodzący z odzysku ze ściętych drzew z londyńskich ulic i parków. Sprawia to, że na budynek składa się 25 różnych gatunków drzew. Paleta ta tworzy przypadkową mieszankę różowawego, brązowawego i białawego drewna, której towarzyszy różnorodność tonów i słojów, a także rozmiarów i sposobów cięcia. Kluczowe, że starano się tu wykorzystać każdy jego element, nawet najmniej wartościowe kawałki.

● Z kolei budynkiem całkiem nadającym się do recyklingu pochwalili się Holendrzy. Chodzi o zaprojektowany przez RAU Architects budynek biurowy Triodos Bank, który zamiast ze stali i betonu, został zrobiony z drewna. Najważniejsze jest jednak nie jak go skonstruowano, ale jak będzie zdekonstruowany. Biuro to projektanci nazwali nawet „tymczasowym bankiem materiałów" bo wszystko – od podłóg, przez schody i ściany, aż po dach – planowali tak, aby rozbiórka nie była niszczeniem, ale raczej przypominała rozkręcanie mebli z Ikei. Dlatego też do złożenia konstrukcji nie używali niczego oprócz 165 tys. śrub, które pewnego dnia po prostu zostaną rozkręcone.
Aby nie było to chaotyczne rozdysponowanie resztek po budowli, każdy element konstrukcji ma swoisty paszport opisujący specyfikę poszczególnej części i jest zarejestrowany na dedykowanej dla ekologicznego budownictwa platformie internetowej Madaster. Jest tam podany rozmiar każdej drewnianej belki i źródło krzemionki użytej do wykonania 1.280 szklanych paneli tworzących fasadę.



Fot: Lea Bridge Library

BUDOWANIE

Plastikowe klocki

W recyklingu największym wyzwaniem są tworzywa sztuczne, bo poziom ich odzysku jest przeszło trzy razy mniejszy niż innych odpadów. Stąd projektanci i inżynierowie prześcigają się by coraz bardziej kreatywnie wykorzystać go w budownictwie pochłaniającym dużą ilość materiałów.



ROZWÓJ

Jednymi z pierwszych, którzy docenili plastik jako materiał budowlany byli holendrzy z VolkerWessels. Już w połowie minionej dekady zaporponowali, że można go wykorzystać do układania dróg i to nie tylko jako zamiennik asfaltu na nawierzchni. Swoją pierwszą PlasticRoad ułożyli obok lotniska Schiphol, wykorzystując odpady, które pozostawiają sami pasażerowie. Kolejnym okazał się ByFusion start-up, który zbiera plastikowe śmieci pływające po morzach oraz oceanach i przetwarza je na bloki wykorzystywane do budowy. Na początku były to surowe bloczki RePlast, aby po paru latach zmienić się w ByBlock, które można montować składając niemal jak kolcki Lego - bez kleju. Jeszcze bardziej ambitnie za sprawę zabrali się Norwegowie z Othalo, którzy odzysk plastiku połączyli z budownictwem modułowym. Swoje tanie konstrukcje chcą zaoferować przede wszystkim krajom rozwijającym się. Stworzyli już fabrykę, która rocznie może wyprodukować 2,8 tys. takich domów.

KORZYŚCI

Założyciele Othalo przekonują, że tego typu materiały mogą znacząco zmniejszyć koszty inwestycji. Sprzyja temu fakt, że plastik wykorzystuje się w formie gotowych elementów do składania - czy są to segmenty drogi, klocki ByBlock, czy też moduły do konstruowania domów (alternatywą jest granulat, a nawet “tusz” do druku 3D). Ze środowiskowego punktu widzenia ważniejsze jest, że w ten sposób można wykorzystać niezbyt popularny surowiec - dom o powierzchni 60 metrów kwadratowych zużyje około 8,1 ton tworzywa. Zwłaszcza gdy tak jak w ByFusion pochodzi z plastiku wyłowionego z oceanu.
Mniej oczywiste są korzyści jakie VolkerWessels pokazał przy swojej drodze, doskonale wpisującej się w gospodarkę obiegu zamkniętego. Ich moduły są znacznie lżejsze niż tradycyjna nawierzchnia i dlatego doskonale nadają się do miękkiej gleby, poza tym PlasticRoad to nie tylko droga, ale również system magazynowania wody. Każdy element może zbierać, filtrować i buforować 300 litrów wody na metr kwadratowy, którą oddaje do gruntu.

GRACZE

VolkerWessels
Othalo
ByFusion
GreenFields
Azure Printed Homes

Fot: VolkerWessels

BUDOWANIE

Drukowanie na zielono



● Wykorzystanie druku 3D przy stawianiu domów to przede wszystkim innowacja technologiczna. Jednocześnie zwiększa możliwości posługiwania się materiałami i sposób kształtowania poszczególnych elementów, tak że budowanie z wykorzystaniem tej metody robi się znacznie bardziej ekologiczne. Przykład pierwszy z brzegu to opracowana przez naukowców z ETH Zurich betonowa płyta zużywająca o 70 proc. mniej materiału (zdjęcie obok). Wylewanie jej specyficznego kształtu nie obyło by się bez wydrukowanych w 3D elementów szalunkowych z nadającej się do recyklingu pianki mineralnej. Ma to być pomysł na rozprawienie się z jednym z największych emitentów CO_2, czyli z produkcją cementu.

● Ta szwajcarska innowacja zwana FoamWork przypomina znane z meblarstwa tzw. płyty plaster miodu. Ich środka nie wypełnia się wiórami, ale przypominającą właśnie plaster miodu konstrukcją z kartonu. Dzięki temu przy składaniu np. regału mamy odpowiednio sztywne i wytrzymałe półki, które są jednak 20-krotnie lżejsze niż drewno i wymagają znacznie mniej surowca. Podobnie jest z betonowymi płytami opracowanymi na ETH Zurich.

Fot: ETH Zurich

Kluczem są tu puste przestrzenie wewnątrz płyty. Tworzy się je przez wprowadzenie 24 elementów szalunkowych z pianki mineralnej do prostokątnej formy, w której zazwyczaj produkuje się płyty. W następnym kroku wokół nich wylewa się beton, pozostawia do stwardnienia, po czym usuwa wydrukowane wcześniej elementy. Mają one różne kształty i rozmiary, więc w efekcie płyta zyskuje ażurową strukturę. Duża ilość pustej przestrzeni nie oznacza jednak, że materiał jest mniej trwały od konwencjonalnego. Wewnętrzna geometria została zoptymalizowana pod kątem wzmocnienia płyty wzdłuż głównych linii naprężeń, zapewniając niezbędną wytrzymałość, mimo drastycznego zmniejszenia ilości betonu potrzebnego do jej wyprodukowania. To niezwykle ważne z ekologicznego punktu widzenia.

● Bez drukarek 3D nie doszło by też do renesans gliny, który zaproponował Institut d'Arquitectura Avançada de Catalunya, IAAC - opis projektu TOVA w rozdz. Biomateriały. Katalońscy inżynierowie opracowane przez siebie pawilony z gliny drukują, jednocześnie testując potencjał tej technologii dla budownictwa. „Jest to prototyp, który stanowi pomost między przeszłością, wernakularną architekturą ziemną a przyszłością, czyli technologią druku 3D na dużą skalę, który nie tylko posłuży do zmiany architektury przyszłości, ale będzie również bardzo przydatny w obliczu obecnego kryzysu mieszkaniowego na całym świecie", piszą autorzy projektu, który został zrealizowany w zakładach Valldaura Labs na obrzeżach Barcelony. „Budowa" zajęła 7 tygodni, a projekt jest realizowany w ramach w ramach programu 3D Printing Architecture, który z jednej strony ma uczyć drukowania domów, czyli tzw. przyrostowej produkcji zrównoważonej architektury, a z drugiej rozwijać tę technologię.

● Drukować domy można nie tylko wykorzystując glinę, ale także tworzywa sztuczne i to w dodatku te z recyklingu. Do tezy tego pomysłu przekonuje amerykański start-upu Azure Printed Homes, który pierwszy drukowany dom z plastiku zaprezentował pod koniec sierpnia 2022. Dzięki wykorzystaniu technologii 3D, jego szkielet z gotowymi ścianami można wyprodukować w zaledwie 20 godzin. Do produkcji swoich domów twórcy Azure postanowili wykorzystać plastik po zużytych butelkach PET. Drukowany z nich

BUDOWANIE

Drukowanie na zielono



Fot: Azure Printed Homes

jest dach, podłoga i ściany, czyli główna powłoka domu. W ścianach drukarka tworzy specjalne kanały i otwory, w których potem montowana jest hydraulika oraz okablowanie. Metoda ta pozwala nie tylko „oszczędzać" na materiałach budowlanych i emisji CO_2. Produkowane w tej technologii domy pozwala robić o 70 proc. szybciej i o 30 proc. taniej, niż budowane w tradycyjny sposób. Dzięki temu komfortowy apartament typu studio wyposażony w kuchnię i łazienkę można już nabyć za niespełna 39 tys. USD. Do stworzenia takiego domu zużywanych jest około 100 tys. butelek (zdjęcie obok).

● Do druku 3D nadaje się także beton z odzysku, nad czym od jakiegoś czasu pracuje czeskie towarzystwo budownictwa społecznego Buřinka. Zaczęło się w 2020 roku od Prvok, niewielkiego, 43-metrowego domku drukowanego w ciągu 48-godzin, a rok później przedstawiło stworzony w tej samej technice tor przeszkód dla miłośników parkouru - w 3D wykonano wszystkie obiekty do ćwiczeń. Powstały z betonu, ale nie byle jakiego. To materiał pochodzący z recyklingu, znany jako rebetong, który opracowany został we współpracy z naukowcami z Politechniki Brneńskiej.

● Podobne rozwiązanie w 2022 roku zaprezentował amerykański start-up Mighty Buildings, który opracował zamiennik betonu znany jako Light-Stone Material (LSM) czyli materiał z lekkiego kamienia. Celem firmy, poza eliminacją betonu, jest rozwiązanie czterech ważnych ograniczeń w branży budowlanej:

- braku pracowników - druk 3D wymaga od 90 do 95 proc. mniej siły roboczej niż tradycyjne budownictwo,

- niedoborów materiałowych - drewno jest surowcem odnawialnym, ale wyhodowanie nowych drzew zajmuje dużo czasu. LSM chce zmniejszać zapotrzebowanie na drewno lub beton bez szkód w środowisku ani siedliskach zwierząt,

- czasu - drukowanie domu z LCM trwa 24 godziny,

- odpadów budowlanych - podczas gdy tradycyjne domy budowane na patyku pozostawiają po sobie beton, drewno i inne odpady, domy z drukarki 3D eliminują prawie 100 proc. nadmiaru odpadów.

BUDOWANIE

Kontenery: budowlana alternatywa

Pomysł na wykorzystanie nieużywanych kontenerów jako materiału budowlanego od początku budził wątpliwości, z roku na rok rozwiewane coraz bardziej przekonującymi projektami z ich wykorzystaniem.



Fot: Pop Brixton

ROZWÓJ

Pomysł na wykorzystanie kontenerów jako gotowych modułów budowlanych zrodził się z handlowej nierównowagi. Statki pełne metalowych skrzyń z towarem od dekad płyną z Chin do Europy czy USA, ale odsyłanie ich z powrotem się nie kalkuje. Można je jednak z pożytkiem wykorzystać. Zaczęło się od kawiatni Starbucks w Seattle i nieco hipsterskich projektów, takich jak Pop Brixton, czyli lokalny londyński kampus dla start-upów i małych firm. Pomysł szybko przyjął się w Polsce. Już w 2017 roku w Gdańsku na teranach dawnej stoczni powstała 100cznia - składający się z 17 dużych, 12-metrowych kontenerów kompleks gastronomiczno-rozrywkowo-kulturalny. Jeszcze innym popularnym sposobem na kontenery stało się urządzanie w nich basenów - tak powstał polski CubePools - już wówczas zastanawiano się jak kontenery wykorzystać jako przestrzeń do mieszkania.

JAK TO SIĘ ROBI

Jako pierwsi na pomysł stworzenia komfortowego osiedla kontenerowego w 2016 roku wpadli duńczycy z CPH Containers. Ich projekt urządzenia w ten sposób akademika przeciągnął się jednak aż do tego roku. Wyprzedzili ich Amerykanie z Local Studio, które na koncie ma już kilka takich realizacji. Najsłynniejsza to oddana do użytku w 2022 roku IDA. Składający się z 60 kontenerów dom z 18 mieszkaniami, który stanął w Phoenix na rogu McKinley i 3'ej, czyli właściwie w samym centrum miasta w dzielnicy artystycznej Roosevelt Row.
Przewagą kontenerów nad zwykłymi domami jest łatwość w ich przestawianiu i przewożeniu, co z kolei dostrzegł francuski Accor proponując nieco inne wykorzystanie. Także w celach mieszkaniowych, ale jako hotel Flying Nest. Obsypany branżowymi nagrodami koncept to przede wszystkim doskonałe rozwiązanie na wszelkie sezonowe miejsca pobytu, takie jak chociażby festiwale muzyczne. Zamiast w namiocie czy ciągnionej przyczepie można zamieszkać w mobilnym hotelu.

GRACZE

Local Studio
CPH Containers
Accor
CubePools
100cznia

BUDOWANIE

Przyszłość miejskiej zabudowy: budynki jako elektrownie

Biorąc pod uwagę ślad węglowy budynków, ważne jest nie tylko jak i z czego zostały zbudowane, ale także jak się będą sprawowały za życia. Długi czas chodziło głównie o to, aby były pasywne, teraz upatruje się w nich miejskich elektrowni.



ROZWÓJ

Jako pierwsi o budynkach-elektrowniach zaczęli myśleć projektanci Snohetty. To na ich stołach kreślarskich powstała seria biurowców Powerhouse. Piąty z cyklu, powstały w 2019 roku Brattørkaia pokazał, że nawet w wysuniętym na północ Trondheim można produkować dwa razy więcej prądu niż się zużywa. W ciągu roku budynek o pow. 18 tys. mkw produkuje około pół miliona KWh energii, którą odbierają sąsiadujące budynki i transport publiczny. Takie podejście do budowania nie jest zarezerwowane dla biurowców. Pokazał to projekt domu Dark Chalet, który powstaje w ragularnie zaśnieżonej górskiej miejscowości Eden w stanie Utah u podnóży Powder Mountain. Tu panele słoneczne zajmują niemal każdy centymetr fasady, więc energii wytwarza trzy i pół razy więcej niż zużywa. To luksusowy przybytek. Amerykański start-up Cosmic poszedł jednak w przeciwnym kierunku i stworzył małe, samowystarczalne domy, które dzięki nadwyżkom w produkcji energii pomagają właścicielom się spłacić.

JAK TO SIĘ ROBI

Kluczowa sprawa to ustawienie paneli pod odpowiednim kątem. Tak było m.in. w przypadku Brattørkaia, gdzie projektanci zaplanowali specjalny, mocno ścięty dach zwrócony w stronę słońca. Jeszcze bardziej przemyślna jest nowa siedziba Google z nieckowatymi połaciami dachu (zdjęcie obok). Zakrzywienie sprawia, że rano i po popłudniu produkują więcej prądu niż zwykłe panele.
Zasadniczą zmianę w tworzeniu budynków elektrowni wprowadzi pojawienie się na dużą skalę cienkich, przeziernych paneli słonecznych wykonanych np. w technologii kropek kwantowych (Quantum Dots). Ma ona dwie podstawowe zalety. Przede wszystkim może przepuszczać światło widzialne - np. wykorzystując tylko fale podczerwone - przez co można je stosować na oknach bez ograniczeń widoczności wewnątrz. Druga zaleta to fakt, że nie wymagają kąta prostego aby jak najwydajniej produkować energię. Stąd mogą być wykorzystywane na fasadzie, której nie da się tak łatwo kształtować jak dach.

GRACZE

Snohetta
Kennon
Cosmic
ML System
Ubiquitous Energy
Andersen Corporation

Fot: Google

BUDOWANIE

Ekomodernizacja


Fot: Snohetta

● Stawianie budynków, które są w stanie produkować więcej energii niż zużywają to jedno. Pozostaje kwestia co zrobić z tym co już istnieje, nie jest takie nowoczesne i zdecydowanie prądożerne. W tej kwestii pionierem była norweska Snohetta. Jej pierwszy projekt z serii Powerhouse, ukończony w 2014 roku Kjørbo (zdjęcie powyżej), był taką właśnie rewitalizacją starej skorupy w nową. Całkowita renowacja dwóch pierwszych budynków biurowych zaowocowała powstaniem pierwszego pozytywnego energetycznie budynku biurowego w Norwegii i prawdopodobnie także pierwszego odnowionego pozytywnego energetycznie budynku na świecie. Optymalizując i łącząc na nowo znane technologie, projektanci sprawili, że zwykły biurowiec z lat 80. wytwarza więcej energii odnawialnej, niż zużywa.

● To co zaproponowali Norwegowie można nazwać działalnością rzemieślniczą, dostosowaną do dużego projektu. Pozostają jednak miliony budynków, głównie mieszkalnych, gdzie tak ambitnych potrzeb i celów nie ma - wg. szacunków ONZ 65 proc. prognozowanych zasobów budowlanych oczekiwanych na całym świecie do 2060 r. już zostało zbudowanych. Na tej kanwie powstał projekt HouseZero, w którym wiodącym partnerem architektonicznym także jest Snohetta. Jest to prototyp drewnianego domu starszej konstrukcji z lat 40-tych, który został wyremontowany i zamieniony w ultranowoczesną, wydajną maszynę do życia. Dom nie wytwarza CO_2, działa w oparciu o naturalną wentylację i zużywa mało energii na chłodzenie, ogrzewanie czy oświetlenie. Pod jego powierzchnią zostały umieszczone czujniki, które zbierają miliony danych, aby monitorować i optymalizować zużycie energii, odnowę biologiczną i zrównoważony rozwój. Ma być to modelowa metoda renowacji istniejących budynków.
W projekcie bierze udział Uniwersytet Harvarda, który przewiduje, że gromadzenie danych sensorycznych pozwoli lepiej zrozumieć jak funkcjonuje budynek, a także zachowania ich mieszkańców.

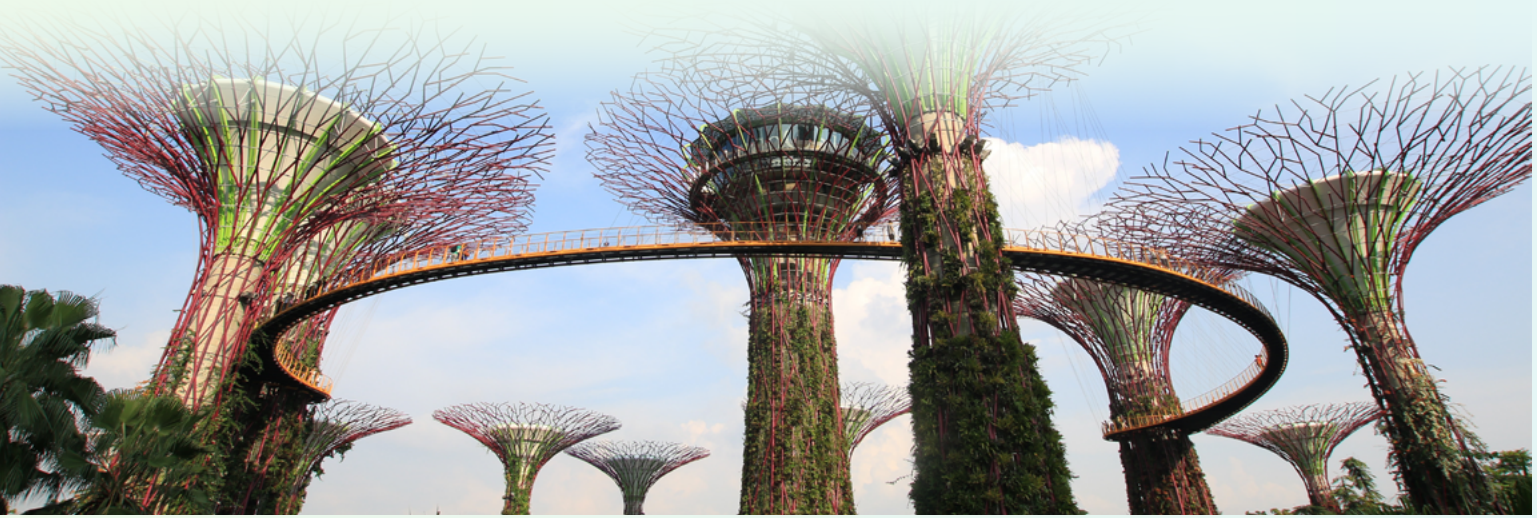
● HouseZero to bardzo ambitny projekt, patrzący w przyszłość cywilizacyjnego projektu jakim jest ekomodernizacja budynków. Wyzwanie dnia dzisiejszego jest jednak znacznie mniej wizjonerskie. Chodzi przede wszystkim o poprawienie parametrów zużycia energii, zwłaszcza cieplnej, tysięcy budynków wielorodzinnych, które dominują w miastach. Dlatego duńczycy opracowali bardziej masowe rozwiązanie: prefabrykowaną modułową fasadę, którą można łatwo zainstalować na froncie budynku, by oszczędzać energię. Nowy system paneli przypomina nieco ikeowskie fronty kuchenne, łatwe do użycia i łączenia w większe całości. Fasadę przyczepia się do budynku bez konieczności burzenia starych ścian. Daje to dodatkową izolację i pozwala ograniczyć zużycie energii o połowę. Renowacja budynku nie powinna przekroczyć jednego tygodnia i nie zakłóca życia. Co więcej, mieszkańcy mogą wybrać z katalogu rodzaj okien i balkonów, które wprowadzają do mieszkań więcej światła, zmniejszając potrzebę sztucznego oświetlenia i poprawiając samopoczucie.

● Podobne działania podejmują Holendrzy. Prowadzi je tutejsza organizacja non-profit Energiesprong. Opracowała i koordynuje system ocieplania domów, który rozwija także za granicą m.in. w Niemczech, Francji, Wielkiej Brytanii, a nawet USA. Także tu robi to z wykorzystaniem ciętych na wymiar paneli, którymi od ręki przykrywa się fasady budynków. Kluczową rolę odgrywa działająca w ramach projektu firma RC Panels, która ma zakład produkcji takich powierzchni izolacyjnych montowanych na frontach istniejących szeregowców. Najpierw przy użyciu skanera laserowego wykonuje się pomiar domu, który ma być dogrzany. Znając te parametry w fabryce RC Panels maszyna przycina panele do rozmiaru robiąc m.in. miejsce na okna i drzwi tak, aby dokładnie pasowały do starej fasady. Dalej jest już prosto: ciężarówka dostarcza panele, które są mocowane bezpośrednio do starej ściany. W ten sposób instalację można przeprowadzić nawet w ciągu jednego dnia. „Wszystko powinno być w rodzaju instalacji plug-and-play, dzięki czemu oszczędza się koszty pracy i robocizny. W Europie nie ma wystarczającej ilości siły roboczej, więc nie ma wystarczająco dużo zdolności budowlanych, aby zrobić to w staroświecki sposób", mówi Christian Richter z Energiesprong.

● W ciągu dekady Energiesprong rozwinęła swój model. Przede wszystkim poza panelami izolującymi w tych samych budynkach instalują też panele słoneczne, które można umieścić na istniejącym dachu. Równocześnie jej partnerzy zajmują się dostarczaniem pomp ciepła do ogrzewania, chłodzenia i ciepłej wody. Energiesprong pomógł też stworzyć system finansowania wdrażanych przez siebie projektów. Mieszkańcy nie inwestują dużej kwoty, ale spłacają ją w formie stałych opłat, które finansowane są z oszczędności energii, jakie przynosi termomodernizacja. Do tej pory programowi termomodernizacji poddano ponad 5.700 domów.

BUDOWANIE

Budynki z klimatem



● Obok termomodernizacji koncentrującej się na docieplaniu budynków, drugim w kolejności wyzwaniem jest uodpornienie ich na upały. Zwłaszcza gdy klimat ma się ocieplać. Rzecz jasna izolacja termiczna pomaga także na to, nie tylko chroniąc przed uciekaniem ciepła, ale także przed jego napływem w czasie upałów. Dziś sprawę rozwiązuje się za pomocą prostych sprężarkowych klimatyzatorów, które powoli są wypierane przez bardziej wydajniejsze i bardziej ekologiczne rozwiązania jak np. chłód sieciowy czy pompy ciepła.

W walce z upałami stosuje się nie tylko jedno prosto działające urządzenie, ale cały wachlarz rozwiązań, także architektonicznych.

● Dobrym przykładem jest Singapur, gdzie w ciągu ostatnich sześciu dekad temperatura wzrosła prawie dwa razy szybciej niż średnia dla świata. Twarde, absorbujące ciepło powierzchnie powodują, że temperatura w terenie zabudowanym jest tu o kilka stopni wyższa niż na terenach okolicznych. Różnica która jeszcze w 2004 r. wynosiła 4,5 st. teraz sięga 7 stopni.

Komercyjna część miasta generuje nawet 5 razy więcej ciepła niż dzielnice mieszkalne. Z jednej strony ruch samochodowy i działalność przemysłowa emitują coraz więcej gorąca, z drugiej – wysoka zabudowa i wąskie ulice zatrzymują temperaturę.

● Do niedawna kluczem do skutecznego chłodzenia Singapuru wydawały się drzewa. Nazywany miastem ogrodów od dawna docenia rolę roślinności, a w 2021 roku rząd ogłosił, że w ciągu dekady posadzi milion nowych drzew podwajając dotychczasowe tempo nasadzeń. Już teraz drzewa pokrywają ok. 56 proc. powierzchni wyspy. Jednak chłodzący efekt drzew odczuwalny jest jedynie w promieniu 4 m. W dodatku drzewa ograniczają przewiew i zwiększają wilgotność powietrza.

● W coraz większym stopniu Singapur stawia więc na odpowiednią architekturę i technologię. Celowo różnicowana wysokość budynków ułatwia przepływ powietrza, a odbijające promienie słoneczne powierzchnie redukują absorpcję ciepła. Efekt chłodzenia dają także fontanny i oczka wodne. Chlubą miasta jest 40-piętrowy budynek CapitaGreen, zwieńczony konstrukcją przypominająca płatki kwiatu, która na wysokości 242 m wciąga chłodne powietrze. Z kolei budynki Woodlands Health Campus Hospital, który ma otworzyć swoje podwoje w 2023 r. są ułożone w osi północ-południe, żeby ułatwić przepływ powietrza, przy czym ulice na terenie kampusu wybudowane są pod ziemią

● Z podobnymi wyzwaniami mierzy się Phoenix, gdzie od połowy XX wieku temperatura wzrosła o 2,5 st. Celsjusza. Stąd na jesieni 2021 roku została uruchomiona specjalna miejska komórka zajmująca się skutkami ocieplania klimatu. Pracuje nad rozwiązaniami, które mają przeciwdziałać ekstremalnym upałom, jak i sposobami, które pozwolą obniżyć temperaturę Phoenix w długim terminie. Miasto ma już kilkadziesiąt kilometrów „chłodnych chodników". Powstają one w efekcie pokrywania powierzchni ulicy odblaskową powłoką. Według badania przeprowadzonego przez Arizona State University, może to obniżyć temperaturę przy powierzchni nawet o 7 st. Celsjusza w porównaniu z klasycznym asfaltem. Odblaskowa powłoka sprawia, że powietrze nad ziemią dużo mocniej się ochładza szczególnie nocą. W ramach innego projektu odblaskową powłoką zostają pokryte dachy budynków, co pozwoli zmniejszyć zapotrzebowanie na klimatyzację.

● Phoenix zaczyna również sadzić więcej drzew w dzielnicach, w których do tej było najmniej zacienionej powierzchni. By zrobić to w najbardziej nagrzanych miejscach miasta, wykorzystano technologię do wyrównywania zadrzewienia, opracowaną przez American Forests. Chodzi o stworzenie dobrze zacienionych korytarzy, którymi będzie można się przemieszczać po całym mieście. Na początek zadrzewiono trasy którymi uczniowie chodzą do szkoły. Na projekt przeznaczono 6 milionów dolarów.

BUDOWANIE

Budynki wodopozytywne



Fot: Vincent WR

● Problemem naszych czasów są nie tylko ekstremalne wahania temperatur, ale nie mniejsza amplituda opadów, która nakłada się na postępujący kryzys zasobów wodnych. Dlatego budynki ustawia się także na tym froncie działań. Podstawa to gromadzenie spływającej z dachu wody czy to w prostych zbiornikach, czy bardziej wyrafinowanych systemach jakie wdraża chociażby polski start-up Aquares. Głównym ich celem jest produkcja prądu przez spływającą wodę koniecznym elementem są jednak dwa zbiorniki, oba retencyjne. Górny jest ustawiony pionowo na fasadzie budynku i połączony z rynnami, aby przechwytywał deszczówkę z dachu, a dolny zakopany w ziemi pod kawałkiem miejskiej zieleni (z trawnikiem, krzewami i drzewami), przez co woda przesącza się tu też bezpośrednio z opadów. Górny wypełnia się w czasie deszczu, a zgromadzona woda po deszczu jest spuszczana do dolnego zbiornika. W ten sposób odciąża miejską kanalizację, zmniejszając ryzyko jej przepełnienia w czasie nawałnic, a umieszczona na jej drodze prądnica produkuje energię zasilającą latarnie znajdujące się w sąsiedztwie.

● Bardziej zaawansowane i dedykowane dla gromadzenia deszczówki są dachowe rezerwuary opracowane przez holenderską firmę MetroPolder. Tutaj wodą opadową po prostu się zarządza i jak najlepiej wykorzystuje niemal wszystko, co w czasie ulewy spadnie na dachy miast. Ideą podstawową było przekształcenie zagrożenia – czyli nawalnych deszczów, które coraz częściej podtapiają miasta przynosząc ogromne szkody – w okazję. Określenie polder użyte w nazwie nie jest tu przypadkowe. Rodzaj przeciwpowodziowych polderów, które zwykle tworzy się np. w sąsiedztwie rzek, Holendrzy postanowili „wtaszczyć" na płaskie dachy dominujące w miejskiej architekturze. „Aby umożliwić inteligentne magazynowanie wody na płaskich dachach opracowaliśmy pierwszą na świecie koncepcję dachu polderowego. Polder Roof przekształca dachy w inteligentne, kontrolowane magazyny wody. W ten sposób system jest w stanie przechować niemal cały deszcz, który spada na dach i zutylizować go lub wykorzystać w późniejszym czasie." tłumaczą Holendrzy. Taki polderowy dach służy jako podstawa do obsadzenia go przez rośliny i stworzenia dachowego ogrodu. Można tu także ustawić panele słoneczne, a jak ktoś chce całość przykryć nawet kostką brukową. Bazą jest system do buforowania wody. To rodzaju jazu podłączonego do internetu oraz systemu, który mierzy i reguluje poziom wody oraz jej odpływ. Tego typu dachy są stale monitorowane oraz eksploatowane z optymalną wydajnością.

● Jeśli chodzi o gromadzenie spływającej z nieba wody, najciekawsze jest jednak to, co jeszcze nie powstało, a już zaświtało w głowach patrzących w przyszłość projektantów. Do inicjatyw tego typu należy Aquatech, futurystyczny projekt budynków, który znalazł, uznanie w konkursie Redesign the World 2022 i trafił na finałową listę. Przedstawione rozwiązanie polega na budowie miast składających się z budynków zbierających mgłę i produkujących wodę z powietrza, połączone siecią dróg wodnych.
Te cieki byłyby otoczone mokradłami i bagnami, aby wzmocnić otaczającą je biosferę. „Niedobór wody, jednego z najbardziej integralnych zasobów podtrzymujących życie na Ziemi, zagraża nie tylko życiu roślin i zwierząt, ale także samej egzystencji człowieka" przekonują autorzy Aquatech. „Nadrzędnym tematem naszego pomysłu jest stworzenie prototypowych projektów, które służyłyby jako węzły, działając jako pseudo-biomy, zachowujące ekosystemy i byłyby dalej połączone poprzez powiązania krajobrazowe w całych miastach", dodają projektanci. Budynki zostałyby zaprojektowane odwrotnie niż dziś. Instalacje, które zazwyczaj są ukryte w murach, zostałyby umieszczone na zewnątrz budynków w celu zmaksymalizowania przestrzeni wewnętrznej. Pokryte byłyby rurami rozprowadzającymi wodę po fasadzie każdego z nich, co dodatkowo pomagało by kontrolować temperaturę w budynku i zapewnić optymalny komfort termiczny mieszkańcom.

Dach chłodny czy zielony?



Fot: 350 Cool Roof by Molly Dilworth

● Opisany powyżej przykład pokrytych zielenią dachów polderowych pokazuje bardzo istotny kierunek wykorzystania ich w walce ze skutkami zmian klimatycznych. I od początku rodzi się tu pewien dylemat czym je pokryć, zwłaszcza gdy nadchodzi fala upałów. Zarówno dachy obsadzone roślinami, jak i te o dużych właściwościach odbijania światła bardzo przydają się do schładzania miasta – malowany na biało tzw. cool roof odbija aż 80 do 90 proc. światła, podczas gdy klasyczne dachy taką ilość ciepła słonecznego absorbują odsyłając zaledwie 10 do 20 proc. energii. Zainstalowane na dużą skalę zielone dachy wzbogacają jednak przestrzeń zieloną metropolii, a co za tym idzie, zapewniają siedlisko roślin i owadów w obszarach miejskich. Dodatkowo, usuwając zanieczyszczenia gazowe i cząstki stałe zawieszone w powietrzu, rośliny poprawiają jego jakość. Z drugiej strony, „chłodne dachy" nie wymagają podlewania i kosztują mniej niż zielone – zarówno jeśli chodzi o ich instalację, jak i utrzymanie. Zielone dachy zwiększają za to wilgotność powietrza: para wodna uwalniana jest, gdy rośliny są podlewane.

● Pozycję zwolenników malowania umocnili amerykańscy inżynierowie z Uniwersytetu Purdue. Opracowali ultra-biała farbę, która w ich przekonaniu może nawet wyeliminować potrzebę wykorzystania klimatyzatorów. W praktyce chodzi o tzw. współczynnik Albedo, czyli stosunek ilości promieniowania odbitego do padającego, a ten w nowej farbie osiąga zawrotną wartość 98,1 proc. To niemalże „ciało doskonale białe" – dla porównania najczystszy antarktyczny śnieg ma współczynnik 95 proc., podczas gdy obszary zurbanizowane mieszczą się w przedziale 15 – 25 proc. (a obecnie stosowane farby ok. 80 – 90 proc.). Wynik ten inżynierowie osiągnęli dodając siarczan baru, który jest również używany do nadawania bieli papierowi fotograficznemu. Różnej wielkości cząsteczki w farbie sprawiają, że jest ona bardziej odblaskowa. Podczas demonstracji na zewnątrz zespół wykazał, że farba w nocy była w stanie utrzymywać temperaturę powierzchni o 10,5 st. Celsjusza chłodniejszą niż otoczenie, a przy dużym nasłonecznieniu w południe różnica ta wciąż wynosiła 4,4 st. Celsjusza. „Szacujemy, że gdyby użyć tej farby do pokrycia dachu o powierzchni około 1000 stóp kwadratowych, moc chłodzenia mogłaby wynosić 10 kilowatów. To lepszy wynik niż centralne klimatyzatory używane w większości domów", mówi Xiulin Ruan, profesor inżynierii mechanicznej z Purdue.

● Z kolei z obliczeń naukowców z University of Notre Dame wynika, że zazielenianie dachów obniża temperaturę o 7 – 8 st. Celsjusza. Pomiary te dotyczą centrum Chicago, podczas gdy dla całej metropolii średnia zniżka temperatury to około 2 – 3 st. Celsjusza. Co więcej, naukowcy zaobserwowali, że tego typu zadaszenie nie chłodzi powietrza wyłącznie ponad dachami. Efekt odczuwalny jest też w niższych warstwach atmosfery i ma zasięg 2,5 km. W przypadku Chicago skutkiem ubocznym jest zmniejszenie różnicy w temperaturze powietrza nad miastem i jeziorem Michigan, co osłabia wiejącą znad wody i przynoszącą chłód bryzę. Naukowcy przekonują jednak, że efekt ten można zamortyzować przez lepsze projektowanie ulic, aby pełniły rolę korytarzy wprowadzających świeże powietrze do miasta, a nie blokujących je. Niemniej przestrzegają przed masowym procesem wymiany dachów na sprzyjające rozbijaniu wysp ciepła. Ograniczyłoby to nie tylko poziomy, ale także pionowy ruch mas powietrza: zmniejszenie temperatury na ulicy ograniczyłoby skalę konwekcji, czyli uciekania ciepłego powietrza do góry. Taki zastój z kolei spowodowałby pogorszenie jego jakości. No i Chicago nie można by już nazywać Wietrznym Miastem.

BUDOWANIE

● Mamy już przykłady miast, które prowadzą politykę aktywnego wykorzystania dachów z pożytkiem dla ludzi i przyrody. Płaskie powierzchnie mogą przyczynić się do redukcji emisji CO_2, gromadzenia wody, bioróżnorodności, produkcji żywności, jakości życia i spokoju w rozgorączkowanym mieście:
- **Hamburg** szczyci się swoim programem Green Roof Strategy, który zapewnia 40-proc. pokrycie kosztów instalacji zielonych dachów (nie więcej jednak niż 100 tys. euro). Warunkiem jest, aby warstwa gleby była większa niż 12 cm, a powierzchnia dachu nie mniejsza niż 20 mkw. Celem jest stworzenie dodatkowych 100 hektarów zielonych dachów.
- **Toronto** już dziesięć lat temu stało się pierwszym miastem w Ameryce Północnej, które wymagało, aby budynki komercyjne, instytucjonalne, mieszkalne i przemysłowe o powierzchni większej niż 2 tys. metrów kwadratowych pokrywały zielenią od 20 do 60 proc. swoich dachów. Jeśli ten wymóg nie zostanie spełniony, za każdy brakujący metr kwadratowy deweloper musi zapłacić, wspierając program Eco-Roof Incentive.
- **Kair** z kolei w 2019 roku włączył się w inicjatywę egipskiego Ministerstwa Środowiska, mającą na celu zachęcenie do ogrodnictwa na dachach. W tym przypadku walka ze zmianami klimatycznymi i złą jakością powietrza nie są głównym celem. Pierwszorzędna kwestia to zapewnienie rodzinom zdrowej żywności i stabilnego źródła dochodu. Program oferuje pomoc finansową na oczyszczanie dachów i tworzenie ogrodów rolnych, a organizacje pozarządowe współpracujące z ministerstwem oferują wsparcie techniczne.
- w **Melbourne** powstały mapy Rooftop Project, które pokazują obecną mapę dachów oraz wizualizują ich niewykorzystany potencjał. Jej autorzy wykorzystali dane o możliwościach technicznych i nośności, aby pokazać możliwości dla poszczególnych budynków.



Fot: Jochen Spieker

PARTNERZY, DZIĘKI KTÓRYM MÓGŁ POWSTAĆ GREENBOOK 2023

acer
amplus
EKO ENERGETYKA SMART ENERGY SYSTEMS
elemental
ERGO HESTIA
GERM ENERGY GEOTERMIA STARGARD
Grenevia
IMPACT INVENTING WAYS TO MANAGE YOUR ENERGY
LPP
MARVIPOL development
mBank
pesa
POLMLEK
PST
UOS Drilling

PARTNER MEDIALNY

Forbes

Greenbook 2023, Marzec 2023
Opracowanie i redakcja: Green is Good / Miasto2077
Opracowanie graficzne: AC Jaworscy | cezary.jaworski@sumer.pl
Kontakt: redakcja@miasto2077.pl