# Architektura proekologiczna

Ekologiczne materiały budowlane i rozwiązania architektoniczne

# Podstawowe obszary wpływu budownictwa na środowisko

**Zużycie energii w trakcie:**

- eksploatacji budynków (oświetlenie, ogrzewanie, klimatyzacja itp.)
- budowy (wytwarzanie materiałów budowlanych, transport)

**Zużycie zasobów naturalnych**

- drewno
- woda,
- kopaliny (żwiry, piasek, glina, rudy metali)

**Przepływ towarów**

- materiały budowlane
- materiały konstrukcyjne
- elementy wykończenia i wyposażenia wnętrz

**Zanieczyszczenia powietrza w wyniku**

- produkcji materiałów (farb, lakierów itp.)
- emisji $CO_2$ w trakcie eksploatacji

**Wzrost ilości odpadów**

- budowlanych
- porozbiórkowych
- dodatkowych
  - odpadów
  - związanych
  - z eksploatacją

**Zanieczyszczenie ekosystemów:**

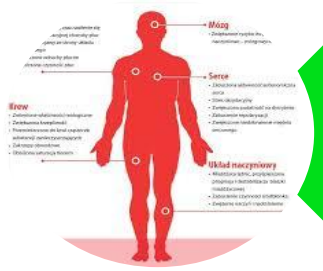
- zagarnianie przestrzeni pod budownictwo i infrastrukturę
- degradacja terenów naturalnych związana z wydobyciem kopalin

# Oddziaływanie sektora budowlanego na środowisko przejawia się

## w negatywnych oddziaływaniach na środowisko materiałów używanych w budownictwie i związanych z tym szkodach

**W zasobach naturalnych** – wykorzystanie paliw kopalnych i zasobów mineralnych

**W ekosystemach** – zajmowanie przestrzeni, zakwaszanie eutrofizacja, ekotoksyczność, emisje zanieczyszczeń do wód, powietrza i gleby



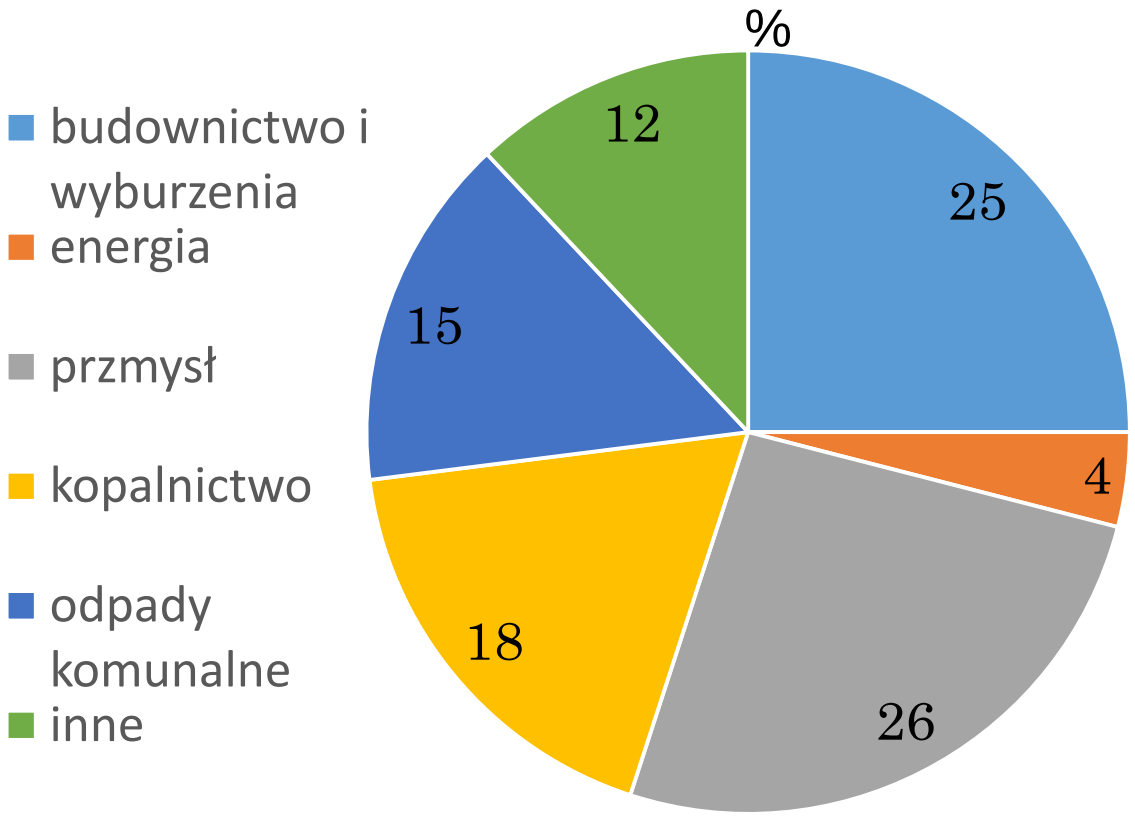

**Dla zdrowia ludzkiego** – zmiany klimatu, kurczenie się warstwy ozonowej, substancje rakotwórcze, promieniowanie jonizujące

we wpływie procesu budowy i sektora budowlanego na środowisko (oddziaływania typowe nie tylko dla budownictwa)

Emisje do powietrza i do wód

Zmiana krajobrazu naturalnego i przekształcanie przestrzeni

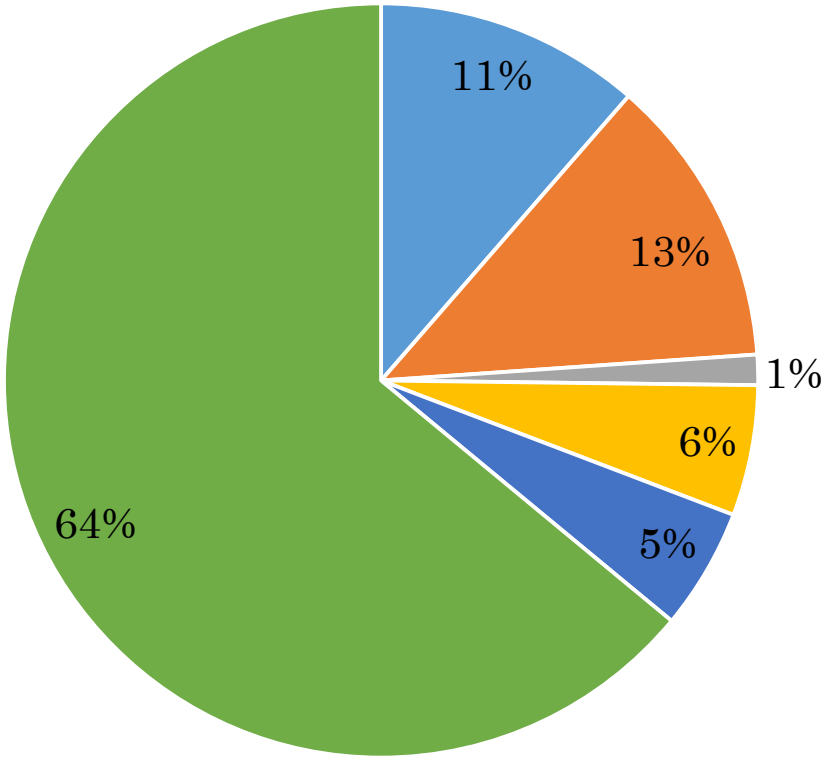
Generowanie odpadów




Generowanie odpadów w UE przez sektory gospodarki

**Główne typy odpadów:**

- asfalt
- cegły
- odpady ceramiczne
- beton
- gips,
- drewno
- substancje niszczące warstwę ozonową



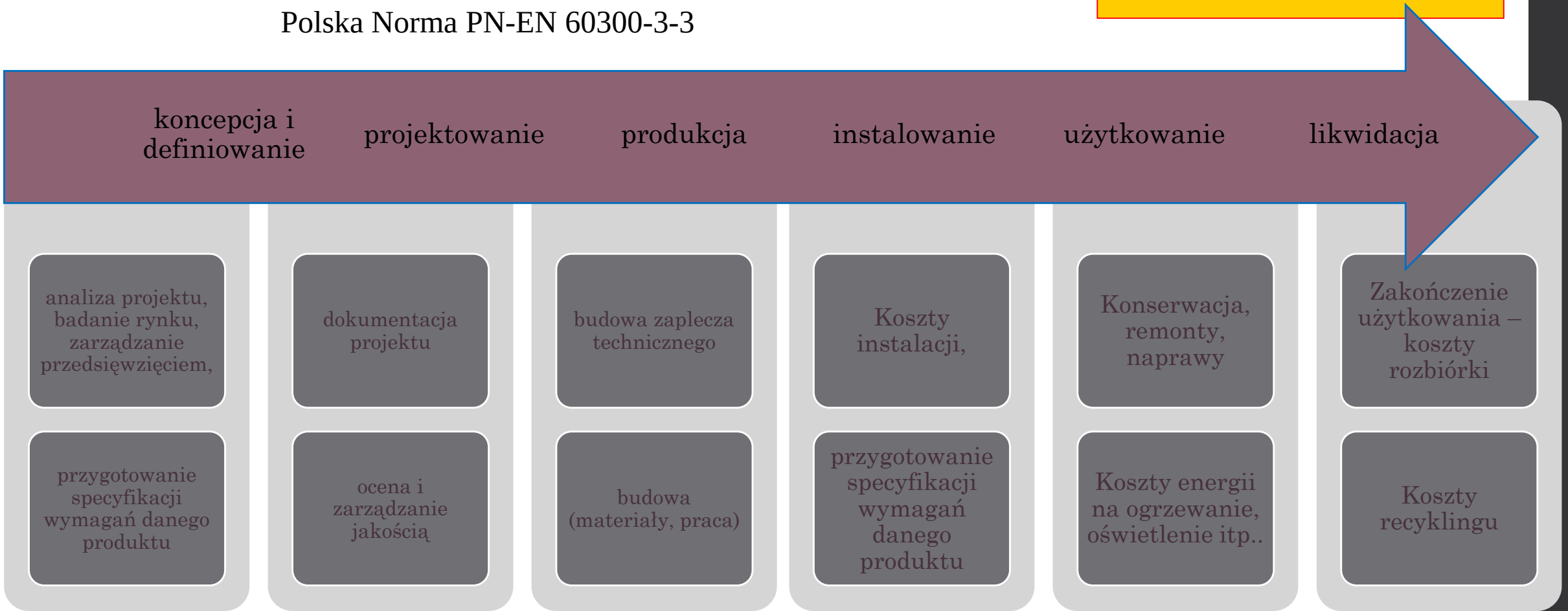

Emisja $CO_2$ przez sektor budowlany

Rachunek kosztu życia (LCC - *Life Cycle Cost*) to analiza ekonomiczna biorąca pod uwagę koszty ponoszone w czasie cyklu życia produktu, usługi lub robót budowlanych.

$$LCC = Koszt_{nabycia} + Koszt_{posiadania} + Koszt_{likwidacji}$$

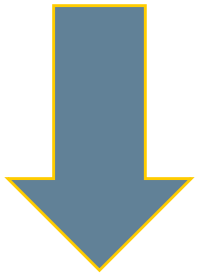
Polska Norma PN-EN 60300-3-3

! Zużycie energii i emisje zanieczyszczeń są znacznie większe w trakcie użytkowania budynków niż podczas ich budowy.



# Podstawowe aspekty wdrażania koncepcji rozwoju zrównoważonego – rozwiązanie problemów:

- Emisji $CO_2$ i jej redukcji
- Minimalizacji odpadów budowlanych i porozbiórkowych
- Zapobiegania zanieczyszczenia powietrza wewnątrz budynków



## Projekt pt. *Sustainable Building*

**OECD** - ***O**rganisation for **E**conomic **C**ooperation and **D**evelopment*
Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju

…osiągnięcie możliwie najwyższego, trwałego wzrostu gospodarczego, zatrudnienia oraz standardu życia w państwach członkowskich, przy jednoczesnym utrzymaniu stabilizacji finansowej, przyczynianie się do „zdrowej ekspansji gospodarczej" w państwach członkowskich, jak również w państwach trzecich, co oznacza współdziałanie na rzecz równomiernego rozwoju gospodarczego, oraz promowanie rozwoju handlu światowego, opartego na wielostronnych niedyskryminacyjnych zasadach, zgodnie ze zobowiązaniami międzynarodowymi.

Zrównoważony rozwój dąży do harmonizowania trzech wymiarów: ekonomicznego, ekologicznego i społecznego.
Także budownictwo zrównoważone można rozpatrywać z perspektywy 3 płaszczyzn: **ekonomicznej, ekologicznej i ergonomicznej (socjalno-kulturowej)**

**Wymiar ekonomiczny**
- postawienia budynku
- użytkowania budynku
- rozbiórki

**Wymiar ergonomiczny**
- dobrze zaprojektowany obiekt i miasto
- dostępność budowli
- wpływ na zdrowie

**Wymiar ekologiczny**
- uzyskiwane oszczędności energii (zwiększenie efektywności energetycznej budynku),
- ochronę zasobów naturalnych (ograniczenie zużycia surowców),
- zmniejszenie emisji $CO_2$ do atmosfery,
- wykorzystanie energii odnawialnej (słonecznej, wiatrowej, z ziemi),
- efektywne wykorzystanie wody,
- ograniczenie ilości odpadów i zanieczyszczeń,
- redukcję zanieczyszczeń wód powierzchniowych i gruntowych,
- recykling materiałów budowlanych,
- zwiększenie powierzchni biologicznie czynnych (pionowych i poziomych, np. dachy zielone, elewacje zielone),
- stosowanie ekologicznych technologii i materiałów budowlanych (innowacyjne rozwiązania).

Dyrektywa 2018/844/UE, w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD)

Dyrektywa 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (EED)

DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2018/844z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej

**WYSTARCZALNOŚĆ** - budowanie i wyposażanie budynków tyko w to co niezbędne i potrzebne
**ODPOWIEDZIALNE ZARZĄDZANIE** – żaden teren nie jest tylko prywatną własnością, a zarządzający nim jest odpowiedzialny wobec innych
**Postulaty proekologicznej architektury**
**ODPOWIEDZIALNOŚĆ SPOŁECZNA** – budowanie domów powinno służyć ludziom, a nie indywidualnym celom dewelopera czy zaspokajaniem ambicji architekta
**DUCHOWOŚĆ W PROJEKCIE** – elementy doczesne oraz duchowe muszą stanowić integralną całość

# Cele i postulaty prośrodowiskowe

- Racjonalnie mała skala budynków jako alternatywa dla megastruktur miejskich
- Wykorzystanie materiałów odnawialnych i zdolnych do recyklingu
- Wykorzystywanie materiałów o małej energii wbudowanej
- Wykorzystywanie materiałów miejscowych
- Oszczędność wody uzyskiwana poprzez systemy odzysku
- Niskie koszty utrzymania budynku
- Adaptacyjność budynku
- Redukcja czynników niszczących warstwę ozonową
- Ochrona środowiska naturalnego
- Energooszczędność
- Orientacja słoneczna
- Dostęp do transportu publicznego

# Cele i postulaty prohumanistyczne

Architektura prohumanistyczna to taka, która nie ogranicza się tylko do tworzenia martwych i pustych struktur lecz obejmuje również tworzenie optymalnych warunków zdrowotnych i estetycznych dla przebywania i funkcjonowania ludzi.

**W realizacji postulatów architektury prohumanistycznej szczególny nacisk kładzie się na:**

- proces użytkowania budynku
- wzmocnienie relacji między użytkownikiem budynku a otaczającymi go naturalnymi czynnikami
- tworzenie komfortu mikroklimatycznego z jak największym udziałem naturalnych czynników mikroklimatycznych
- kreowanie komfortu wizualnego z maksymalnym wykorzystaniem oświetlenia dziennego
- zapewnienie użytkownikowi budynku kontaktu z przyrodą
- tworzenie struktur przestrzennych i funkcjonalnych pozwalających na prowadzenie zdrowego stylu życia
- projektowanie przestrzeni społecznych stwarzających warunki do osiągnięcia spójności społecznej

# Sposoby realizacji celów architektury proekologicznej

**Kierunki osadzone w tradycji:**

- Bliski związek z naturą
- Ograniczenie skali budowli
- Sięganie do naturalnych materiałów
- *Vernacular Architecture* – sięganie po naturalne materiały i technologie
- *Low-tech* – wykorzystanie materiałów możliwie najmniej przetworzonych czy odpadowych
- *Green architecture* – wykorzystywanie naturalnych czynników środowiska w osadzaniu budynków w krajobrazie

**Kierunki oparte na udoskonalanych technologiach**

- Nurt *eco-tech* – skupiające się na wykorzystaniu potencjału technologii do realizacji celów środowiskowych (np. pozyskiwanie energii odnawialnych, kontrola i sterowanie parametrami środowiska wewnętrznego budynków
- Innowacyjne materiały
- Doskonalenie narzędzi wspomagających procesy projektowania

# Co to jest energia wbudowana?

**Pierwotna zawartość energetyczna** – energia związana z pozyskaniem surowców i procesem wytwórczym z uwzględnieniem energetycznych kosztów transportu (energia pośrednia) oraz energię związaną z transportem gotowego już wyrobu budowlanego i jego montażu w budynku (energia bezpośrednia)

**Cykliczna zawartość energetyczna** – energia związana z utrzymaniem, konserwacją, naprawami i wymianą materiałów, elementów lub systemów na nowe w trakcie całego cyklu trwania budynku

**Zawartość energetyczną mierzy się w kWh lub MJ na jednostkę masy (kg lub t) albo na jednostkę objętości ($m^3$) lub powierzchni ($m^2$)**

**Materiały niskoenergetyczne**

np. piasek, żwir, drewno, beton, beton lekki

**Materiały średnioenergetyczne**

np. płyta gipsowa, mur ceglany, wapno, cement, wełna mineralna, szkło, porcelana

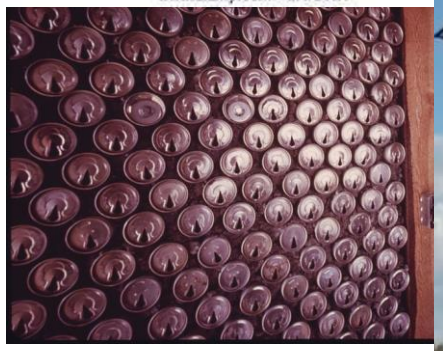
**Materiały wysokoenergetyczne**

np. stal, masy plastikowe, cynk, miedź, aluminium

# Koncepcje wykorzystania materiałów niskoprzetworzonych

- Wykorzystywanie technologii prostych oraz niskoprzetworzonych materiałów budowalnych

- Budownictwo spontaniczne i interwencyjna



- Architektura pełnowartościowa

kościół ewangelicki w Siofoku

kościół rzymsko-katolicki w Paks

# Materiały budowlane, które mogą być poddane recyklingowi:

- drewno
- stal
- beton
- szkło
- kamień
- ceramika
- popioły lotne
- tworzywa sztuczne

# ZIEMIA

**ZALETY**

- Najłatwiej dostępny materiał budowlany
- Łatwo poddaje się recyklingowi
- Stwarza korzystne warunki przestrzeni wewnątrz budynków
- Reguluje wilgotność powietrza (chłonie nadmiar wilgoci i oddaje ją w warunkach suchego powietrza
- Ma bardzo dobre parametry akustyczne
- Charakteryzuje się duża masą termiczną
- Daje rozległe możliwości plastyczne na tworzenie form i faktur

**WADY**

- Brak odporności na wilgoć
- Niezbyt duże właściwości nośne

**ZAGOSPODAROWANIE**

- Powłoki malarskie na bazie kazeiny
- Narzucana na ściany tradycyjne jako pewnego rodzaju tynkowanie
- Jako wypełnienie konstrukcji szkieletowych drewnianych
- Materiał nośny jako ściana wylewana i ubijana w formie lub szalunku lub w postaci bloczków

**Ceramika**
- jako uzupełnienie kruszywa na podbudowę dróg i autostrad (downcycling)
- ponowne użycie jako element konstrukcyjny lub dekoracyjny (reuse)
(System REBRICK, opatentowany teraz przez Gamle Mursten)

# DREWNO

- Powszechna dostępność.
- Dawniej łatwa i mało energochłonna obróbka, a obecnie materiał znacznie przetworzony i dlatego jego koszt energetyczny uległ znacznemu podwyższeniu (koszt energetyczny jednej belki z drewna klejonego jest nawet sześciokrotnie wyższy od takiej samej belki sosnowej z litego drewna).
- Drewno podlega znacznemu przetworzeniu (w sklejkę drewnianą, płyty MDF, płyty OSB) i zmianom technologicznym w celu poprawy jego wytrzymałości i funkcjonalności (tworzenie klejonych drewnianych materiałów konstrukcyjnych.
- Rozwinęły się również technologie poprawiające trwałość i odporność drewna na ścieranie.
- Podlega recyklingowi – z odpadów drewnianych lub wykorzystanych materiałów tworzy się płyty wiórowe (tzw. sklejki).
- Coraz częściej korzysta się z bambusa – wytrzymałe drewno, szybki przyrost masy

**-materiał opałowy** – z przygotowanych zrębków tworzy się konkretny kształt pelletu i sprzedaje w workach; tak przygotowany opał jest chętnie stosowany zarówno w jednorodzinnych domach prywatnych, kamienicach, jak i siedzibach firm
-na **trociny**, które można później wykorzystać na przykład jako podkład dla zwierząt oraz **korę** wykorzystywaną w ogrodnictwie i rolnictwie
-zastosowania odpadów drzewnych do prefabrykowanych trójwarstwowych kompozytów ściennych
-płyty wiórowe – można z nich budować wytrzymałe konstrukcje, najczęściej meble; są one łatwe w obróbce oraz wytrzymałe na stosunkowo duże obciążenia; w ich przypadku często stosuje się laminowanie połączenia odpadów drewna z tworzywami sztucznymi do produkcji materiałów wykończeniowych
**-masa celulozowa** – tworzy się z niej różnego rodzaju elementy papierowe – książki, zeszyty, torebki, plakaty itp.

# KAMIEŃ

- Najstarsza z trwałych technik budowlanych
- Stosowany głównie jako materiał do wykańczania wnętrz (posadzki, okładziny ścienne, blaty
- Ostatnio coraz częściej stosowany jako materiał konstrukcyjny, głównie ze względu na dużą masę termiczną – akumulują ciepło i powoli oddają je do otoczenia lub ochładzają się i powoli oddają ciepło; w klimacie gorącym kamienne ściany wewnętrzne nie są izolowane i chronią wnętrze budynku przed przegrzaniem w ciągu dnia

•Ściany budynku, np. do budowy budynków gospodarczych lub niewielkich magazynów.
•Elewacje budynków
•Wzmacnianie niewielkich skarp w przypadku nierównego terenu.
•Architekturę ogrodów.
•Przy budowie ogrodzenia

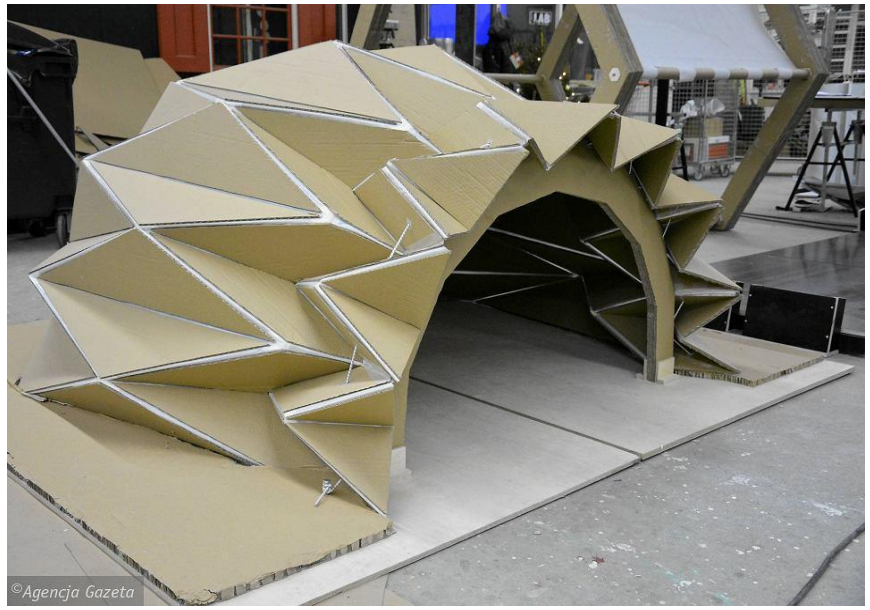
# PAPIER

- Pochodna drewna, ale na tyle specyficzna i różniąca się od pierwotnej swej formy, że uważana za odrębny materiał
- Rzadko używany w budownictwie – głównie jako materiał do wykańczania wnętrz w kulturze Wschodu
- W latach 90-tych XX wieku dokonano specyficznych przekształceń papieru w kierunku jego wykorzystania jako materiału konstrukcyjnego, jednak jego odporność na warunki atmosferyczne jest wciąż niewielka i na razie trudno tę technologię przystosować do warunków klimatu chłodnego i umiarkowanego

Kościół katolicki w Takatori zaprojektowany przez Shigeru Bana

**Shigeru Ban** – japoński architekt współczesny, znany przede wszystkim z kreatywnego stosowania papieru jako materiału konstrukcyjnego, przede wszystkim w postaci kartonowych tub. Zajmuje się również ideą uniwersalnej przestrzeni, łącząc racjonalizm z japońską tradycją.

W Polsce projektowaniem „domów" z papieru zajmuje się **Jerzy Łątka**, architekt z Politechniki Wrocławskiej – zaprojektował somy z tektury dla bezdomnych.



# Materiały uprzemysłowione

- **Materiały ceramiczne** – cegła i bruk klinkierowy z osadów ściekowych, cegła klinkierowa z ceramicznych łupków,  pustaki ceramiczne
- **Materiały wodochronne** – modyfikowane masy asfaltowe, modyfikowane masy bitumiczne wykorzystujące odpady gumowe, folie polietylenowe i PCV,  polimerowy system wodochronny na bazie odpadów z recyklingu polistyrenu estradowanego
- **Materiały termoizolacyjne** – włókna celulozy z papieru gazetowego, wełna minertalna z odpadów powstałych przy produkcji mat i płyt, płyty izolacyjne na bazie stłuczki szklanej i z odpadów PET
- **Zewnętrzen i wewnętrzne materiały wykończeniowe** – gips sysnetyczny (powstaje w procesie odsiarczania spalin), płyty kartonowo-gipsowe (z modyfikowanego gipsu sztukaterskiego), płyty wióropodobne (z opakowań kartonowych),  deski z tworzyw sztucznych, recyklingowe bitumiczne pokrycia dachowe, podłogi gumo-żywicze, elastyczne materiały nawierzchniowe z recyklingowanej gumy
- **Kruszywa z recyklingu** – mechaniczne przetwarzany gruz betonowy i ceglany, kruszywa z lotnych popiołów z elektrociepłowni lub z osadów ściekowych

# Materiały nowej generacji – materiały o udoskonalonych właściwościach

beton

stal

drewno

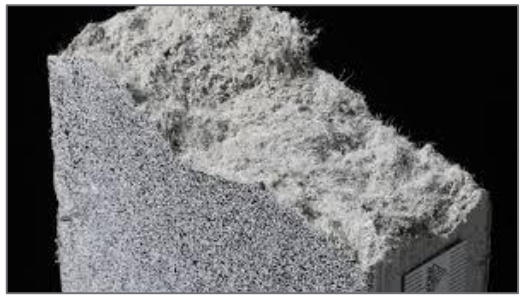
szkło

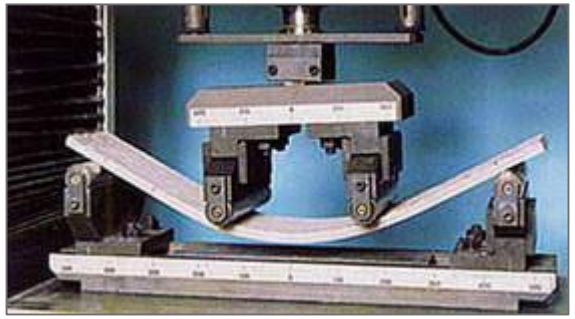
tworzywa sztuczne

# beton

## Przykłady wyrobów betonowych

- **SIFCON** (*Slurry Infiltrated Fibre Concrete*) – włókna stalowe układane w formach i zalewane zaczynem cementowym
- **SIMCON** (*Slurry Infiltrated Mat Concrete*) – włókna układane jako maty
- **RPC** (*Reactive Powder Concrete*) – mikro włókna stalowe lub węglowe umieszczane w matrycy z drobnego piasku, pyłów krzemionkowych i mikrokrzemionki (takie betony są podatne na obciążenia dynamiczne)
- **HPFRC** (*High Performance Fibre Reinforced Concrete*) – wysoko przetworzone zbrojone betony
- **UHPFRC** (Ultra *High Performance Fibre Reinforced Concrete)* – bardzo wysoko przetworzone betony o zbrojeniu hybrydowym (wysoka nośność)
- **ECC** (*Engineered Cementitious Composites*) – kompozyty z matrycą cementową i włóknami dostosowanymi do konkretnych wymagań (trwałości na uderzenia, odpornośćsejsmiczna)





# stal

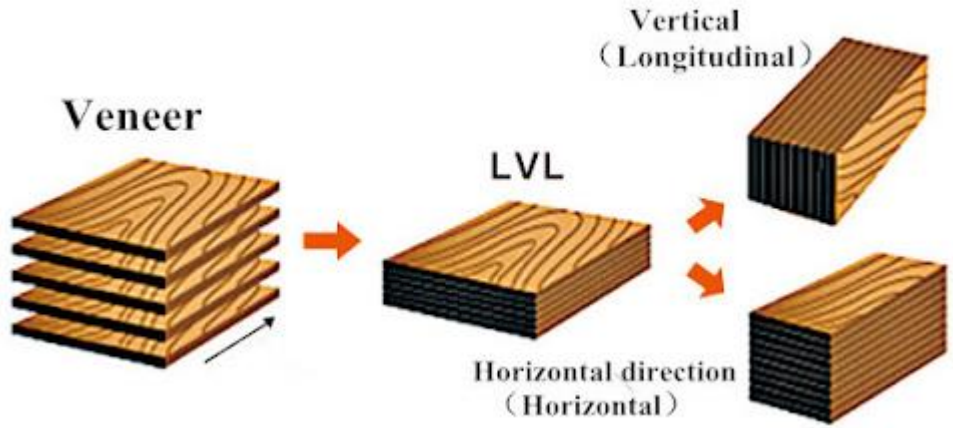
## Nano stal

Stal modyfikowana z wykorzystaniem nanotechnologii oraz procesu galwanizacji – dzięki precyzyjnej kontroli jonów, którymi w elektrolicie pokrywany jest metal, powstaje wielowarstwowa nanostruktura pokrywająca stal i zapobiegająca rdzewieniu

## Stal ulepszana cieplnie

Ulepszanie cieplne (obróbka cieplna) to proces technologiczny, który ma na celu zmianę właściwości mechanicznych i fizykochemicznych metali i stopów w stanie stałym przede wszystkim przez wywołanie zmian strukturalnych, będących głównie funkcją temperatury, czasu oraz działania środowiska. To szereg zabiegów cieplnych, które wpływają na poprawę własności stali.

# drewno

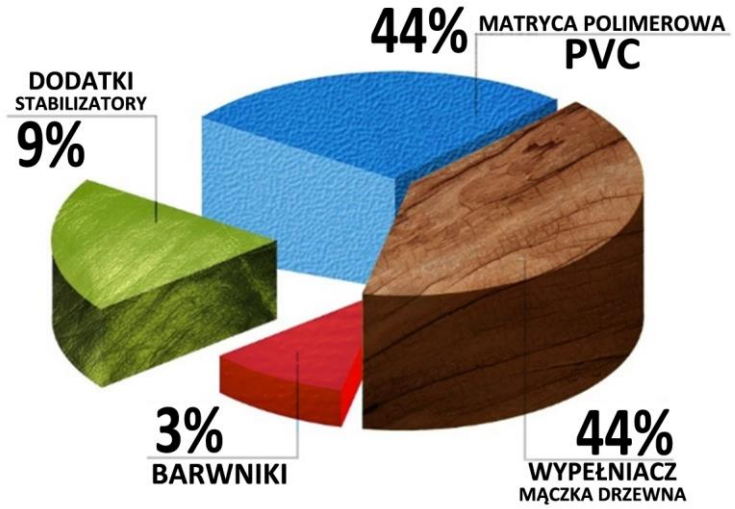



**EWP – *Engineered Wood Products:***

- Wyroby z drewna klejonego
- Sklejki drewniane
- Sklejki LVL (Laminated Venner Lumber)
- Sklejki LSL (Laminated Strand Lumber)
- Płyty OSB (Oriented Strand Board)
- Kompozyty drewna z jego pochodnymi (np. kartonem), substancjami organicznymi (np. słomą), materiałami mineralnymi (np. cemen, gips) czy tworzywami sztucznymi

LSL

OSB



# szkło

- Szkła niskoemisyjne (*low-e*)
- Szkła dwufunkcyjne z powłokami typu *solar-control*
- Szkła przeciwsłoneczne z powłokami refleksyjnymi w postaci tlenków metali
- Szkła drukowane lub barwione

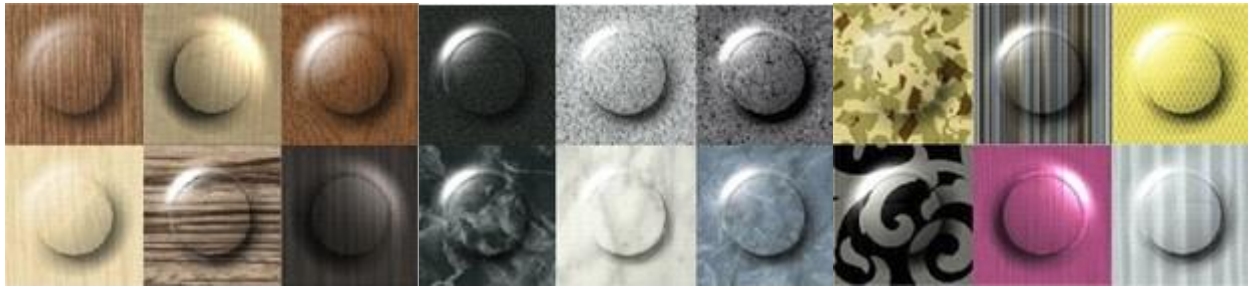
redukcja przepływu światła przez powierzchnię szyby

zmniejszenie kosztów wentylacji

optymalna temperatura w pomieszczeniu

Szkła niskoemisyjne (*low-e*) – promieniowanie widzialne i słoneczne przenika przez powłokę niskoemisyjną, natomiast gdy wniknie do środka jako promieniowanie podczerwone (ciepło) jest odbijane od tafli szkła (redukuje to transfer ciepła poza budynek i poprawia termoizolacyjne właściwości szyb).
Szkła dwufunkcyjne z powłokami typu *solar-control* – regulują dostęp promieniowania słonecznego do wnętrz w sposób selektywny – promieniowanie widzialne jest przepuszczalne do wewnątrz, a podczerwone (ciepło) odbijane – wnętrza się nie przegrzewają, a dostęp do światła dziennego nie ulega ograniczeniu.
Szkła przeciwsłoneczne z powłokami refleksyjnymi w postaci tlenków metali – umożliwiają selektywne odbijanie promieniowania słonecznego
Szkła drukowane lub barwione – oprócz efektu plastycznego następuje też ograniczenie promieni do wnętrza budynku (zapobieganie przegrzewaniu)

# tworzywa sztuczne



- **PMMA** – polimetyl metakrylowy) – jest to tzw. szkło akrylowe o bardzo dużym współczynniku przepuszczania światła, ponadto podatny na formowanie, barwienie efekty matowienia; odporny na promieniowanie UV
- **PC** poliwęglan – ma bardzo dobre parametry izolacyjności termicznej
- **Folia ETFE** (tetrafluoroetylen) – rodzaj bardzo lekkiej membrany o bardzo dużym współczynniku przepuszczalności dla światła, odporna na działanie bardzo wielu substancji chemicznych, trwała (do 20 lat nie wykazuje oznak zużycia czy zniszczenia w wyniku działania warunków atmosferycznych); wykorzystywana w obiektach botanicznych, pawilonach zoologicznych i rekreacyjnych obiektach wodnych.

- **panele elewacyjne**
- **profile okienne**
- **okiennice**
- **rolety**
- **drzwi zewnętrzne**
- **sztachetki ogrodzeniowe**
- **siding**
- **profile zewnętrzne**
- **panele i profile sanitarne (folia PMMA wykazuje właściwości grzybo- i pleśnioodporne)**

# Materiały nowej generacji – materiały typu smart

## Główne cechy materiałów typu SMART:

- Natychmiastowość – reakcja następuje w czasie rzeczywistym
- Przemijalność – materiał odpowiada na więcej niż jeden stan otoczenia (po ustaniu działania danego impulsu materiał wraca do pierwotnej postaci; materiał może wielokrotnie reagować na dany impuls; materiał nie jest jednorazowy
- Samowpływanie – inteligencja materiału jest zawarta w nim samym, a nie jakimś elemencie dodanym
- Selektywność – odpowiedź jest precyzyjna i przewidywalna
- Bezpośredniość – odpowiedź dotyczy konkretnego, lokalnego zdarzenia w otoczeniu

## Typy materiałów SMART

- TYP I – materiały o zmiennych właściwościach; ich działanie polega na tym, że pod wpływem określonego impulsu (chemicznego, termicznego, mechanicznego, optycznego lub elektrycznego) wewnątrz ich struktury dokonują się zmiany określonej właściwości (koloru, sztywności, lepkości); zmiany mają charakter wewnętrzny

- TYP II – materiały przemieniające energię; ich działanie polega na przemianie energii wejściowej, podanej jako impuls, na inny rodzaj energii; zmiany mają charakter zewnętrzny

# Materiały typu I – zmiana właściwości materiału

| TYP MATERIAŁU | IMPULS | EFEKT |
|---|---|---|
| Termochromowy | Różnica temperatur | Zmiana koloru |
| Fotochromowy | Promieniowanie świetlne | Zmiana koloru |
| Mechanochromowy | Deformacja | Zmiana koloru |
| Elektrochromowy | Napięcie elektryczne | Zmiana koloru |
| Elektroaktywne polimery | Zmiana natężenia pole elektrycznego | Zmiana przewodnictwa elektrycznego |
| Elektrochemiczne polimery | Substancja chemiczna | Zmiana przewodnictwa elektrycznego |
| Fotoprzewodzący | Promieniowanie świetlne | Zmiana przewodnictwa elektrycznego |
| Magnetoprzewodzący | Pole magnetyczne | Zmiana przewodnictwa elektrycznego |
| Elektroreologiczny | Napięcie elektryczne | Zmiana sztywności/lepkości |
| Magnetoreologiczny | Napięcie elektryczne | Zmiana sztywności/lepkości |
| Chemochromowy | Substancja chemiczna | Zmiana przewodnictwa elektrycznego |
| Pyroprzewodzący | Temperatura | Zmiana przewodnictwa elektrycznego |
| | | |

# Zmiana koloru

## Materiały fotochromowe

Zmieniają kolor pod wpływem ekspozycji na światło

W materiale dochodzi do zmian właściwości w zakresie absorbowania, przewodzenia lub odbijania promieniowania świetlnego

## Materiały termochromowe lub termotropowe

Zmieniają kolor (termochromowe) lub inne właściwości optyczne (termotropowe) pod wpływem zmian temperatury

Z ich udziałem produkuje się farby, szkło, plastik; do aranżacji wnętrz czy w przedsięwzięciach artystycznych

## Materiały elektrochromowe lub elektrooptyczne

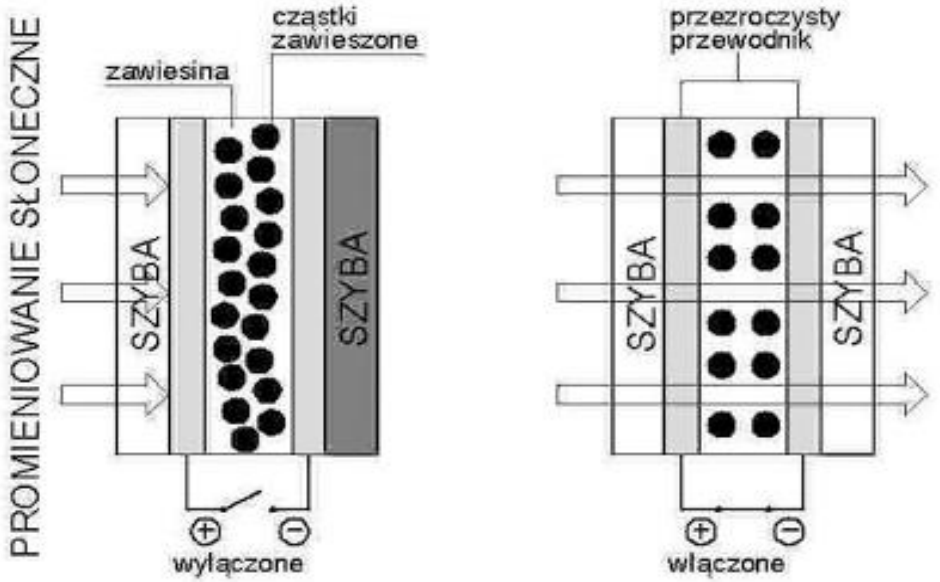
Zmieniają kolor (elektrochromowe) lub inne właściwości optyczne (elektrooptyczne) pod wpływem prądu (przy czym reakcja następuje nawet na bardzo niewielkie zmiany napięcia).

W budownictwie wykorzystuje się tego rodzaju materiały do produkcji szkła – najbardziej popularna jest technologia PRIVA-LITE (Saint Gobain)

# Szkło PRIVA-LITE

## Charakterystyka i zastosowanie

- **PRIVA-LITE** jest aktywnym szkłem - szkło zmieniające przezroczystość, które pod wpływem prądu elektrycznego, zmienia swoją nieprzezierną postać na przezierną. Niezależnie od zmiany transparentności charakteryzuje się stałą, bardzo wysoką przepuszczalnością światła.
- Pomiędzy dwoma warstwami szkła znajduje się folia LC z ciekłymi kryształami, która jest zlaminowana pomiędzy dwoma warstwami folii EVA lub PVB. Folia LC złożona jest z dwóch warstw PET, pokrytych przezroczystą metaliczną powłoką i zlaminowanych razem za pomocą bardzo cienkiej warstwy żelu z ciekłych kryształów.
- Przyłożenie napięcia powoduje polaryzację cząstek w warstwie LC, wskutek czego szkła staje się przezroczyste; przerwanie napięcia powoduje swobodny układ cząstek w warstwie LC i matowienie szkła.




| ZALETY | Wykorzystanie |
|---|---|
| - Możliwość uzyskania natychmiastowej przezierności lub prywatności za pomocą jednego przełącznika.<br>- Szkło laminowane utrudniające - Bardzo małe zużycie prądu:<br>- Zatrzymywanie 99% promieni UV<br>- Własności rozpraszające ciekłych kryształów pozwalają na stosowanie tego typu szkła w ekranach rzutników. | -jako ścianki działowe w przychodniach, szpitalach lub innych obiektach medycznych<br>-w biurach i salach konferencyjnych, ale także sklepach czy przestrzeniach wystawowych |

# Zmiana kształtu

## Materiały termo-rozszerzalne

Zmieniają objętość pod wpływem podwyższenia temperatury nawet w niewielkim stopniu

Dotychczas wykorzystywane np. w instalacjach przeciwpożarowych i wentylacyjnych jako elementy drobnej skali

## Termobimetale

Materiały kompozytowe sklejane z dwóch rodzajów metali o różnych współczynnikach rozszerzalności. Materiał o o mniejszym współczynniku nazywany jest pasywnym, a o większym – aktywnym.

Stosowane głównie jako niewielkie elementy w instalacjach przeciwpożarowych i wentylacyjnych

## Stopy z pamięcią kształtu

Działają pod wpływem impulsu elektrycznego; najczęściej stop niklu i tytanu

Na razie zastosowanie w celach konstrukcyjnych jest w fazie eksperymentalnej

## Polimery z pamięcią kształtu

Działaj pod wpływem temperatury lub impulsu elektrycznego

Na razie brak aplikacji architektoniczny ale istnieje duży potencjał w możliwości tworzenia powierzchni - takich jak fasady, ściany wewnętrzne czy podłogi – o zmiennym kształcie

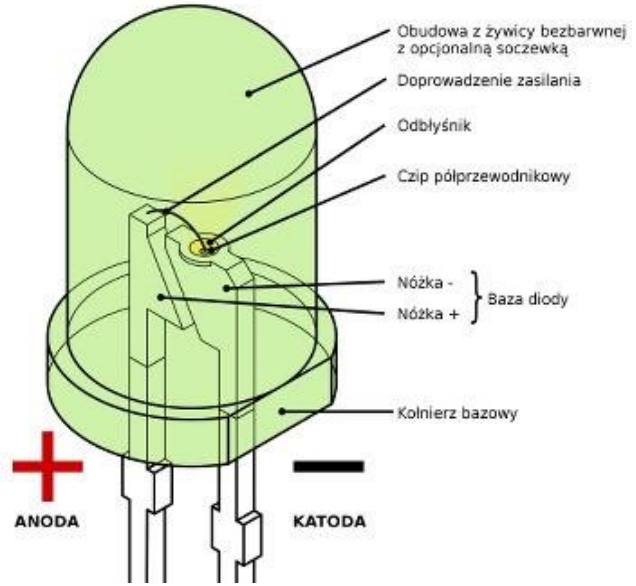
# Emisja światła

## MATERIAŁY FOTOLUMINESCENCYJNE

- Mogą reagować na światło dzienne, wykorzystując niewidzialne promieniowanie ultrafioletowe.
- Jeżeli reakcja materiału na czynnik jest natychmiastowa, mówimy wówczas o fluorescencji, a jeżeli opóźniona to o fosforyzacji.
- Materiały te znajdują zastosowanie przy produkcji farb, tapet, atramentów i filmów czy tkanin

## MATERIAŁY ELEKTROLUMINESCENCYJNE

- Materiały te reagują emisją światła na impuls elektryczny
- Najbardziej znane i najczęściej wykorzystywane są diody LED (*Light Emitting Diodes*)




https://enterius.eu

## ŚWIATŁOWODY

- Włókna szklane lub polimerowe o niewielkich średnicach, w których dzięki wielokrotnym odbiciom odbywa się transport światła naturalnego lub sztucznego na duże odległości bez znaczących strat natężenia. Światłowody mogą być elastyczne i wyginać się w różnych kierunkach.
- Jeżeli chodzi o zastosowanie w architekturze to światłowody stwarzają duże możliwości oświetlenia pomieszczeń oraz mogą być scalane z innymi materiałami typu smart.

## Materiały typu II – przemiana energii

| TYP MATERIAŁU | IMPULS | EFEKT |
|---|---|---|
| Elektroluminescencyjny | Napięcie elektryczne | światło |
| Fotoluminescencyjny | Promieniowanie | światło |
| Chemoluminescencyjny | Substancja chemiczna | światło |
| Termoluminescencyjny | Różnica temperatur | światło |
| Diody emitujące światło | Napięcie elektryczne | światło |
| fotowoltaiczny | Promieniowanie świetlne | napięcie elektryczne |

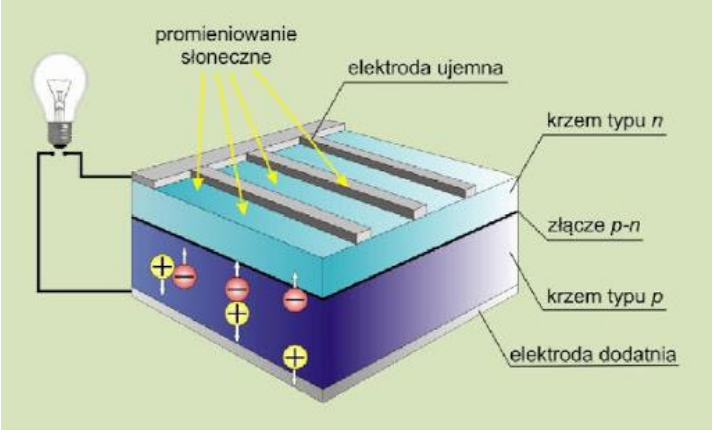
## Materiały typu II – odwracalna przemiana energii

| TYP MATERIAŁU | IMPULS | EFEKT |
|---|---|---|
| Piezoelektryczny | Deformacja | Napięcie elektryczne |
| Pyroelektryczny | Różnica temperatur | Napięcie elektryczne |
| Termoelektryczny | Różnica temperatur | Napięcie elektryczne |
| Termostryktywny | Różnica temperatur | Deformacja |
| Elektrostryktywny | Napięcie elektryczne | Deformacja |
| Magnetostryktywny | Pole magnetyczne | Deformacja |

# Przemiana energii

## OGNIWA FOTOWOLTAICZNE

- Pozwalają pozyskiwać prąd z energii słonecznej i wykorzystują technologię półprzewodników.
- Pojedyncze komórki są łączone w moduły i dalej w szeregi przez co możliwe jest osiągnięcie znacznych powierzchni generujących w sumie znaczne ilości energii.
- Ogniwa fotowoltaiczne nowej generacji są wytwarzane w postaci filmów, którymi można pokrywać różne powierzchnie, w tym również powierzchnie szklane




**BiPV (*Building Integrated Photovoltaics*)**

Integracja fotowoltaiki polega na połączeniu komponentów systemu solarnego z powłoką budynku w taki sposób, aby stanowiły spójną całość pod względem funkcjonalnym, konstrukcyjnym i estetycznym. Technologię tę stosuje się w obiektach nowo projektowanych oraz istniejących, nawet o charakterze historycznym

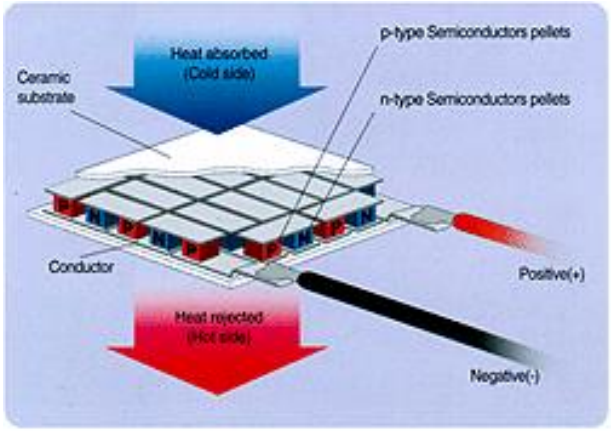
•nałożenie – może być problematyczne z uwagi na dodatkowe obciążenie oraz ingerencję w konstrukcję, funkcję i część wizualną fasady;
•zastąpienie – w budynkach istniejących pozwala np. wymienić elementy okładziny w ramach remontu fasady;
•bezpośrednia integracja – w harmonijny sposób łączy technologię solarną z architekturą i konstrukcją budynku; jest najefektywniejszym rozwiązaniem, także w kontekście wpływu na środowisko, bowiem redukuje ilość zużytych materiałów, przestrzeń, energię i koszty.

**Perowskity** to minerały o krystalicznej strukturze. Panele fotowoltaiczne z perowskitu, wyprodukowany jest z zastosowaniem druku atramentowego, są elastyczne, supercienkie, lekkie i przezroczyste. Ogniwa perowskitowe zachowują wysoką wydajność w produkcji energii, nawet jeśli promienie słońca nie padają na nie pod optymalnym kątem. Dają możliwość pokrywania całych fasad, łącznie z oknami. Działają wydajnie na każdej powierzchni.

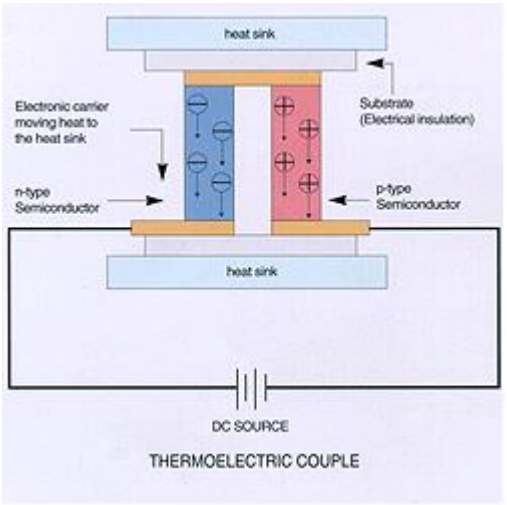
# MATERIAŁY TERMOELEKTRYCZNE

- Generują prąd na skutek działania temperatury.
- Wytwarzane są najczęściej w postaci cienkich filmów, a czynnikiem termicznym indukującym działanie jest energia słoneczna.
- Zjawisko termoelektryczności może wystąpić wówczas, gdy mamy dwa różne materiały - jeden z niedoborem elektronów, drugi z ich nadmiarem, ponadto obydwa materiały mają różne temperatury (występuje gradient temperatury) - następuje przepływ elektronów, co generuje prąd o niewielkim natężeniu.
- Przyrządy zdolne do wytwarzania prądu oparte na zjawisku termoelektryczności są niewielkie, tanie, ciche, precyzyjne i niezawodne

***efekt Seebeck'a***




***efekt Peltier'a***




**Zastosowanie:**

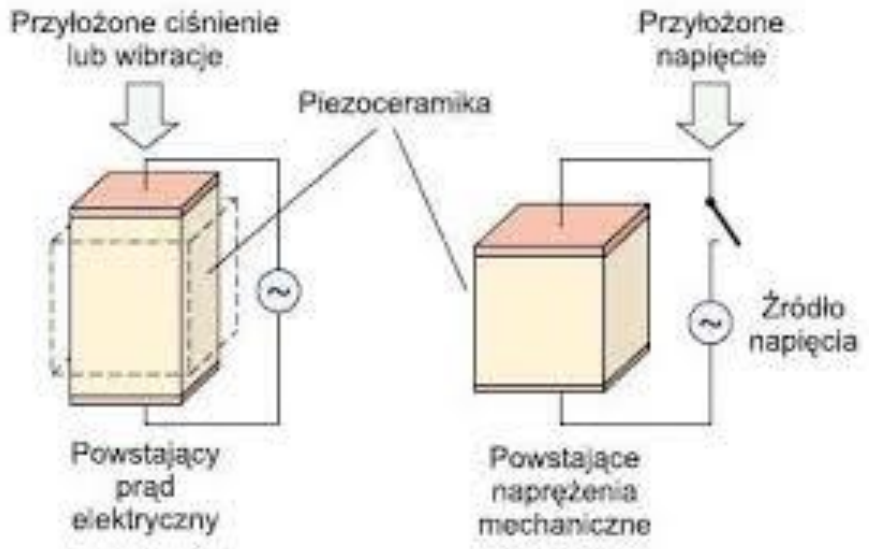
jako element grzania i chłodzenia budynków zarówno w zakresie instalacji wewnętrznych jak i funkcjonalnych warstw obudowy budynku

# MATERIAŁY PIEZOELEKTRYCZNE

- Przetwarzają energię elektryczną w mechaniczną i odwrotnie. Odkształcenia sprężyste piezoelektryka wywołuje w nim powstanie wewnętrznego pola elektrycznego (efekt piezoelektryczny prosty) lub umieszczenie materiału w polu elektrycznym prowadzi do zmiany jego wymiarów (efekt piezoelektryczny odwrotny);
- Ceramika piezoelektryczna jest materiałem kruchym, co ogranicza możliwości zastosowania; dlatego Często wytwarza się kompozyty, w których cząstki ceramiczne rozmieszczone są w polimerowej osnowie
- Stosowane w prostych systemach typu dzwonki do drzwi (nacisk powoduje napięcie przekładane na dźwięk), mikrofony (fala akustyczna daje napięcie) czy różnego rodzaju sensory
- Ich właściwości takie jak możliwość pochłaniania wibracji i ochrona akustyczna czy zdolność zmiany kształtu są testowane w konstrukcjach lekkich

Ceramiczne materiały piezoelektryczne o największym znaczeniu to:

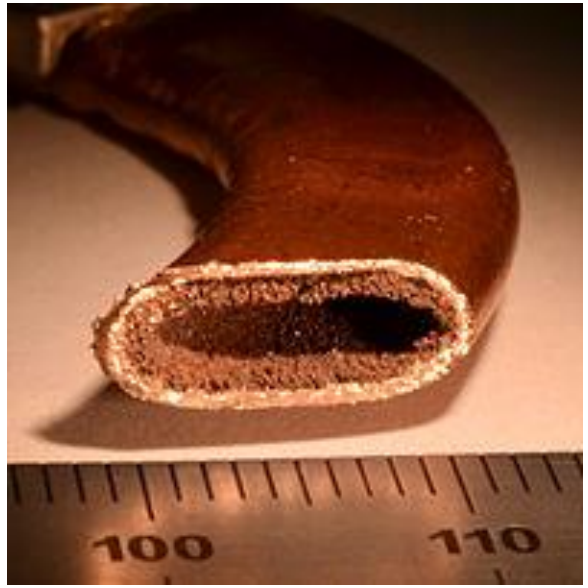
- **tytanian baru** ($BaTiO_3$)
- **tytanian ołowiu** ($PbTiO_3$)
- **cyrkonian - tytanian ołowiu** (PZT)
- **nioban ołowiu i magnezu** - PMN



# RURKI CIEPLNE

- Umożliwiają transport znacznych ilości ciepła przy niewielkiej różnicy temperatur.
- Wykorzystywane jako drobne elementy pozwalające skutecznie chłodzić drobne urządzenia elektroniczne o małych rozmiarach, gdzie tradycyjne wentylowanie nie jest możliwe.
- Możliwości wykorzystania w budownictwie są na razie w fazie testowania (pod uwagę bierze się systemy chłodzenia i ogrzewania).

Radiator z wentylatorem, wyposażony w heat-pipe




Przekrój rurki cieplnej z laptopa