

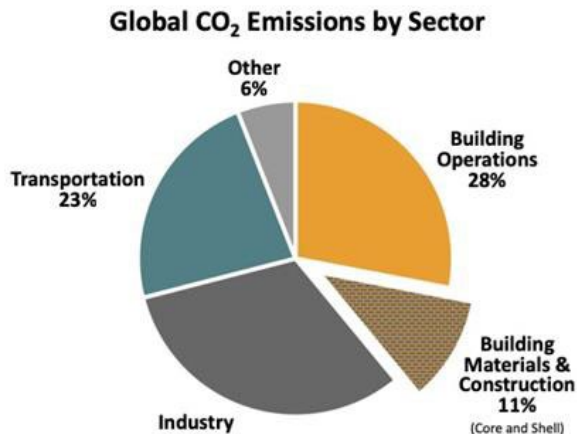


Green City

Prof. FH dipl. inž. n. techn. Markus Vill

Emisje CO₂ według sektorów

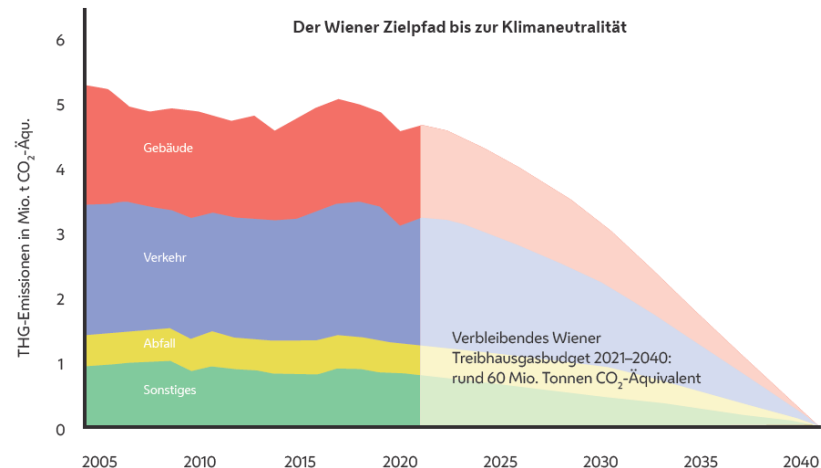
Na całym świecie



Source:
Global Alliance for Buildings and Construction,
2016 GLOBAL STATUS REPORT.

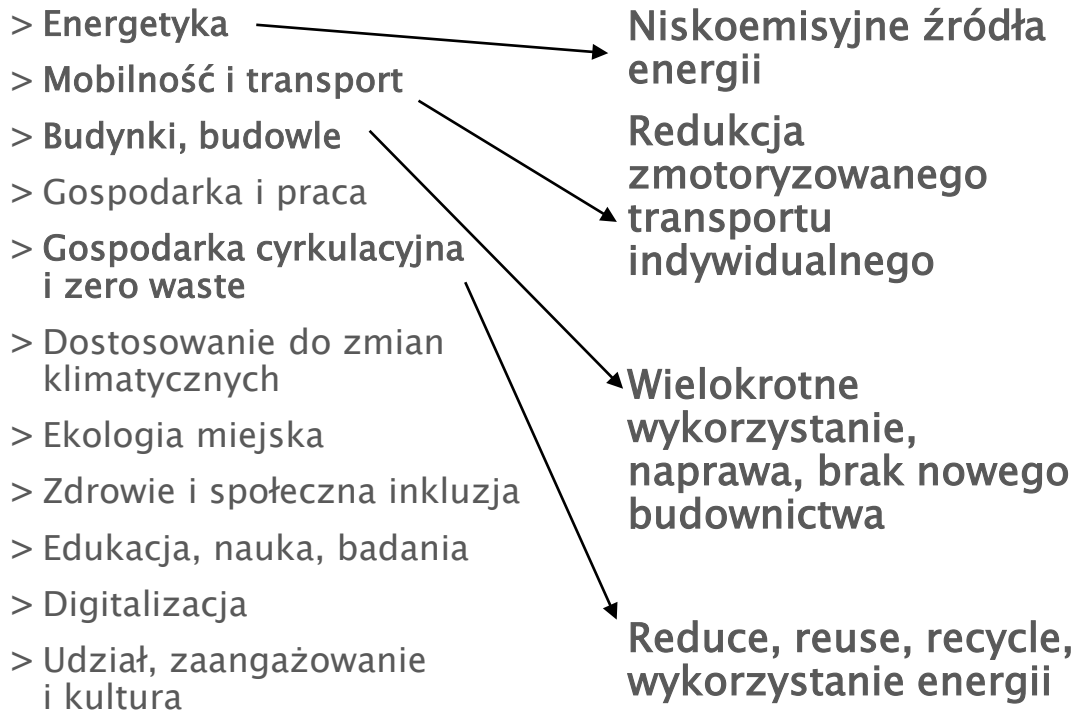
- Budownictwo powoduje największą emisję CO₂
- Przede wszystkim poprzez utrzymywanie i eksploatację (ogrzewanie, chłodzenie, etc. bądź tzw. „building operations“) naszych budynków – ponad 40% światowego udziału w emisji gazów cieplarnianych
- Komunikacja i transport na drugim miejscu pod względem tego udziału

Miasto (np. Wiedeń)



Źródło: Smart Klima City Strategie Wien, ISBN 978-3-903003-71-2

**Green Cities
Cele
i założenia
w budownictwie**



Zaopatrzenie energetyczne w Green Cities

Niskoemisyjne formy energii i ich udostępnianie

- > Np. technologia pompy ciepła w budynku
- > Wykorzystanie solarnych zysków ciepła
- > Wykorzystanie wszystkich nadających się powierzchni dachowych do instalacji fotowoltaicznych przy przebudowach
- > Zasilanie energią bądź magazynowanie poprzez akumulatory, np. akumulatory samochodowe
- > Zasilanie poprzez stacje ładowania dla samochodów osobowych i pojazdów użytkowych



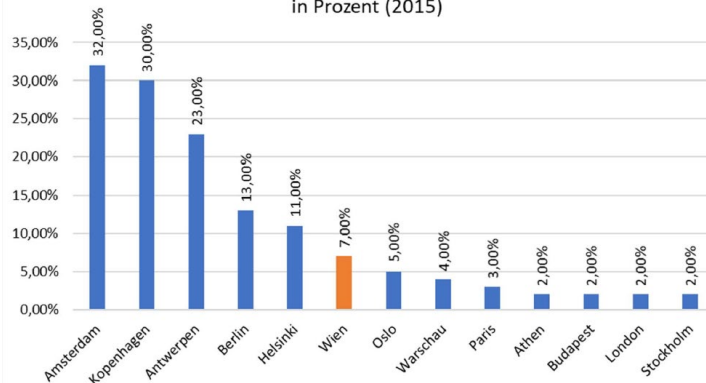
Mobilność i transport

Redukcja zmotoryzowanego transportu indywidualnego

- > Eksploatacja wyłącznie pojazdów napędzanych elektrycznie lub wolnych od emisji
- > Rozbudowa publicznych środków komunikacji miejskiej
- > Szybowe bądź niskoemisyjne środki transportu publicznego
- > Rozbudowa wszelkich środków transportu publicznego bez barier
- > Bezpieczna komunikacyjnie rozbudowa sieci dróg ruchu pieszego i rowerowego
- > Stworzenie stref spotkań

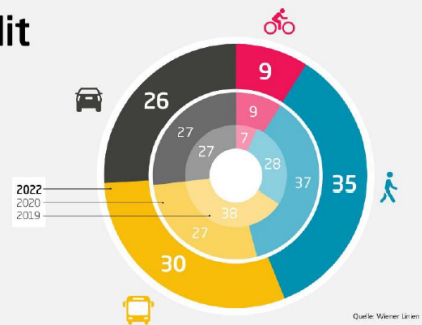


Radverkehrsanteil im europäischen Vergleich in Prozent (2015)



Modal Split 2022

So waren die Wiener:innen unterwegs (in %)



Quelle: Wiener Linien

Abbildung 1: Modal Split Wien

(Quelle: Mobilitätsagentur Wien, Radzahlen: Wiener:innen sind klimafreundlich unterwegs. In: <https://www.fahrradwien.at/2023/03/24/klimafreundlich-unterwegs/> (letzter Zugriff: 25.06.23))

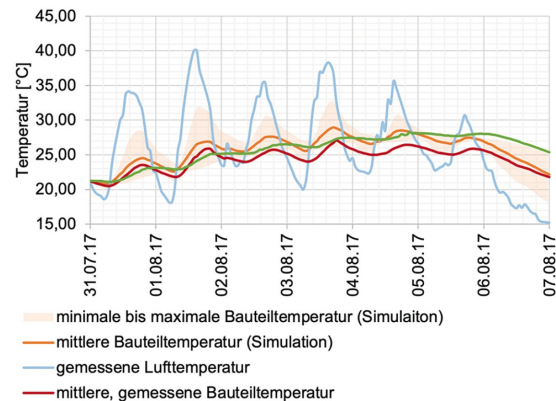
Budynki, infrastruktura

Wielokrotne użytkowanie, naprawa, niebudowanie nowych budynków

- > Wielokrotne i elastyczne wykorzystywanie istniejących budowli
- > Naprawa, wzmocnienie, przebudowa, modernizacja przed budową nowego budynku
- > Długoletnie, trwałe, historyczne budowle należą do naszej kultury budowlanej
- > Wykorzystanie elementów budowlanych do celów ogrzewania/chłodzenia, np. budowli masywnych, murowanych
- > Masywne budowle wykazują duże możliwości w zakresie wykorzystania powierzchni ścian



Przykład ogrzewania ściennego w starym budynku



Przykład temperatury ściany, bądź zdolności magazynowania

Gospodarka w obiegu zamkniętym

Rethink, Reduce, Reuse, Recycle

- > „Mniej znaczy więcej“
- > Transformacja zamiast wymiany
- > Ponowne wykorzystanie elementu budowlanego (płyt stropowych, belek nośnych, cegieł, elementów zdemontowanych, litego drewna)
- > Ponowne wykorzystanie po separacji
- > Wykorzystywanie tylko takich materiałów, które mogą zostać włączone do obiegu i recyklingu
- > Wykorzystanie betonu jako magazynu CO₂



Zrównoważony rozwój w budownictwie betonowym

Punkt wyjścia i zadania na przyszłość

- > Przemysł cementowy powoduje min. 8% emisji CO₂ (2,3 Gt/a na świecie)
 - > Roczna produkcja cementu na świecie 4,1 Gt/a
- > Zapotrzebowanie na beton wzrasta wykładniczo wraz z liczbą ludności na świecie
- > Budownictwo naziemne 2/3, budownictwo podziemne 1/3 ¹
- > Piasek i żwir: 25 Gt/a dla betonu, 15 Gt/a dla budownictwa drogowego ¹
 - > Ilość równa podwójnej wyprodukowanej ilości lodowców i rzek ¹



CO₂

Paliwo
40%

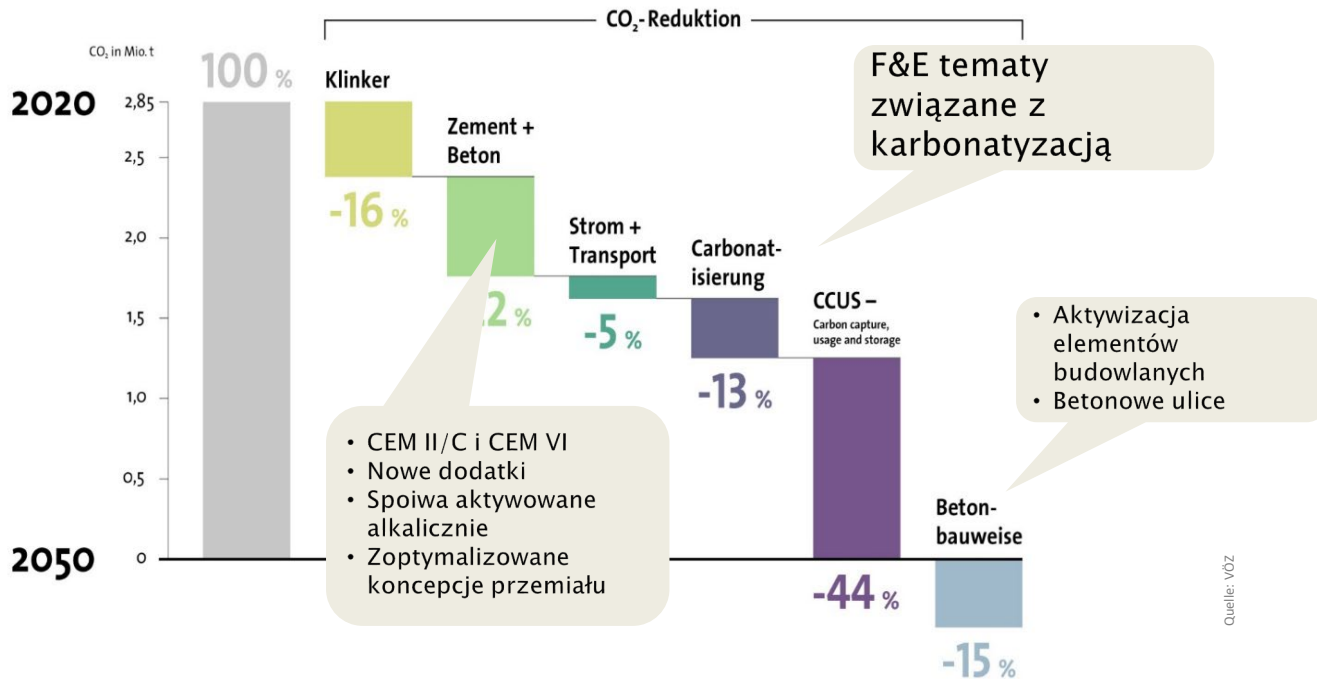
Dekarbonizacja
60%



¹ Wg Sobek, W. non nobis – über das Bauen in der Zukunft [O budownictwie w przyszłości], avedition, Stuttgart, 2022, ISBN 978-3-89986-369-7

CO₂-Roadmap 2050

©VÖZ



Zrównoważony rozwój w budownictwie betonowym

Zadania i pomysły na przyszłość

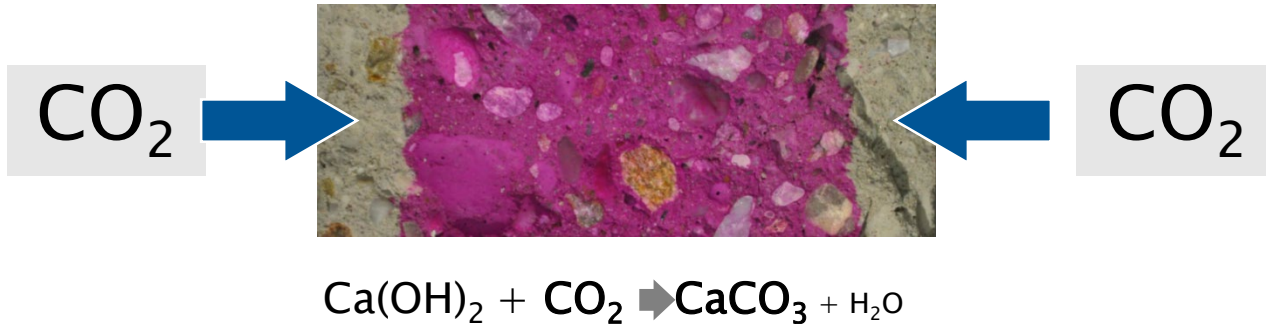
- > Betonu nie można aktualnie zastąpić innymi materiałami budowlanymi
 - > Wysokie wskaźniki trwałości, możliwość formowania, odporność na wiele czynników
 - > Zamierzone zastosowanie betonu o najwyższej jakości
 - > Zredukowanie przekroju i kubatury
- > Zastąpienie naturalnego kruszywa recyklatami
- > Odpowiednia metoda przeróbki – dająca możliwość powrotu do obiegu zamkniętego
 - > Wykorzystanie potencjału dekarbonizacji
- > Utrzymanie istnienia budowli tak długo, jak to możliwe
- > Zastosowanie cementu o niskiej zawartości klinkieru do aplikacji standardowych (CEM II C)



Recykling betonu i karbonatyzacja

Motywacja i problematyka

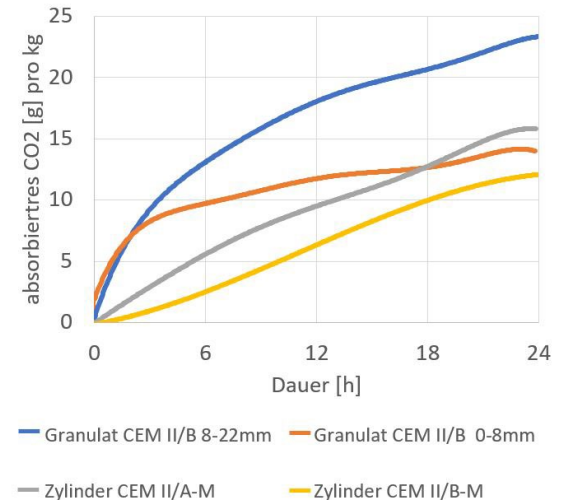
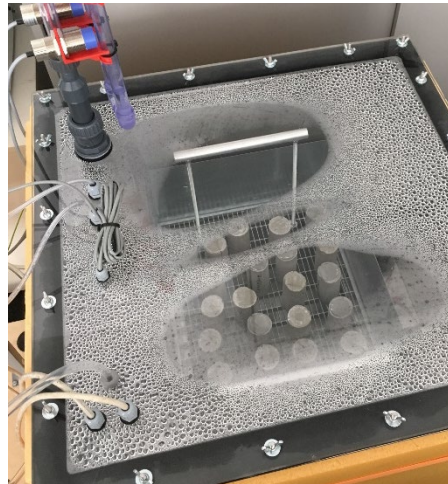
- > Kamień cementowy po procesie utwardzenia może ponownie wchłaniać elementy emitowanego CO_2
- > Bardzo powolny naturalny proces
- > Wyjście od powierzchni elementu budowlanego
- > Zmienione właściwości materiału budowlanego



Recykling betonu i karbonatyzacja

Przyspieszona karbonatyzacja materiału recyklingowego

- > Beton rozbiórkowy lub recyklat z różnym uziarnieniem 0–22 mm
- > Utrzymanie 20% CO₂
- > Temperatura 40°C
- > Czas trwania np. 24 h
- > Zdolność absorpcji 1,5% do 5% CO₂ z masy wyjściowej kruszywa poddanego recyklingowi



06/2023

Pfleger, M.-P.; Radl, E.; Vill, M. (2023) Untersuchungen zum CO₂-Speicherpotenzial von rezyklierten Gesteinskörnungen und Zementproben unter Zwangskarbonatisierung. Beton- und Stahlbetonbau. <https://doi.org/10.1002/best.202300006>

Kluczowa jest wydajność materiału

Tu potrzebni są projektanci- 4.C (Construction)

Bionika i/lub budowlane hybrydowe?



© ILEK Stuttgart



© ETH/NEST

Produkcja dodatków – „druk 3D“

oszczędzanie źródeł – redukcja materiału

> Ekologia i oszczędzanie źródeł

> Celowane użycie materiału

> Możliwość modyfikacji receptury

> Zoptymalizowane formy przekroju

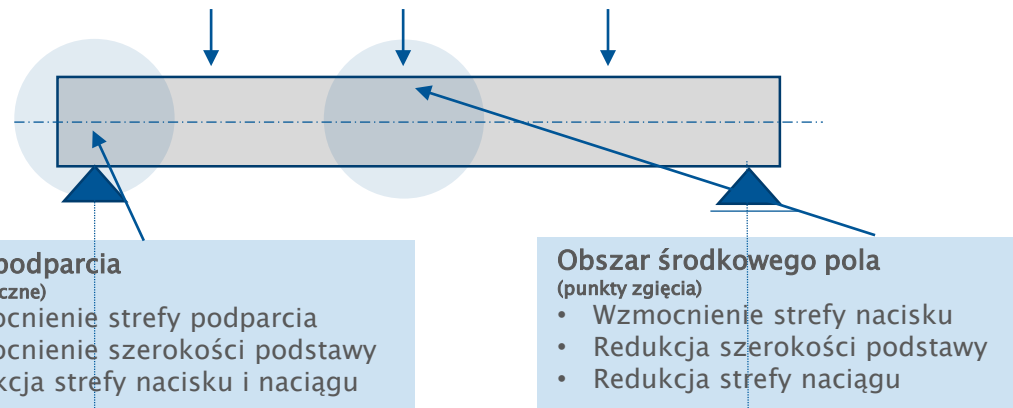
> Beton tylko tam, gdzie występuje nacisk

+ ważne zespolenie

> Zastosowanie sprężania

> Wyrównanie wykorzystania poprzez celowane wprowadzenie siły przekierowującej i naprężenia ściskającego

> Przykład klasycznej belki giętej STB



Założenie rozwiązania

„beton gradientowy“

Zastosowanie materiału tam, gdzie jest to niezbędne z punktu widzenia statyki, konstrukcji i trwałości

Druk betonu 3D na kampusie uczelni w Wiedniu

- > Pomieszczenie robocze ok. 7 x 1 x 1 m
- > Średnica dysz min. 10 mm
- > Prędkość druku do 400 mm/s
- > Wsparcie projektu przez miasto Wiedeń, MA23

