



KATASTRY MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Praktyczny przewodnik

Autorzy:

M.sc. Steffen Schwarz;

Dipl.-Ing. Karin Gruhler;

Dr.-Ing. Georg Schiller



Grudzień 2023



Niniejsza publikacja została opracowana w ramach jednego z działań projektu CirCon4Climate. Projekt ten jest częścią Europejskiej Inicjatywy Klimatycznej (EUKI) niemieckiego Federalnego Ministerstwa Gospodarki i Działań na rzecz Klimatu (BMWK).

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action



European
Climate Initiative
EUKI

on the basis of a decision
by the German Bundestag

Tytuł:	Kataster materiałów budowlanych
Podtytuł:	Praktyczny przewodnik
Wersja:	
Data:	6.12.2023
Autorzy:	M.Sc. Steffen Schwarz; Dipl.-Ing. Karin Gruhler; Dr.-Ing. Georg Schiller
Osoba kontaktowa:	Dr.-Ing. Georg Schiller g.schiller@ioer.de Tel. +49 (0) 351 4679 259
Instytucja:	Instytut Ekologicznego Rozwoju Miast i Regionów im. Leibniza (IOER) Weberplatz 1; 01217 Drezno; Niemcy https://www.ioer.de/en/

Spis treści

1.	Wprowadzenie	4
2.	Katastry materiałów budowlanych	6
2.1.	Co to jest kataster materiałów budowlanych?	6
2.2.	Projektowanie koncepcyjne katastru materiałowego	7
3.	Zakres zastosowania Katastrów Materiałów Budowlanych	10
3.1.	Zrównoważony rozwój i zarządzanie zasobami	10
3.2.	Możliwe zastosowania i możliwości	10
3.3.	Audyt przed rozbiórką	12
4.	Baza geodanych i opracowanie katastru materiałowego	13
4.1.	Źródła danych i gromadzenie danych	13
4.2.	Systemy geoinformacyjne (GIS) do przygotowania danych	13
4.3.	Stworzenie cyfrowego modelu miasta – przygotowanie danych i integracja informacji o budynku na konkretnym przykładzie	14
5.	Wskaźniki składu materiałowego budynków	16
5.1.	Wskaźniki składu materiałowego i typy budynków	16
5.2.	Bazy danych wskaźników składu materiałowego (WSM) na przykładzie ISBE	18
5.3.	Przykład budowy baz danych w krajach europejskich	20
6.	Tworzenie katastru materiałowego dla budynków	21
6.1.	Tworzenie katastru materiałowego - zasoby materiałowego	21
6.2.	Dopasowywanie do kontekstowych danych rzeczywistych - przepływy	23
6.3.	Aktualizacja i utrzymanie modelu miasta	25

1. Wprowadzenie

Niniejszy przewodnik wprowadza temat mapowania zasobów materiałów budowlanych w otoczeniu zbudowanym (budynki i infrastruktura). Stosując to podejście można opracować odpowiednie koncepcje katastru w miastach i regionach oraz określić niezbędne kroki do jego tworzenia. Będzie to przedmiotem wdrożeń pilotażowych w projekcie CirCon4Climate.

Aby przetrwać, ludzie wznosili budynki, drogi i infrastrukturę, co doprowadziło do stworzenia otoczenia zbudowanego. To środowisko jest stale utrzymywane, modernizowane i dalej rozwijane, powodując znaczące przepływy materiałów. Nowe materiały budowlane są stale potrzebne, podczas gdy stare materiały z rozbiórek muszą być usunięte. Procesy związane z utrzymaniem i rozwijaniem środowiska zbudowanego stanowią 35-45% globalnych przepływów materiałów i generują 30-40% światowych odpadów. Wskazuje to, że środowisko zbudowane jest zorganizowane w sposób liniowy.

Środowisko zabudowane stanowi także ogromny zasób stworzony przez człowieka, a więc antropogeniczny. Materiały zawarte w budynkach, drogach i infrastrukturze mogą być ponownie przetworzone i wykorzystane w nowych projektach budowlanych. Dodatkowo, wydłużenie okresu użytkowania istniejących budynków poprzez ich modernizację i konserwację, oraz wykorzystywanie innowacyjnych, efektywnych pod względem zasobów i przyjaznych dla klimatu materiałów, wraz ze zmianami w sposobie konsumpcji (np. mniejsze wykorzystanie powierzchni), może znacznie zmniejszyć zapotrzebowanie na nowe surowce. Takie praktyki przyczyniają się do ochrony zasobów, zachowania krajobrazu i ochrony klimatu. Stosowanie powyższych praktyk w miastach i społecznościach odbywa się poprzez:

- recykling i ponowne wykorzystanie materiałów rozbiórkowych („zamykanie”),
- rozszerzenie użytkowania budynków i dróg („spowolnienie”) oraz
- wdrażanie wydajnych, innowacyjnych materiałów budowlanych („zwężenie”),

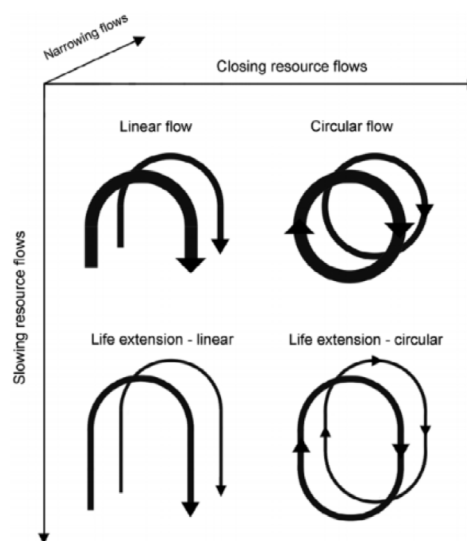
przyjmując podejście oparte na obiegu zamkniętym.

Rysunek 1: Strategie gospodarki o obiegu zamkniętym

Bocken et al. (2016) define three strategies for the move towards a circular economy:

- Slowing loops (reuse),
- Closing loops (recycling) and
- Narrowing loops (efficiency)

Bocken, N.; Miller, K.; Steve Evans, S. (2016): Assessing the environmental impact of new Circular business models. Conference "New Business Models" - Exploring a changing view on organizing value creation – Toulouse, France, 16-17 June 2016



Aby osiągnąć cyrkularność w budownictwie, potrzebujemy szczegółowej wiedzy i informacji na temat materiałów budowlanych w istniejącym zasobie budynków i ich dynamiki zmian. Do tego celu zostały przeznaczone regionalne katastry materiałowe. Zbierają one informacje dotyczące zasobów materiałów budowlanych na podstawie typologii budowy

i odpowiadających wskaźników materiałowych, łącząc je z kubaturą budynków, np. wykorzystując kubaturę budynków zaznaczone na cyfrowych mapach opartych na GIS (Rysunek 2: <https://ioer-isbe.de/en/resources/material-cadastres>). Katastry umożliwiają symulację rozbiórki, nowej budowy i opcji rozwoju cyrkularnego dla miast i regionów. Są szczególnie użyteczne dla osób zaangażowanych w planowanie urbanistyczne i środowiskowe, przemysł budowlany i recyklingowy oraz grupy interesariuszy. Zastosowania są różnorodne, obejmują planowanie inwestycji (ile i gdzie odbędzie się nowa budowa, czy można użyć materiałów z recyklingu?), zapewnienie surowców (czy dostępne są wystarczające zdolności wydobywcze surowców regionalnie?), zarządzanie odpadami (ile i jakie odpady budowlane są generowane?) oraz ochronę klimatu (ile emisji dwutlenku węgla można zaoszczędzić w budownictwie poprzez metody budownictwa o niskiej emisji CO₂?).

Rysunek 2: Katastry materiałowe

IOER Information System Built Environment

EN

RESOURCES RISKS FUNDAMENTALS SERVICE RDC

Material Cadastres

What are material cadastres and what information do they provide?

Material cadastres describe the material stocks of existing buildings (residential and non-residential) and infrastructures (streets and roads).

Material stocks continues to increase in Germany and is transforming in its make-up. Knowledge in this regard comprises a significant foundation for estimation of material flows and potential for the recycling economy in the construction sector.

Material cadastres are created by cities or regions and provide important information about how these can be developed in a more circular fashion.

Material cadastre example (source: IOER)

Methods

The materials cadastre is based on the bottom-up material flow approach, and the following formula is identified:

$$1. \text{Quantity [m}^3\text{]} * 2. \text{Material Composition Indicators [t/m}^3\text{]} = 3. \text{Material Stock [t]}$$

- 1. Determination of Quantity**
First, the quantity framework of existing buildings and roads is determined. It takes into account type-based differentiations. For residential buildings, the differentiations are generated by age of the construction, for non-residential buildings by use, and for roads by size categories. The units of measure are cubic metre or square metre (m³ or m²) for buildings and metre or square metre for roads. The quantity structure is based on factual data (e.g. building statistics) and geodata (LoD1 in combination with ALKIS).
- 2. Material Composition Indicators**
Pursuant the typological differentiations, the material composition indicators (MCI) for buildings and streets are then determined. They provide information regarding which and how much material is contained (for example) in a m³ (cubic metre) building and/or a m² (sq. m.) street. These MCI for buildings and infrastructures can be downloaded here in the information system.
- 3. Material Cadastre**
Lastly, the ascertained quantity of materials is multiplied by the MCI.
The result is a map of the material cadastre.

Source: IOER

Source: IOER

Source: IOER

Źródło: <https://ioer-isbe.de/en/resources/material-cadastres>

Dzięki katastram materiałowym interesariusze mogą badać i testować różne scenariusze rozwoju oraz z wyprzedzeniem zrozumieć wynikające z nich wpływy środowiskowe. Jest kluczowe, aby miasta i regiony wspólnie integrowały katastry w swoich procesach planistycznych, aby wywrzeć wpływ i wprowadzić zrównoważony rozwój w życie.

2. Katastry materiałów budowlanych

2.1. Co to jest kataster materiałów budowlanych?

Kataster materiałowy gromadzi i zarządza informacjami dotyczącymi istniejących materiałów w budynkach i innych struktur w środowisku zbudowanym. Zapewnia przegląd typu, ilości i stanu materiałów użytych w określonym obszarze oraz stanowi podstawę do zmapowania dynamiki materiałów w środowisku zbudowanym w ramach miasta czy regionu. Może to być wykorzystane do określenia strategii budownictwa o charakterze cyrkularnym w miastach i regionach.

Stworzenie katastra materiałowego odbywa się poprzez typologiczny opis istniejącego zasobu budynków i ich powiązanie z odpowiadającymi wskaźnikami składu materiałowego (ang. *material composition indicators* (MCI)).

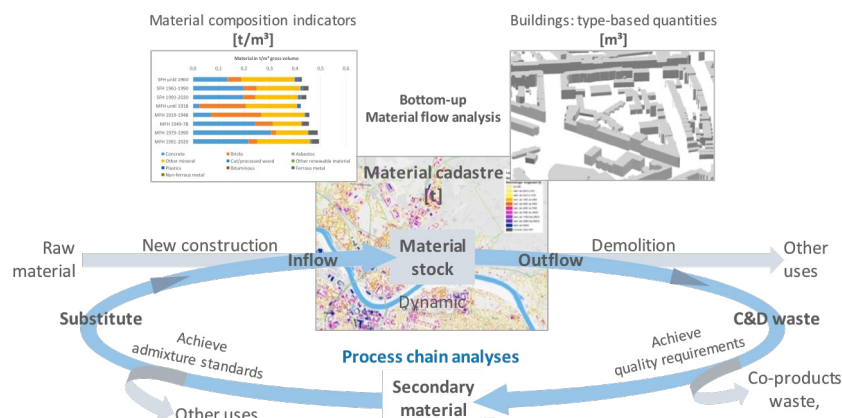
Opis typologiczny zasobu opiera się na analizie GIS poligonów budynków i ich atrybutów. Korzystając z danych przestrzennych oraz trójwymiarowych modeli budynków, określa się informacje takie jak funkcja budynku, powierzchnia użytkowa, wysokość i objętość. Dodatkowo mapowanie typów struktur oraz dane dotyczące granic administracyjnych umożliwiają dalsze różnicowanie.

Dane źródłowe są zbierane oraz przetwarzane pod kątem zawartości przestrzennej i treści za pomocą odpowiedniego oprogramowania geoinformacyjnego. Zapytania przestrzenne z danymi dotyczącymi granic administracyjnych umożliwiają przypisanie atrybutów do zestawów danych dotyczących poligonów budynków i ich powiązanie z MCI.

Specyficzne dla budynków MCI opisują ich konkretne zawartości materiałowe w odniesieniu do powierzchni użytkowej lub objętości budynków. Szczegółowe analizy reprezentatywnych budynków, które demonstrują cechy oparte na typologii pod względem użytkowania i metod budowlanych, stanowią podstawę dla tego typu danych.

Kataster materiałowy dostarcza informacji przestrzennych o zasobach materiałów w tonach dla każdego budynku. Poprzez połączenie informacji o materiałach budowlanych i danych przestrzennych, kataster materiałowy umożliwi efektywne zarządzanie i wykorzystanie materiałów budowlanych. Integruje symulacje dynamiki zapasów z uwzględnieniem parametrów społecznych i technicznych. Analizy łańcuchów procesowych dostarczają możliwości oszacowania potencjału cyrkularności (Rysunek 3: Kataster materiałowy – podejście metodyczne). Katastry materiałowe przyczyniają się do ochrony zasobów i ograniczania szarych emisji gazów cieplarnianych (GHG).

Rysunek 3: Kataster materiałowy – podejście metodyczne



- Mapowanie zasobów w oparciu o cyfrowe **modele miast 3D**.
- **Regionalna analiza przepływu materiałów (ang. *Material Flow Analysis (MFA)*)** oparta na podejściu typologicznym.
- Symulacja **dynamiki przepływu zapasów materiałowych** z uwzględnieniem parametrów społecznych i technicznych.
- **Analizy łańcucha procesów** w celu określenia lokalnego potencjału w zakresie obiegu zamkniętego.
- **LifeCycleAssessment** do obliczania obciążenia budynku „szarą emisją”.

2.2. Projektowanie koncepcyjne katastru materiałowego

Różne podejścia budowania katastrów materiałowych są narzędziami do wykrywania zasobów materiałowych w miastach i regionach oraz ich przepływów. Główne metody opierają się na podejściu inwentaryzacyjnym. Zaś analiza dynamiki przepływów zazwyczaj polega na analizie zmian w zasobach budynków zinwentaryzowanych oraz na spowodowanych przez nie napływach i odpływach materiałów. Katastry materiałowe (KM) odzwierciedlają przestrzenny rozkład zasobów materiałowych (ZM) rozlokowanych w strukturach regionu, jak również przepływy materiałowe do i z danego otoczenia wywołane rozbiórką i/lub nową konstrukcją, zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym.

Metodologia budowy regionalnych KM opiera się na zasadzie analizy przepływu materiałów od dołu do góry oraz na analizie rodzajów budynków. KM mogą być generowane zarówno dla budynków, jak i dróg w regionie. Aby obliczyć ZM dla budynków w mieście lub regionie, budynki są typowane (Rysunek 4: Typologia TABULA, <https://webtool.building-typology.eu/#bm>), określana jest ich ilościowa w objętości brutto m³ (gv), a następnie mnożona przez odpowiadające wskaźniki składu materiałowego (WSM) w t/m³gv (wzór). Wynikiem są ilości danych materiałów w tonach (Rysunek 5: Obliczanie katastru materiałowego (KM)). Przestrzennie zwizualizowane zasoby materiałów w miejsce/regionie to właśnie kataster materiałowy (Rysunek 6: Kataster Materiałowy w tonach jako model 3D). Ze względu na swoje zorientowanie na cykl życia materiałów (w strukturze KM rozróżnia się kolejno: surowiec, materiał budowlany, oraz odpady), KM mogą dostarczyć istotnych informacji potrzebnych do planowania konstrukcji i otoczenia miejskiego.

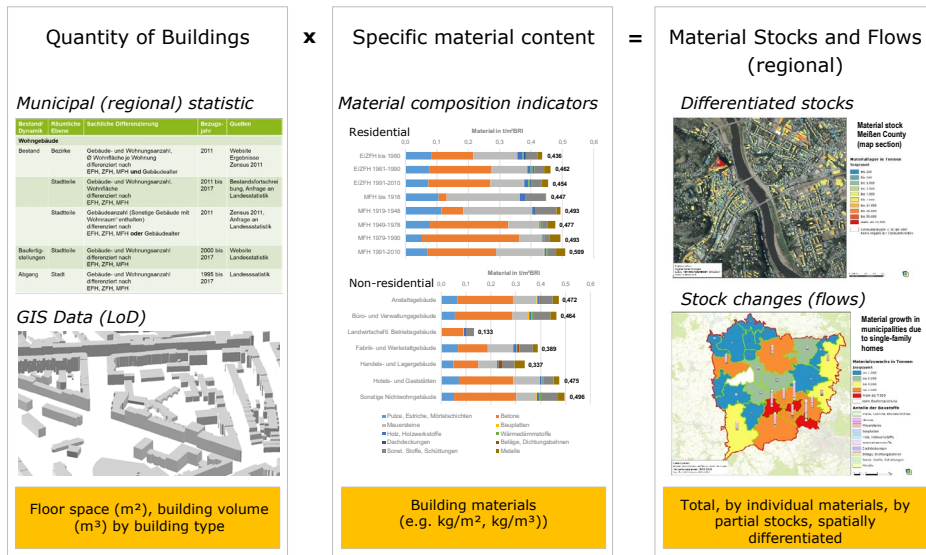
Rysunek 4: Typologia TABULA
Czechy

The screenshot displays the TABULA web tool interface for building typology selection. The main area shows a grid of building images categorized by Country (Czechia), Region (national), Construction Year Class (1920, 1921-1945, 1946-1960, 1961-1980, 1981-1994, 1995-2010), and Additional Classification (generic (Standard)). The selected building is a Single Family House (SFH) from the national (Czechia) region, construction year class 1920, and generic (Standard) classification. The interface also shows system measures, heating systems, and energy consumption data.

Polska

Słowenia

Rysunek 5: Obliczanie katastru materiałowego (KM)



Rysunek 6: Kataster Materiałowy w tonach
Model 3D katastru materiałowego w tonach – przekrój mapy



IOER 2021, KartAL IV

3. Zakres zastosowania Katastrów Materiałów Budowlanych

3.1. Zrównoważony rozwój i zarządzanie zasobami

Zużycie zasobów w sektorze budowlanym ma duży udział w globalnych przepływach materiałów; 35-45% z nich wynika właśnie z dostarczania materiałów budowlanych. W tym zakresie należy poczynić znaczące oszczędności. Zasoby materiałowe zgromadzone w budynkach i infrastrukturze należy rozumieć jako zasób antropogeniczny, którego wykorzystanie może przyczynić się do ochrony zasobów naturalnych poprzez odzyskiwanie cennych składników z nieużytkowanej/przeznaczonej do rozbiórki infrastruktury oraz ich recycling ("urban mining & recycling). W tym celu ważne jest, aby znać zasoby materiałów budowlanych oraz dynamikę ich przepływów, wiedzieć, jakie ilości danego materiału znajdują się w danych budynkach, jakie ilości materiałów rozbiórkowych pozostaną po rozbiórce oraz jakie ilości materiałów budowlanych są potrzebne do nowej konstrukcji. Katastry materiałowe (KM) pomagają w dostarczeniu właśnie tej istotnej wiedzy oraz są dużym wsparciem przy modelowaniu przyszłości rozwoju miasta/regionu.

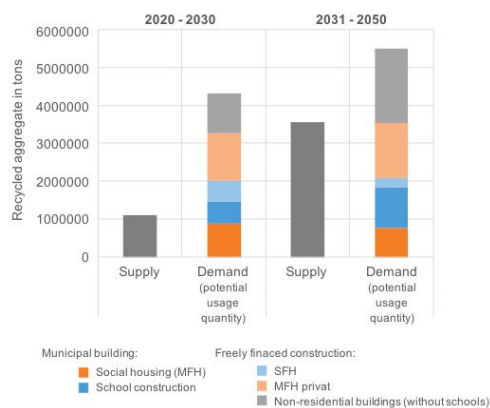
Miasta, jako jeden z głównych graczy w sektorze budowlanym, coraz częściej poszukują sposobów na eliminację użytkowania energii ze źródeł nieodnawialnych oraz powiązanie tego z lokalnymi programami ochrony klimatu. Jak dotąd brakuje wiedzy na temat wytycznych i punktów odniesienia. Katastry materiałowe mogą pomóc w zaspokojeniu tej potrzeby informacyjnej i przyczynić się do zrównoważonych środowiskowo praktyk na wiele sposobów. Katastry materiałowe mogą odgrywać kluczową rolę w osiągnięciu celów zrównoważonego rozwoju poprzez zamykanie obiegu materiałowego poprzez efektywne wykorzystanie materiałów odpadowych jako zasobów wtórnych oraz promowanie rozszerzonego użytkowania budynków, co nie tylko chroni zasoby, ale także zmniejsza ogólny ślad środowiskowy. Przyjmując te zasady oraz tworząc i korzystając z katastrów materiałowych, miasta mogą podejmować decyzje z wykorzystaniem lepszej wiedzy i informacji, a tym samym zmniejszać swój negatywny wpływ na środowisko i aktywnie przyczyniać się do bardziej zrównoważonej przyszłości.

3.2. Możliwe zastosowania i możliwości

Posiadając informacje z Katastru Materiałowego (KM) oraz dane dotyczące potencjalnych przyszłych planów rozwojowych, można zgłębiać różne zastosowania KM. W tym celu aktywna komunikacja z interesariuszami, którzy zamierzają skorzystać z KM, ma kluczowe znaczenie dla uchwycenia potrzeb zainteresowanych stron.

Dzięki Katastrom Materiałowym miasta mogą określić lokalną „dostępność” wysokiej jakości surowców wtórnych pochodzących z dostępnych odpadów budowlanych i rozbiórkowych w obrębie miasta. Równocześnie mogą ocenić „popyt” na te materiały, który jest generowany przez działania związane z nowymi inwestycjami (Rysunek 7: Przykład: podaż i popyt na przetworzony kruszec). Taka ocena umożliwi miastom eksplorowanie sposobów oszczędzania zasobów naturalnych i promowania systemów w obiegu zamkniętym (closed-loop systems) w ich regionach, przy uwzględnieniu różnych etapów przetwarzania materiałów oraz spełniania lokalnych norm.

Rysunek 7: Podaż i popyt na kruszywo pochodzące z recyklingu

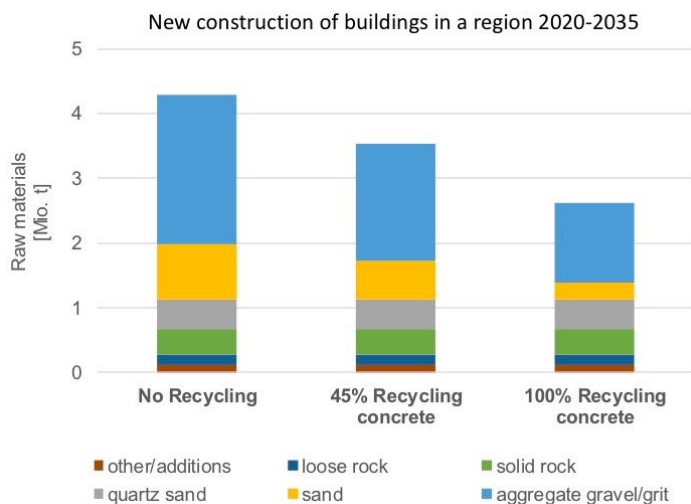


- Wykorzystanie wyburzonego betonu do kruszywa z recyklingu w nowym budownictwie
- Analiza regionalna: podaż kruszywa pochodzącego z recyklingu a popyt na kruszywo z recyklingu
- Podział na podgrupy zasobów z uwzględnieniem zakresu wpływu zainteresowanych stron (w tym przypadku interesariusze gminni)
- Istotne informacje o katastrze: punkt wyjścia do omówienia nowych modeli biznesowych

IOER 2021, KartAL IV

Katastry Materiałowe odgrywają również istotną rolę w zwiększaniu bezpieczeństwa surowców (Rysunek 8: Bezpieczeństwo surowców). Pozwalają na kategoryzację materiałów budowlanych używanych przy nowych konstrukcjach według konkretnych kategorii surowców, często opierając się na wcześniej zdefiniowanych zasadach. Kategorie te pozwalają określić ilości surowców, które można porównać z planowanymi lub zatwierdzoną wielkością wydobycia, zapewniając cenne narzędzie do planowania zasobów.

Rysunek 8: Bezpieczeństwo surowcowe

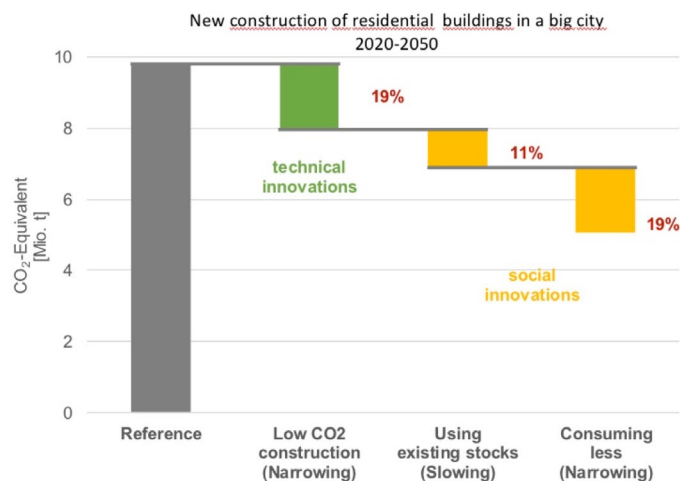


- Planowanie regionalne: wykorzystanie kruszyw pochodzących z recyklingu jako zasobu

IOER 2021, KartAL IV

Ponadto, Katastry Materiałowe są przydatnym narzędziem do oceny wpływu środowiskowego materiałów budowlanych używanych przy nowych konstrukcjach, zwłaszcza w kontekście "szarych emisji" (emisje CO₂ odpowiadające ilości szarej energii wykorzystywanej w danym budynku) (Rysunek 9: Redukcja emisji szarych substancji). Planujący rozwój miast mogą analizować potencjalne oszczędności emisji związane z praktykami budowlanymi o niskiej emisji, co pomaga w opracowaniu programów ochrony klimatu z określonymi celami.

Rysunek 9: Redukcja „szarej emisji”



- Ochrona klimatu: poziomy odniesienia dla redukcji szarej emisji.
- Budownictwo niskoemisyjne, dłuższe użytkowanie istniejących budynków i zamieszkiwanie na mniejszej powierzchni użytkowej w przeliczeniu na mieszkańca przyczyniają się do zmniejszenia szarej emisji.

IOER 2021, KartAL IV

Dzięki posiadaniu katastru materiałowego (algorytmów jego obliczeń i kombinacji, założeń i specyfikacji) oraz współpracy z interesariuszami, którzy poszukują odpowiedzi na swoje pytania, możliwe jest eksplorowanie różnych zastosowań. Wymiana informacji z interesariuszami istotnie wpływa na niezbędne założenia i specyfikacje, a także na przebieg obliczeń i szacunków.

3.3. Audyt przed rozbiórką

Aby włączyć procesy rozbiórek i wynikające z niej przepływy materiałowe w kompleksową koncepcję “górnictwa miejskiego” (ang. *Urban Mining*), potrzebna jest wiedza na temat rodzajów materiałów, ilości i ich składu budynku, a także odpowiednia wiedza na temat organizacji procesu rozbiórki. Katastry materiałowe mają potencjał do generowania tej wiedzy w oparciu o dane ogólne, tj. oparte na typologii. Może to stanowić punkt odniesienia wspierający proces rozbiórki, który jest zgodny ze strategią “górnictwa miejskiego”.

4. Baza geodanych i opracowanie katastru materiałowego

4.1. Źródła danych i gromadzenie danych

Zasadniczo wymagane dane powinny obejmować szczegóły dotyczące powierzchni budynku, wysokości, kubatury i jego przeznaczenia. Nie powinno się to wiązać z gromadzeniem nowych danych geograficznych, ale raczej z wykorzystaniem wtórnych źródeł danych, takich jak lokalne lub centralne biura katastralne lub otwarte platformy danych. Ważne jest, aby wziąć pod uwagę jakość zarówno oficjalnych, jak i publicznie dostępnych baz danych, upewniając się, że są one jak najbardziej aktualne. Zasadniczo modele budynków 3D lub obrysy budynków są odpowiednimi formami do dostarczenia tych informacji. Jeżeli informacje o użytkowaniu budynku są dostępne w formie wykazu z odniesieniem przestrzennym, informacje te muszą być przetransponowane do danych geometrycznych. Dodatkowe źródła, takie jak katastry nieruchomości lub cyfrowe mapy topograficzne, a także mapy blokowe, mogą być wymagane do wypełnienia luk w danych dotyczących użytkowania budynków. Dane powinny być dostępne w możliwie najbardziej znormalizowanym formacie, aby zapewnić bezproblemowe przetwarzanie. W odniesieniu do modeli budynków 3D należy wspomnieć o formacie CityGML i odnieść się do europejskiej dyrektywy w sprawie danych INSPIRE. Wymagane są również dane dotyczące wieku i rodzaju konstrukcji budynku wraz z odniesieniem przestrzennym. Może to być format wielokąta, punktu lub listy ze współrzędnymi geograficznymi lub adresami. Wreszcie, niezbędne są dane dotyczące administracyjnych granic terytorialnych.

4.2. Systemy geoinformacyjne (GIS) do przygotowania danych

Potrzebne jest narzędzie do łączenia i przetwarzania zarówno danych przestrzennych, jak i informacji semantycznych. Jeśli chodzi o formaty i typy danych, dominujące formaty danych związane z geometrią będą obejmować przede wszystkim dane CityGML, ESRI Feature Class, ESRI Multipatch lub ESRI Shapefile. Do przeprowadzenia analizy danych przestrzennych, a następnie wizualizacji wyników, wymagany jest System Informacji Geograficznej (GIS). Taki system pozwala na integrację dodatkowych danych i informacji, takich jak dane semantyczne, które mogą być prezentowane w formie listy, ale również posiadać odniesienie przestrzenne. W każdym przypadku kluczowe jest, aby powiązanie danych można było ustalić za pomocą odniesienia przestrzennego, takiego jak współrzędne geograficzne, nakładka, adres lub identyfikator powiązania. Równie ważne jest takie narzędzie do przygotowania danych, w tym usunięcia zbędnych małych struktur czy konwersji danych. Dostępnych jest wiele systemów GIS, zarówno płatnych, jak i bezpłatnych (<https://gisgeography.com/best-gis-software/>). Systemy GIS firmy ESRI, takie jak ARC Map Pro, są szeroko stosowane, ale wymagają płatnej licencji. Przykładami bezpłatnych systemów GIS są QGIS, GRASS GIS lub SAGA GIS. Wybór najlepszego systemu i jego dostępność zależą od konkretnych wymagań użytkownika i powinny być oceniane indywidualnie dla każdego przypadku. Niezbędne mogą być również interfejsy dla baz danych PostgreSQL. Ponadto mogą być wymagane lub korzystne inne rozwiązania programowe, takie jak oprogramowanie FME (Safe Software) do konwersji danych CityGML na dane ESRI Feature Class. Ponadto konieczne mogą być programy arkuszy kalkulacyjnych lub oprogramowanie do statystycznego przetwarzania danych, takie jak „R” (np. R-Studio). Wspomniane rozwiązania programowe należy traktować jako sugestie, a ich wybór powinien być zawsze zgodny z dostępnymi danymi i zasobami.

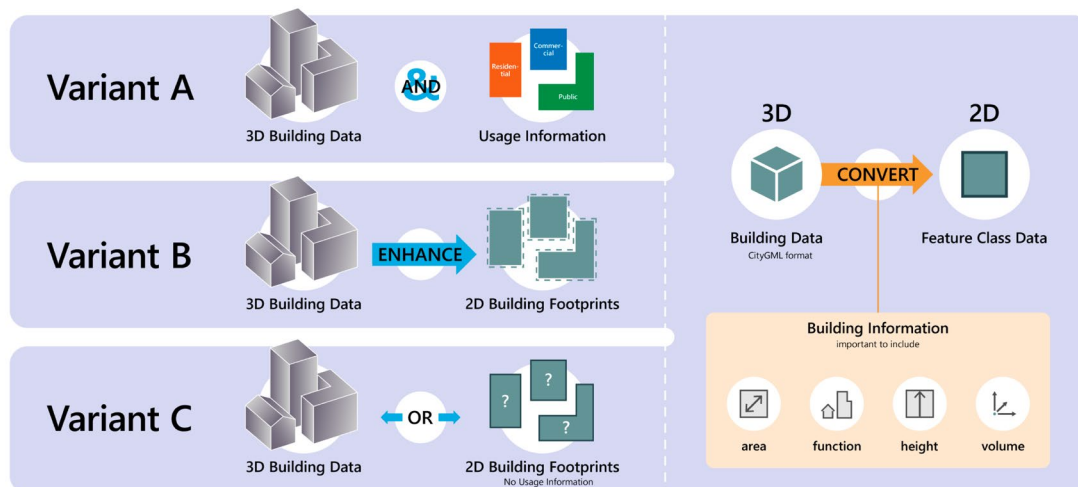
4.3. Stworzenie cyfrowego modelu miasta – przygotowanie danych i integracja informacji o budynku na konkretnym przykładzie

Stworzenie cyfrowego miasta jest oparte na uzyskaniu wielokątów budowlanych na podstawie brył budynków z dobrze zróżnicowanymi właściwościami i sposobem użytkowania, które będzie przyporządkowane do bazy "Information System Built Environment" Instytutu Ekologicznego Rozwoju Miast i Regionów im. Leibiza w Niemczech (IOER) i tym samym określenie zapasów materiałowych w tonach (inwentaryzacja). Podstawą tego podejścia powinny być ogólnie dostępne i osiągalne dane geoprzestrzenne (zob. źródła danych i ich gromadzenie). Optymalnym fundamentem danych jest model 3D budynku na poziomie szczegółowości 1 lub 2 (LOD1 lub LOD2, model blokowy). Z tych modeli specjalistyczne oprogramowanie wyodrębni obrys budynku 2D, uwzględniając takie atrybuty, jak funkcja budynku, obrys, wysokość i kubatura. Atrybuty te mają kluczowe znaczenie dla późniejszych obliczeń systemu GIS. W tym konkretnym przypadku modele 3D budynków dostarczają istotnych informacji na temat użytkowania budynku. Może się zdarzyć, że funkcje budynku w zbiorze danych są niewystarczająco określone (np. specyfika regionalna, luki w danych). Jeśli tak, istnieje pilna potrzeba ulepszenia zbioru danych LOD w odniesieniu do funkcji budynku. Odpowiednie zbiory danych, które mogą dostarczyć wystarczających informacji na temat użytkowania budynku, należy uznać za alternatywę. Aby jeszcze bardziej rozróżnić wielokąty budynków, zwłaszcza budynków mieszkalnych, można użyć bardzo szczegółowych odwzorowań typów konstrukcji, takich jak rozszerzona mapa blokowa. Dodatkowo dane geometryczne są potrzebne do wytyczenia granic i oceny końcowej.

W niniejszym Przewodniku zakładamy korzystanie z oprogramowania „ArcGIS Desktop”. Podczas przygotowywania danych kluczowe jest ustalenie, które informacje są pozyskiwane z jakich zbiorów danych.

W wariancie A mamy modele budynków 3D z dostępnymi informacjami o użytkowaniu. W wariancie B mamy również modele budynków 3D, ale ich celem jest ulepszenie obrysów budynków 2D. W tym przypadku preferowane są obrysy budynków 2D ze względu na ich współbieżne ramy czasowe z modelami 3D. W wariancie C mamy albo modele budynków 3D, albo obrysy 2D, ale brakuje w nich informacji o użytkowaniu (Rysunek 10: Tworzenie cyfrowego modelu miasta - przygotowanie danych i integracja informacji o budynku w celu stworzenia regionalnego katastru materiałowego). W wariantach A, B i potencjalnie C dane 3D budynku, jeśli nie są jeszcze dostępne, muszą zostać przekonwertowane z formatu CityGML na dane klasy elementów 2D, na przykład przy użyciu FME. Ważne jest, aby podczas tego procesu uwzględnić takie informacje, jak powierzchnia budynku, wysokość budynku, kubatura budynku oraz, w stosownych przypadkach, funkcja budynku. Następnie, w danych docelowych, które odnoszą się do końcowych nośników informacji, należy usunąć małe i pofragmentowane wielokąty, ponieważ mogą one w inny sposób zniekształcić wyniki. Konkretnie progi dla tych wielokątów należy wybrać na podstawie specyfiki kraju i zbioru danych. Przykładem tego ostatniego jest eliminacja konstrukcji dachowych, które nie reprezentują budynków w kontekście badania. Na tym etapie ogólne stwierdzenia dotyczące wartości progowych dla tych wielokątów nie są wykonalne.

Rysunek 10: Stworzenie cyfrowego modelu miasta - przygotowanie danych i integracja informacji o budynku w celu stworzenia regionalnego katastru materiałowego



IOER 2023, Creation of a digital city model - data preparation and integration of building information to create a regional material cadastre

W wariancie A większość obróbki wstępnej jest w ten sposób zakończona. W wariancie B informacje z modeli 3D budynków muszą być przestrzennie przecięte z footprintami 2D, prawdopodobnie poprzez utworzenie obiektów punktowych i użycie funkcji środka ciężkości. Jeśli istnieje relacja między zestawami danych, taka jak identyfikator udostępniony, można ją wykorzystać. W wariancie C do przesyłania informacji niezbędne jest nawiązanie połączenia za pomocą identyfikatora, współrzędnych geograficznych lub unikalnego adresu. W takim przypadku informacje są przesyłane za pomocą tej metody.

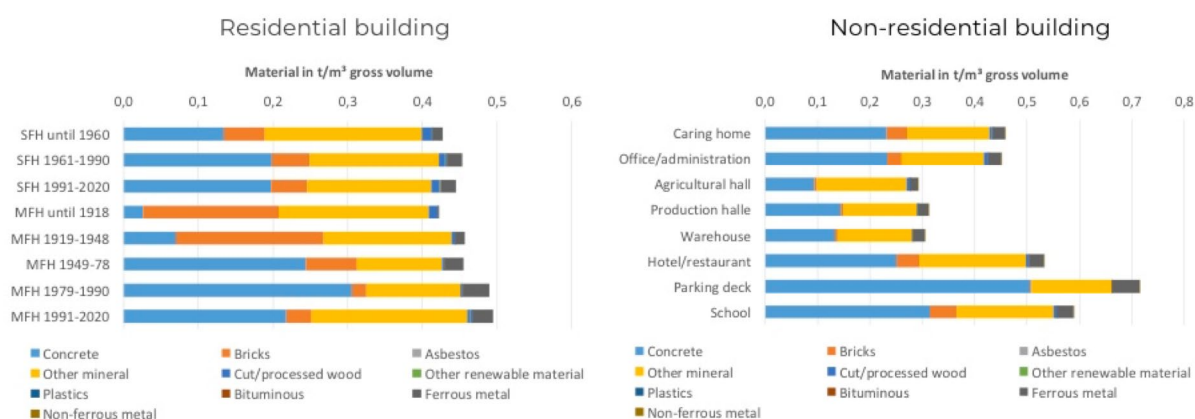
Jeśli informacje, takie jak użytkowanie budynku, są niekompletne, można je teraz uzupełnić o dodatkowe informacje opcjonalne (patrz źródła danych). Rezultatem jest cyfrowy model miasta (docelowy zbiór danych), który został wzbogacony o niezbędne informacje. Na koniec ten zestaw danych jest przycinany przestrzennie zgodnie z granicami administracyjnymi badanego obszaru.

5. Wskaźniki składu materiałowego budynków

5.1. Wskaźniki składu materiałowego i typy budynków

Wskaźniki składu materiałowego (WSM) opisują, ile i jakie materiały są używane w budynkach. WSM istnieją dla różnych typów budynków. Powstają przy pomocy "budynków - reprezentantów". Reprezentanci odzwierciedlają charakterystyczne cechy danego typu (metoda budowy, wiek budynku, przeznaczenie budynku itp.) oraz są uwzględniane w ich tworzeniu. Typy budynków mieszkalnych są klasyfikowane głównie na podstawie ich wieku konstrukcyjnego, podczas gdy konstrukcje niemieszkalne są przede wszystkim kategoryzowane według ich przeznaczenia. W zależności od dostępnych danych, około sześciu do ośmiu reprezentantów tworzy jeden typ. „Information System Built Environment” (ISBE: <https://ioer-isbe.de/en/>) zawiera informacje/dane liczbowe dotyczące typów budynków mieszkalnych związanych z wiekiem, jak również typów budynków niemieszkalnych związanych z użytkowaniem (Rysunek 11: WSM oparte na typologii).

Rysunek 11: Wskaźniki składu materiałowego (WSM) oparte na typologii



<https://ioer-isbe.de/en/resources/material-cadastres>

WSM oferują dane na temat ogólnego składu materiałowego budynków, a także mogą podzielić te informacje na 46 odrębnych kategorii materiałów budowlanych i pięć komponentów budowlanych (fundament, ściana zewnętrzna, ściana wewnętrzna, sufit, dach), w zależności od konkretnych potrzebnych informacji (Rysunek 12: Struktura MCI). 46 grup materiałów budowlanych WSM (ang. MCI) opiera się na zasadzie „ciągłości” (Rysunek 13: Zasada „ciągłości” MCI). Oznacza to, że wyznaczone grupy materiałów budowlanych można powiązać z niezbędnymi surowcami po stronie wejściowej i z kategoriami odpadów po stronie wyjściowej. Możliwe jest również wyprowadzenie emisji indeksowanych materiałowo. Umożliwia to rozwiązywanie problemów związanych z zabezpieczeniem surowców, gospodarką odpadami i recyklingiem oraz ochroną klimatu.

Rysunek 12: Struktura WSM

Building type: Office and administrative buildings

5 building elements

11/2022

ID	Building material group	Building material					Roof	Building material (main group)
		Total	Foundation	Exterior walls	Interior walls	Ceilings		
1	Concrete	2986,6	706,7	413,8	30,0	1303,9	472,2	1 Concrete
2	Lightweight concrete	7,3	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	1 Concrete
3	Bricks	385,0	1,1	228,8	152,8	2,3	0,0	2 Bricks
4	Bricks with insulation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2 Bricks
5	Brick cover/roof tiles	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	2 Bricks
6	Asbestos cement panels	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3 Asbestos
7	Asbestos roofing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3 Asbestos
8	Calcareous plaster mortar	193,9	0,7	73,7	113,3	0,1	0,0	4 Other minerals
9	Plaster and mortar containing gypsum and anhydr	6,3	0,0	2,1	3,5	1,3	0,0	4 Other minerals
10	Clay and loamy plaster and mortar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
11	Plasters with synthetic components	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
12	Calcareous screeds	407,2	123,7	0,2	0,0	163,4	107,3	4 Other minerals
13	Screeds containing gypsum and anhydrite	63,6	0,0	0,1	0,0	63,5	0,0	4 Other minerals
14	Dry screed containing gypsum and anhydrite	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
15	Screeds with synthetic components	97,3	0,0	0,0	0,0	97,3	0,0	4 Other minerals
16	Sand-lime bricks	441,2	0,0	243,4	197,9	0,0	0,0	4 Other minerals
17	Aerated concrete blocks	46,9	0,0	6,7	40,2	0,0	0,0	4 Other minerals
18	Concrete blocks	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
19	Mud bricks	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
20	(Gypsum) plasterboards	35,4	0,0	0,0	20,6	14,6	0,2	4 Other minerals
21	Mineral building boards	3,9	0,0	3,7	0,0	0,0	0,2	4 Other minerals
22	Mineral thermal insulation materials	36,1	0,0	12,7	5,5	4,9	13,0	4 Other minerals
23	Concrete roof tile covering	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
24	Fiber cement roofing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
25	Slate cover	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
26	Substrate layer (green roof)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
27	Mineral fillings	659,5	631,8	0,3	0,0	4,6	22,7	4 Other minerals
28	Glass	13,1	0,0	13,1	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
29	Natural bricks	10,8	1,2	8,9	0,2	0,4	0,0	4 Other minerals
30	Other mineral building materials	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	4 Other minerals
31	Timber/Lumber	82,7	0,0	12,6	2,1	42,5	25,5	5 Wood, engineered woods
32	Processed wood	18,1	0,0	11,0	7,0	0,0	0,0	5 Wood, engineered woods
33	Renewable thermal insulation materials	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6 Other renewable
34	Straw/Reed cover	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6 Other renewable
35	Other materials non-mineral	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6 Other renewable
36	Petroleum-based thermal insulation materials	8,3	1,0	1,7	0,0	3,0	2,6	7 Plastics
37	Plastic roofing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7 Plastics
38	Petroleum-based coverings, geomembranes	1,4	0,2	0,4	0,0	0,6	0,2	7 Plastics
39	Bitumen roofing	2,5	0,0	0,0	0,0	0,1	2,4	8 Bituminous minerals
40	Bituminous coverings, waterproofing membranes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8 Bituminous minerals
41	Metal roofing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9 Ferrous metals
42	Ferrous metals	319,2	60,8	35,5	8,3	167,9	46,7	9 Ferrous metals
43	Coverings containing aluminum, sealing membranc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10 Non-ferrous metals
44	Aluminum	13,7	0,0	3,3	0,3	10,1	0,0	10 Non-ferrous metals
45	Copper	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5	10 Non-ferrous metals
46	Other non-ferrous metals	2,4	0,0	0,7	0,0	0,0	1,7	10 Non-ferrous metals
Total		5857,2	1533,2	1080,3	647,9	1886,6	703,2	

Areas and volumes	
Areas of building components (m ²)	1011
Areas and volumes according to DIN 277	2295
Main usable area (m ²)	2880
Residual usable area (m ²)	2666
Usable area (m ²)	1174
Service area (m ²)	
Circulation area (m ²)	
Net floor area (m ²)	
Construction area (m ²)	
Gross floor area (m ²)	
Gross volume (m ³)	

Przykład:

- Budynek biurowo-administracyjny

Różnice:

- 46 grup materiałów budowlanych i
- 5 elementów budynku
- 46 grup materiałów budowlanych można zagregować w górne grupy:
- 1-beton, 2-cegły, 3-azbest,
- 4-inne minerały, 5-drewno/drewno konstrukcyjne, 6-inne odnawialne, 7-tworzywa sztuczne,
- 8-minerały bitumiczne, 9-metale żelazne, 10-metale nieżelazne

<https://ioer-isbe.de/en/resources/construction-data/non-residential-buildings/office-and-administrative-buildings-1>

Rysunek 13: Systematyka WSM oparta na zasadzie „ciągłości”



5.2. Bazy danych wskaźników składu materiałowego (WSM) na przykładzie ISBE

“Information System Built Environment” przygotowany przez IOER ISBE dostarcza danych do katastru materiałowego dla różnych typów budynków i infrastruktury (Rysunek 14: Przegląd danych budowlanych, <https://ioer-isbe.de/en/resources/construction-data/construction-data-menu>). Budynki mieszkalne są kategoryzowane na podstawie terminu budowy, przy czym dla domów jednorodzinnych określono cztery grupy wiekowe, a dla domów wielorodzinnych pięć. Z kolei budynki niemieszkalne są klasyfikowane zgodnie z ich przeznaczeniem, obejmując dziewięć głównych kategorii i 13 podkategorii. W zależności od potrzeb można wybrać typ budynku i wyświetlić odpowiadający mu profil budynku. Profil ten zawiera wszystkie niezbędne informacje i dane dotyczące powierzchni, kubatury, materiałów budowlanych, surowców, kategorii odpadów, “szarych emisji”, a także innych wartości istotnych dla katastru materiałowego (np. t/m³ GFA, t/m² powierzchni użytkowej itp.) i można go bezpłatnie pobrać jako arkusz kalkulacyjny Excel (Rysunek 15: Przykładowe szkoły). Ważne jest, aby pamiętać, że przy interpretacji wartości z katastru materiałowego i dostosowywaniu ich do lokalnych cech konstrukcyjnych, takich jak metody budowlane, należy wziąć pod uwagę specyfikę regionalną.

Rysunek 14: Przeglądanych konstrukcyjnych

The screenshot shows the IOER Information System Built Environment website. The main navigation bar includes: RESOURCES, RISKS, FUNDAMENTALS, SERVICE, and RDC. The 'Construction data' section is expanded, showing a hierarchy of building types and infrastructure categories.

Construction data				
Buildings				
	Residential buildings		Non-residential buildings (NRB)	
	Single-family houses (SFH)	Multi-family houses (MFH)	Upper groups	Subgroups
Germany	<ul style="list-style-type: none"> SFH Germany SFH up to 1948 SFH 1949-1978 SFH 1979-1990 SFH since 1991 	<ul style="list-style-type: none"> MFH Germany MFH up to 1918 MFH 1919-1948 MFH 1949-1978 East G. MFH 1949-1978 West G. MFH 1979-1990 East G. MFH 1979-1990 West G. MFH since 1991 	<ul style="list-style-type: none"> NRB Germany Institutional buildings Offices and administrative buildings Agricultural service buildings Factory and workshop buildings Retail buildings Storage buildings Hotels and restaurants Other non-agricultural service buildings Other non-residential buildings 	<ul style="list-style-type: none"> Care homes Offices and administrative buildings Agricultural halls Fire/ambulance stations Production halls Car showrooms Supermarkets Warehouses Hotels and guest houses Underground car parks Multi-storey car parks Schools Sports and multi-purpose halls
Region-specific	<ul style="list-style-type: none"> SFH Hamburg SFH rural Dresden SFH detached Dresden SFH terraced Dresden 	<ul style="list-style-type: none"> MFH Hamburg MFH terraced traditional Dresden MFH terraced pre-fabricated high rise Dresden MFH other types Dresden 	<ul style="list-style-type: none"> NRB industrial/trade Dresden NRB communal use Dresden 	
Infrastructure				
	Transport infrastructure		Water supply/Sewage removal	
Germany	<ul style="list-style-type: none"> Streets Rails 		<ul style="list-style-type: none"> Water supply Sewage removal 	
Region-specific	<ul style="list-style-type: none"> Streets Dresden 			

<https://ioer-isbe.de/en/resources/material-cadastres>

Rysunek 15: Zbiór danych

Schools

... are buildings that are fitted with standard classrooms as well as rooms for technical instruction (e.g. physics/chemistry labs). In addition, such buildings contain staff rooms, conference rooms and preparation rooms. Other required facilities are sanitary rooms, as well as space for technical fittings and caretaker services. Usually schools also possess an assembly hall or similar large space for gatherings and performances. The entrance area of schools is often large and well furnished.

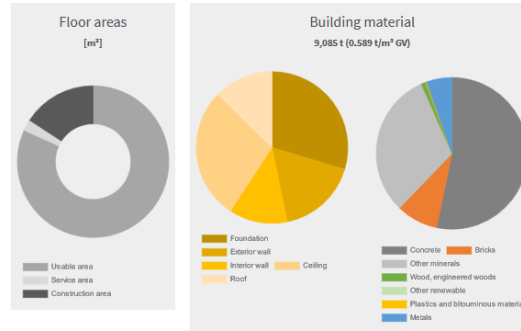
Schools are generally multi-storey in design, constructed as reinforced-concrete load-bearing frames with masonry walls. Hence, the primary building materials are reinforced concrete and brick (Gruhler, Dellmann 2015).



Photos: J. Krauß/IOER-Media

Opis

Szkoły



Materiały

Szkoły

Material composition indicators (t)

The detailed data on material contents and building characteristics are presented here in Excel format. The building material allocations can be taken from the [building material classification](#).

Download (-xls)

ID	Building material group	Total	Foundation	Exterior wall	Interior wall	Ceiling	Roof
1	Concrete	4,840.14	1,652.68	281.73	170.10	1,846.65	788.98
3	Bricks	749.63	-	432.31	317.32	-	-
5	Brick cover/roof tiles	61.45	-	-	-	-	61.45
8	Calcareous plaster mortar	276.88	-	117.41	159.47	-	-
12	Calcareous screeds	807.85	272.90	-	-	440.82	94.13
16	Sand-lime bricks	1,008.15	-	554.84	453.31	-	-
20	(Gypsum) plasterboards	29.53	-	-	29.53	-	-
21	Mineral building boards	5.15	-	5.15	-	-	-
22	Mineral thermal insulation materials	60.27	-	7.61	4.25	-	48.41
27	Mineral fillings	631.08	631.08	-	-	-	-
28	Glass	13.21	-	13.21	-	-	-
31	Timber/Lumber	88.52	-	6.21	-	-	82.31
36	Petroleum-based thermal insulation materials	15.93	4.42	4.98	-	6.49	0.04
38	Petroleum-based coverings, geomembranes	2.07	0.45	0.39	-	0.67	0.56
42	Ferrous metals	485.21	128.54	31.11	-	251.67	73.89
44	Aluminum	2.20	-	1.70	0.49	-	-
46	Other non-ferrous metals	7.55	-	1.90	-	-	5.65

Main group	Differentiated raw material categories		
Mineral (stones, soils)	Gravel/Grit	Aggregate (gravel, grit)	
	Sand	Sand	
	Industrial minerals	Quartz sand	
	Loose rock	Clay/loam	Kaolin/feldspar (silicate minerals)
		Limestone/ hydrated lime/ quicklime	
		Gypsum/anhydrite	
	Solid rock	Natural stones (diabase, basalt, dolomite)	Additives
		Other/additives	



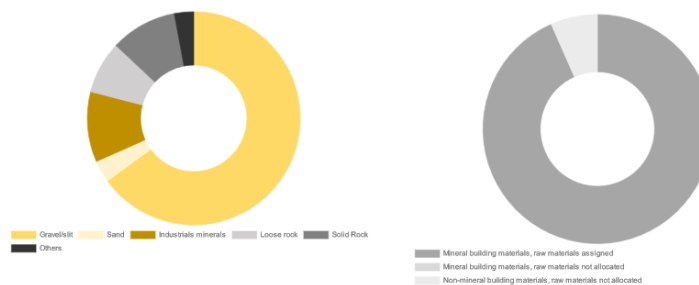
Składniki i surowce określa się za pomocą przepisów.

Surowiec

Szkoły

Raw material categories (t)

Mineral raw material categories



The allocation of mineral building materials to raw material categories is based on formulas. These specify the type and quantity of raw materials required for the production of the mineral building materials. The differentiation according to raw material categories forms the basis for the estimation of raw material requirements as a contribution to the resource conservation discussion.

Raw material classification

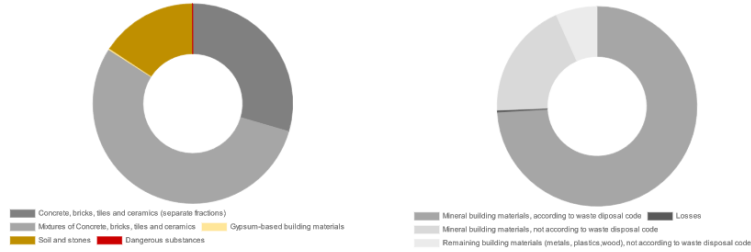
Odpady

Szkoły

Building material categories		Building material example		Waste categories		
Mineral				Shares %	Waste key	Waste designation
Concrete				80	170201	Concrete
1	Standard concrete	Standard concrete C 20/25		170202 01	Standard concrete	
2	Lightweigh concrete	Lghrweigh concrete		170207	Mixtures of concrete, bricks, tiles and ceramics other than those mentioned in 17 01 06	
Brick				5	170202	Brick
3	ZieBricks	Vertical perforated brick		170202 01	From masonry	
4	Bricks with insulation	Bricks with polystyrene filling		170207	Mixtures of concrete, bricks, tiles and ceramics other than those mentioned in 17 01 06	

Kategorie odpadów określa się za pomocą zasad klasyfikacji odpadów.

Waste categories (t)
Mineral waste categories



The allocation of mineral building materials to waste categories is based on the Waste Catalogue Ordinance (AVV). The waste categories reflect which construction and demolition materials are produced during demolition. Their differentiation is an important link towards the execution of recycling in order to identify future recycling potentials.

Waste allocation

Using LCA-Data



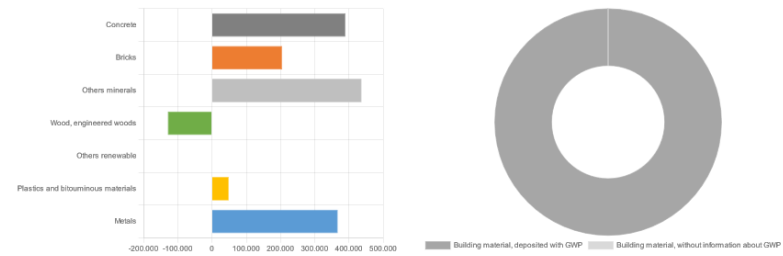
https://www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html

Emisje CO₂

Szkoły

Material-induced emissions (kg)

Download (.csv)



Determination of the building material-induced emissions ("grey emissions") is based on life-cycle assessment data (Ökobaudat database). The Global Warming Potential (GWP) is taken into consideration. It indicates how much CO₂ equivalent is generated during the production of building materials (modules A1-A3), taking into account the given energy mix. The statements regarding CO₂ emissions help to describe greenhouse effects as a contribution to the discussion of climate protection aspects.

Material-induced emissions

<https://ioer-isbe.de/en/resources/construction-data/non-residential-buildings/schools>

5.3. Przykład budowy baz danych w krajach europejskich

Baza danych materiałowych budynków IOER ISBE jest jednym ze sposobów uzyskiwania wskaźników (<https://ioer-isbe.de/en/>), która jest używana jako przykład w niniejszym Przewodniku. W Czechach i Niemczech typy konstrukcji budynków są dość podobne, więc wartości można tutaj zastosować z niewielkimi modyfikacjami. W innych krajach europejskich należy sprawdzić zdolność adaptacji. Innymi możliwymi źródłami informacji o składzie materiałowym są biblioteki danych i platformy, takie jak Ecoinvent (<https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/>), Ökobaudat (https://www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html), GaBi (<https://sphaera.com/life-cycle-assessment-lca-database/>) lub deklaracje środowiskowe produktu (<https://ibu-epd.com/en/epd-programme/>). Innym możliwym źródłem informacji może być unijny projekt TABULA, który jest bardziej skoncentrowany na aspektach energetycznych (<https://www.iwu.de/1/research/gebaeudebestand/tabula-en/>).

6. Tworzenie katastru materiałowego dla budynków

6.1. Tworzenie katastru materiałowego - zasoby materiałowego

Cyfrowy model miasta (docelowy zbiór danych) wygenerowany w sposób opisany w **rozdziale 3.3** musi zostać uzupełniony o wskaźniki składu materiałowego (WSM, ang. *Material C.. Index - MCI*) w celu utworzenia katastru materiałowego (KM) (Rysunek 3: Kataster materiałowy – podejście metodyczne).

Kluczowym punktem tworzenia KM jest obecnie przypisanie indywidualnych docelowych zbiorów danych wielokątów budynku do kategorii, dla których WSM w t/m^3 są dostępne w „Information System Built Environment” (<https://ioer-isbe.de/en/resources/construction-data/construction-data-menu>) (wymienionym tutaj jako konkretny przykład). Odbywa się to iteracyjnie w stałej koordynacji z podmiotem zajmującym się WSM, biorąc pod uwagę następujące pytania: Jakie typy budynków można rozróżnić za pomocą dostępnych zbiorów danych GIS i jaki poziom szczegółowości zapewniają w tym celu WSM? Na przykład w odniesieniu do budynków niemieszkalnych ewidencja budynków w Niemczech jest stosunkowo szczegółowa, ale WSM nie są dostępne na tym samym poziomie szczegółowości. W przypadku budynków mieszkalnych istnieją zaś bardzo szczegółowe WSM. Jednak to, czy rozróżnienie budynków mieszkalnych w GIS jest wykonalne na podstawie dokumentacji budynku, należy badać indywidualnie dla każdego przypadku.

Aby określić sposób użytkowania lub typ budynku dla każdego wielokąta w docelowym zestawie danych budynku, konieczne jest teraz oszacowanie informacji z różnych źródeł danych związanych z funkcją lub użytkowaniem i zapisanie ich w kolumnie atrybutów wraz z kategorią budynku. Ta kolumna atrybutów służy jako przyłącze dla WSM. W przypadku budynków mieszkalnych wyróżnia się cztery typy domów jednorodzinnych i pięć typów domów wielorodzinnych. WSM są dostępne dla wszystkich tych typów w „Information System Built Environment” (<https://ioer-isbe.de/en/resources/construction-data/construction-data-menu>) (użyty tutaj jako przykład). WSM są podzielone na 46 grup materiałów budowlanych. Możliwe są agregacje w górnych grupach i sumach. Górne grupy mogą być na przykład: (1) beton, (2) cegły, (3) azbest, (4) inne minerały, (5) drewno/drewno konstrukcyjne, (6) inne odnawialne, (7) tworzywa sztuczne, (8) minerały bitumiczne, (9) metale żelazne, (10) metale nieżelazne (Rysunek 12: Struktura WSM).

Tabela ta musi być przygotowana w programie arkusza kalkulacyjnego, aby można ją było połączyć z tabelą atrybutów docelowego zbioru danych w GIS. Wiąże się to z transpozycją tabeli w taki sposób, aby kategorie budynków stały się nagłówkami wierszy, oraz ze znacznym uproszczeniem oznaczeń materiałów. Tabela musi być również wolna od specjalnego formatowania (Rysunek 16: Przykładowa tabela zbiorów danych w GIS). Kategoria budynku jako nagłówek wiersza służy jako pole klucza dla łączenia tabel i musi być zapisana dokładnie tak, jak wpisy w kolumnie atrybutu kategorii budynku w docelowym zestawie danych. Tabela jest następnie łączona z docelowym zestawem danych w systemie GIS. Ważne jest, aby w pełni zintegrować dane, a nie tylko tworzyć połączenia między danymi, ponieważ może to prowadzić do problemów z wydajnością w późniejszych obliczeniach. Jak wspomniano wcześniej, WSM są podawane w t/m^3 . Aby obliczyć zapasy materiałowe, należy pomnożyć te wskaźniki przez kubaturę budynku (Rysunek 5: Obliczanie katastru materiałowego (KM)).

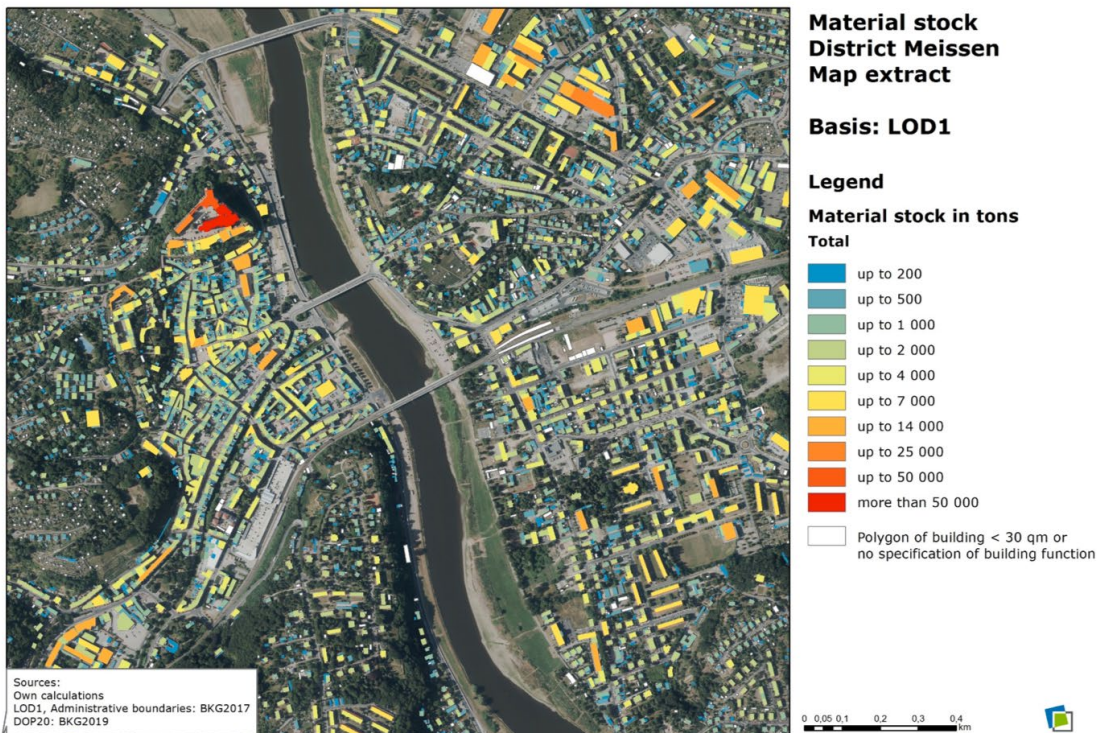
Aby zapisać wynik w tabeli, należy utworzyć nową kolumnę atrybutów. Należy to zrobić dla wszystkich grup materiałowych. W rezultacie, zapas materiału w tonach (t) zostanie określony dla każdego wielokąta budynku (Rysunek 17: Zapas materiałów w tonach dla każdego wielokąta budynku). Jest to fundamentalne zakończenie technicznego tworzenia katastru materiałowego. W celu zwiększenia czytelności tabeli atrybutów do nagłówek kolumn można również przypisać nazwy aliasów.

Rysunek 16: Tabela zbiorów danych w systemie GIS

The screenshot shows a GIS application window with a data table. The table has a header row with columns labeled 'ID', 'Area', 'Volume', and many others. The data rows contain numerical values for each of these attributes. The interface also shows a map view with a red polygon overlaid on a grayscale image, and a legend on the left side of the window.

IOER 2023, Example data set table in GIS

Rysunek 17: Zapas materiałów w tonach dla każdego wielokąta budynku

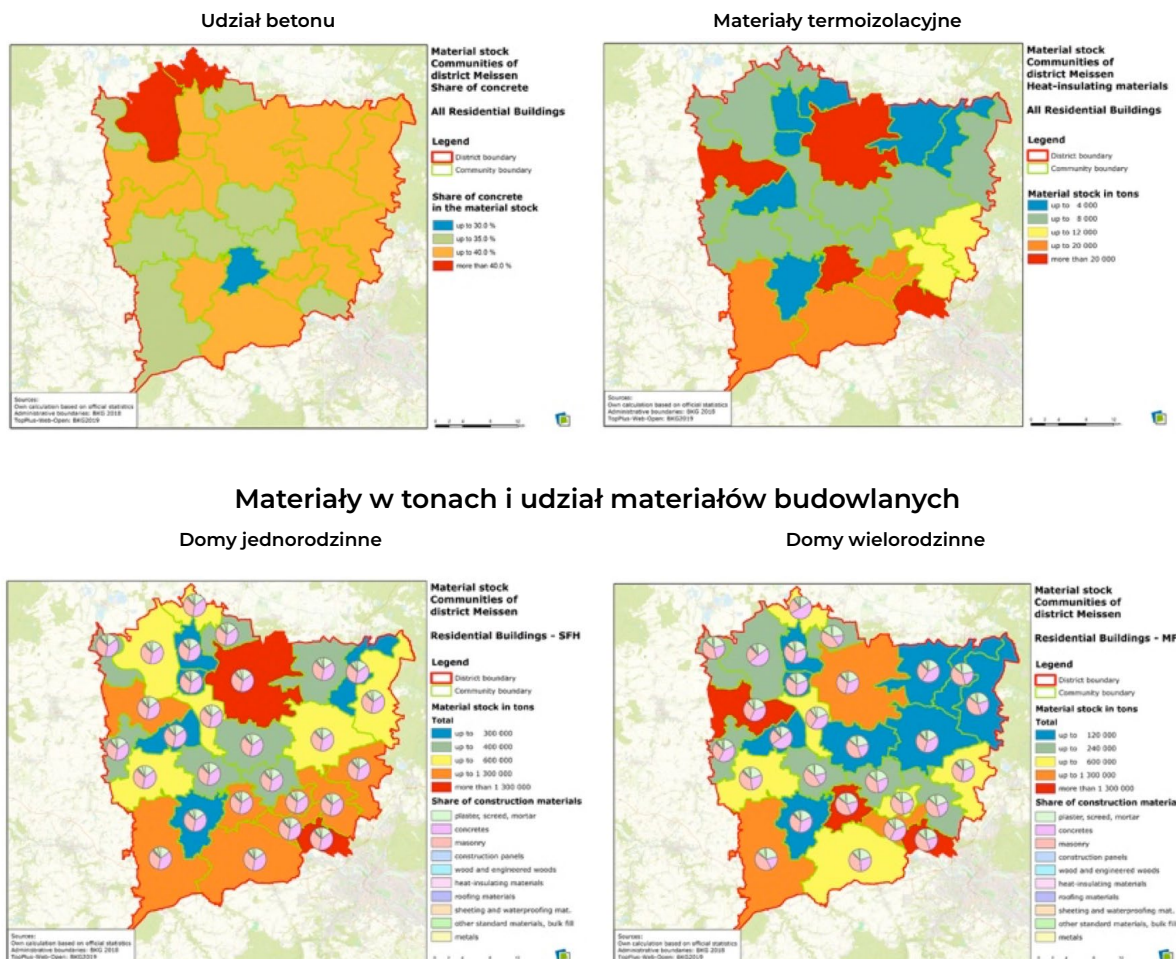


Przykład: District Meissen

IOER 2021, KartAL IV

Po sformatowaniu w układzie zasoby materiałów dla różnych grup materiałów w analizowanym obszarze mogą być wyświetlane na mapach. Dodatkowo analizy statystyczne mogą być wykonywane z wykorzystaniem funkcjonalności tabeli (Rysunek 18: Przykłady do analiz).

Rysunek 18: Różne możliwe analizy



Przykład: District Meissen

IOER 2021, KartAL IV

6.2. Dopasowywanie do kontekstowych danych rzeczywistych - przepływy

Przepływy reprezentują wpływy i wypływy do i z zapasów materiałów. Wpływy odpowiadają budowie nowych budynków (nowe budownictwo), podczas gdy wypływy oznaczają rozbiórkę całych budynków. Zapasy zmieniają się zarówno w wyniku nowych konstrukcji, jak i rozbiórek. Punkt wyjścia (status quo), do którego można podejść za pomocą dwóch metod: (A) analizy ex-post, często opartej na danych statystycznych (konkretne dane ze statystyk dotyczących działalności budowlanej, rozbiórek i nowych konstrukcji), oraz (B) analizy ex-ante, która obejmuje dynamiczne szacunki oparte na założeniach. Dynamika przepływów jest oceniana poprzez wykorzystanie: wskaźników nowych budów/rozbiórek opartych na liczbie ludności (m² na mieszkańca), wskaźników opartych na zapasach (procent inwentaryzacji) oraz analizie opartej na długości życia budynku (np. 80 lat dla budynków mieszkalnych, 40 lat dla budynków niemieszkalnych). Konkretne przykłady są określane na podstawie kontekstu i wymagań.

Przykład Drezno (Niemcy):

Do obliczenia dynamiki napływu i odpływu materiałów do antropogenicznego magazynu miasta stosuje się uproszczoną kategoryzację typów budynków na budynki mieszkalne oraz budynki przemysłowe, handlowe i budynki użyteczności publicznej dla obiektów niemieszkalnych. W przypadku budynków mieszkalnych wykluczono analizę aktywizacji pustostanów i renowacji, ponieważ opracowane WSD nie dostarczają informacji na temat istotności tych działań. Ilościowe oszacowanie dla budownictwa mieszkaniowego wymaga odniesienia się do odpowiednich raportów, takich jak prognozy dotyczące populacji i gospodarstw domowych dla badanego obszaru, które prezentują zarówno jakościową, jak i ilościową wielkość popytu na mieszkania.

Do obliczenia przepływu materiałów wśród **„Budynków mieszkalnych”** wykorzystuje się średnią wielkość mieszkania na badanym obszarze. Przykładowa średnia wielkość mieszkania to 70,0 metrów kwadratowych. Tworząc kataster materiałowy samodzielnie, zaleca się, aby zawsze używać do tego celu najbardziej aktualnej dostępnej wartości. Przeliczenie powierzchni mieszkalnej [m^2] na kubaturę budynku brutto (GBV) [m^3] odbywa się za pomocą współczynnika przeliczeniowego, który można uzyskać z odpowiednich źródeł statystycznych. Przykładem średniej wartości tego współczynnika jest $4,0 m^3 GBV/m^2$ powierzchni mieszkalnej. W przypadku obliczeń wartość ta powinna być zawsze aktualizowana o najnowsze dostępne dane. Ponieważ obliczenia te nie rozróżniają typów budynków mieszkalnych, konieczne jest utworzenie średniego typu budynku mieszkalnego. Odbywa się to poprzez uśrednienie materiałów stosowanych w typach budynków mieszkalnych.

Teraz jako przykład poglądowy można obliczyć roczny przepływ materiałów dla budynków mieszkalnych na badanym obszarze.

W tym celu WSM zdefiniowany dla przeciętnego budynku mieszkalnego w $t/m^3 GBV$ mnoży się przez odpowiednią wielkość w m^2 powierzchni mieszkalnej/rok. Ilość w m^2 powierzchni mieszkalnej/rok jest najpierw przeliczana na $m^3 GBV/rok$ za pomocą współczynnika przeliczeniowego „powierzchnia mieszkalna na kubaturę brutto budynku”. Obliczenia wykonywane są zarówno dla rozbiórki (dostawa materiałów), jak i nowych konstrukcji (zapotrzebowanie materiałowe).

Obliczanie podaży materiałów przebiega zgodnie z procesem podobnym do obliczania zapotrzebowania na materiały, w którym nowo wybudowane lub wyburzone jednostki mieszkalne są uwzględniane we wzorze. Niejasności wynikają z przydziału lokali mieszkalnych, które zostały wyburzone w budynkach niemieszkalnych. Ze względu na ich niewielki udział w stosunku do wyburzonych budynków mieszkalnych mają niewielki wpływ na wynik, zwykle zaniżając podaż materiałów.

Aby oszacować popyt i podaż materiałów, należy wykorzystać odpowiednie dane ekstrapolowane na okres badania. Przy obliczaniu przepływu materiałów dla **„Budynków niemieszkalnych”** należy oprzeć się na odpowiednich danych statystycznych z danego roku. Dane te obejmują zarówno ukończone budowy, jak i rozbiórki, wyrażone w metrach sześciennych kubatury brutto budynku (KBB). Aby określić zapotrzebowanie na materiały, WSM w $t/m^3 KBB$ (dla „przemysłu i handlu” oraz dla jednostek publicznych) mnoży się przez odpowiednie ilości w $m^3 KBB/rok$. Jeżeli dostępne są tylko ilości wyrażone w m^2 powierzchni użytkowej, stosuje się współczynnik przeliczeniowy (np. $6,35 m^3 KBB/m^2$ powierzchni użytkowej), podobnie jak w obliczeniach dla budynków mieszkalnych.

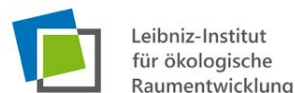
6.3. Aktualizacja i utrzymanie modelu miasta

Geodane wejściowe do modelu miasta, a także wskaźniki materiałowe do obliczania ilości materiałów, powinny być również aktualizowane w przypadku aktualizacji lub obliczania nowych okresów. Dotyczy to w szczególności danych o budynku z podstawowymi informacjami o jego użytkowaniu, wysokości, kubaturze i powierzchni użytkowej. Ponadto należy uwzględnić wskaźniki składu materiałowego, które mogą reprezentować nowe typy budynków. Obecnie w Dreźnie (Niemcy) regionalny kataster materiałowy znajduje się w fazie rozwoju i testów, wraz z powiązаныmi działaniami konserwacyjnymi.

CirCon4Climate



Członkowie konsorcjum:



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

<https://www.euki.de/en/>

Wyłącznie odpowiedzialność za opinie przedstawione w niniejszej publikacji ponoszą autorzy i nie muszą one odzwierciedlać poglądów Federalnego Ministerstwa Gospodarki i Działań na rzecz Klimatu (BMWK).

