

# SMERNICE ZA PRIPRAVO KATASTRA GRADBENIH MATERIALOV

---

Avtorji:

M.sc. Steffen Schwarz;

Dipl.-Ing. Karin Gruhler;

Dr.-Ing. Georg Schiller



December 2023



Ta publikacija je nastala v okviru dejavnosti projekta CirCon4Climate. Projekt je del Evropske pobude za podnebje (EUKI- European Climate Initiative) nemškega Zveznega ministrstva za gospodarstvo in podnebne ukrepe (BMWK- Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz).

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Climate Action



European  
Climate Initiative  
EUKI

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

|              |  |
|--------------|--|
| Naslov:      | Smernice za pripravo katastra gradbenih materialov   |
| Podnaslov:   |  |
| Verzija:     | 1.1  |
| Datum:       | 6 December 2023  |
| Avtorji:     | M.Sc. Steffen Schwarz; Dipl.-Ing. Karin Gruhler;<br>Dr.-Ing. Georg Schiller  |
| Kontakt:     | Dr.-Ing. Georg Schiller<br>g.schiller@ioer.de<br>Tel. +49 (0) 351 4679 259   |
| Inštitucija: | Inštitut Leibniz za ekološki urbani in regionalni razvoj (IOER)  <br>Weberplatz 1; 01217 Dresden; Germany  <br><a href="https://www.ioer.de/en/">https://www.ioer.de/en/</a> |

## Kazalo vsebine

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Uvod</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Katastri materialov</b>  | <b>6</b>  |
| 2.1.      | Kaj je kataster materialov?   | 6         |
| 2.2.      | Koncept zasnove katastra materiala  | 7         |
| <b>3.</b> | <b>Področje uporabe katastra gradbenega materiala</b>   | <b>10</b> |
| 3.1.      | Trajnost in upravljanje virov   | 10        |
| 3.2.      | Možne aplikacije in priložnosti   | 10        |
| 3.3.      | Revizija pred rušenjem  | 12        |
| <b>4.</b> | <b>Geopodatkovna baza in priprava materialnega katastra</b>   | <b>13</b> |
| 4.1.      | Zbiranje in viri podatkov   | 13        |
| 4.2.      | Geoinformacijski sistem (GIS) za pripravo podatkov  | 13        |
| 4.3.      | Izdelava digitalnega modela mesta – priprava podatkov in integracija informacij o stavbah na konkretnem primeru | 13        |
| <b>5.</b> | <b>Kazalniki sestave materialov za stavbe</b>   | <b>16</b> |
| 5.1.      | Kazalniki sestave materialov in vrste stavb   | 16        |
| 5.2.      | Podatkovne zbirke za kazalnike snovne sestave na primeru ISBE   | 18        |
| 5.3.      | Primer gradnje podatkovnih zbirk v evropskih državah  | 20        |
| <b>6.</b> | <b>Vzpostavitev materialnega katastra za stavbe</b>   | <b>21</b> |
| 6.1.      | Vzpostavitev materialnega katastra – zaloge materiala   | 21        |
| 6.2.      | Ujemanje s kontekstualnimi dejanskimi podatki - potok   | 23        |
| 6.3.      | Posodabljanje in vzdrževanje modela mesta   | 25        |

# 1. Uvod

Zaradi življenjskih potreb, so ljudje gradili stavbe, ceste, infrastrukturo in pri tem ustvarjali urbano okolje. Takšno urbano okolje se nenehno vzdržuje, prenavlja in nadalje razvija, kar vodi do pomembnih materialnih tokov. Za nove gradbene materiale nenehno vlada povpraševanje, medtem ko je treba odstraniti stare materiale, ki nastanejo pri rušenju. Procesi, povezani z vzdrževanjem in razvojem urbanega okolja predstavljajo, predstavljajo 35-45% globalnih materialnih tokov in ustvarijo 30-40% svetovnih odpadkov. To kaže na to, da je grajeno okolje organizirano linearno.

Grajeno okolje predstavlja tudi ogromno zalogo virov, ki jih je ustvaril človek z antropogenim nastankom. Materiale, vgrajene v stavbe, ceste in infrastrukturo, je mogoče reciklirati in ponovno uporabiti v novih gradbenih projektih. Poleg tega lahko podaljšanje življenjske dobe obstoječih stavb s prenovo in vzdrževanjem, skupaj z uporabo inovativnih materialov, ki učinkovito izkoriščajo vire in so prijazni do podnebja, ter s spremembo potrošniških vzorcev (npr. uporaba manjše površine), znatno zmanjša potrebo po novih surovinah. Takšne prakse prispevajo k ohranjanju virov, ohranjanju krajine in varstvu podnebja. Mesta in skupnosti, ki sprejmejo te prakse z:

- recikliranjem in ponovno uporabo materialov, ki nastanejo pri rušenju (»zapiranje«),
- podaljševanjem uporabe stavb in cest (»upočasnitev«) ter
- uvajanjem učinkovitih, inovativnih gradbenih materialov (»zoževanje«),

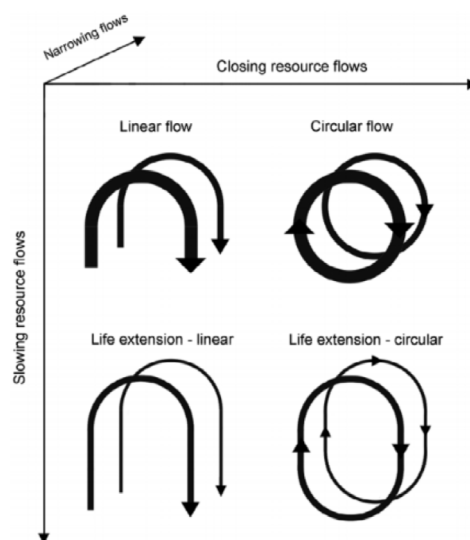
se zavzemajo za "ciklični" pristop.

Slika 1: Strategije krožnega gospodarstva

Bocken et al. (2016) opredeljujejo tri strategije za prehod v krožno gospodarstvo:

- upočasnitev zanke (ponovna uporaba),
- zapiranje zanke (reciklaža) in
- zoženje zanke (učinkovitost)

*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*



Za doseg krožnosti v gradbeništvu so potrebne podrobne informacije in znanje o gradbenih materialih v obstoječih stavbah ter poznavanje njihove dinamike. Pri tem so pomembni regijski katastri materialov. Katastri materialov vsebujejo informacije o materialih stavb na podlagi tipologije in ustreznih materialnih kazalnikov, ki se kombinirajo s prostorninami stavb. Na primer z uporabo prostornin stavb, navedenih na digitalnih GIS-mapah (slika 2: <https://ioer-isbe.de/en/resources/material-cadastres>). Ti katastri omogočajo simulacijo rušenja novogradenj in možnosti krožnostnega mestnega in regijskega razvoja. Predvsem so

koristni za tiste, ki sodelujejo pri urbanem teh okoljskem načrtovanju, gradbeništvu, recikliranju ter interesnih skupinah izven the sektorjev. Uporaba je raznolika, sega od načrtovanja gradnje (koliko prostora bo zajemala nova gradnja, kje se bo nahajala in če je mogoče uporabiti reciklirane materiale), do zagotavljanja surovin (ali so na voljo zadostne kapacitete surovin za njihovo rudarjenje v regiji), do ravnanja z odpadki (koliko je teh odpadkov in kakšne vrste so), do zaščite podnebja (koliko sivih emisij se lahko prihrani znotraj gradbeništvu z uporabo nizkoogljčnih gradbenih metod).

Slika 2: Materialni kataster

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 (m<sup>3</sup> or m<sup>2</sup>) 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 m<sup>3</sup> (cubic metre) building and/or a m<sup>2</sup> (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

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

Z katastri materialov lahko zainteresirane strani preučijo in preizkusijo različne razvojne scenarije ter vnaprej predvidijo možne vplive na okolje. Za mesta in regije je ključnega pomena, da katastre skupaj vključijo v svoje postopke načrtovanja, da bi ustvarili učinek in uresničili krožnost.

## 2. Katastri materialov

### 2.1. Kaj je kataster materialov?

Kataster materialov zajema in posreduje informacije o obstoječih materialih v stavbah in drugih strukturah grajenega okolja. Nudi pregled vrste, količine in stanja materialov, uporabljenih na določenem območju, ter služi kot temelj za kartiranje dinamike materialov v grajenem okolju znotraj mesta ali regije. Lahko se uporabi za določitev strategij za krožno gradnjo v mestih in regijah.

Ustvarjanje materialnega katastra poteka prek tipološkega opisa obstoječega sklada stavb in njihove povezave s pripadajočimi kazalniki sestave materiala (material composition indicators - MCI).

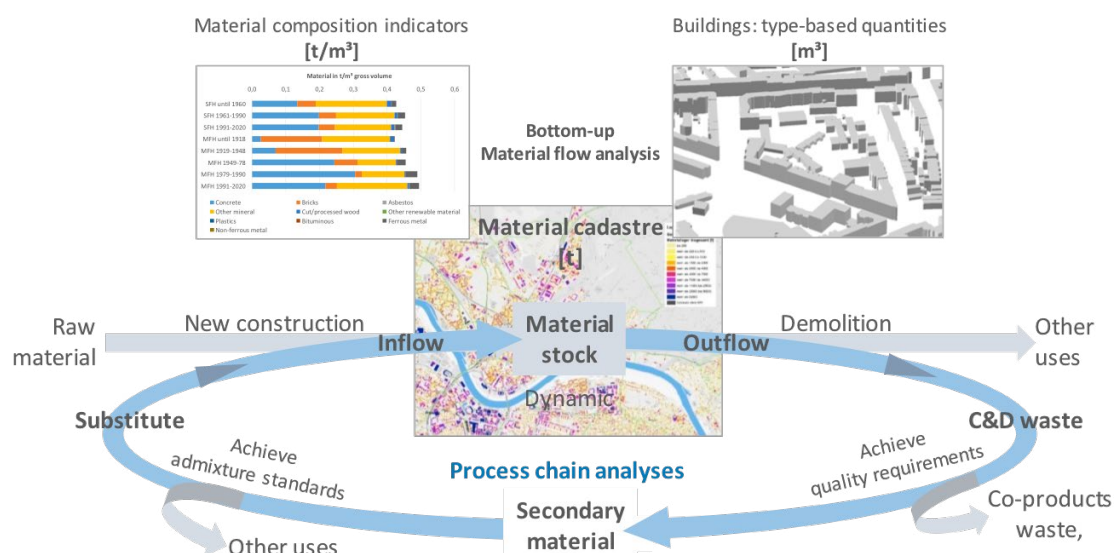
Tipološki opis sklada stavb temelji na GIS analizi poligonov stavb in njihovih atributov. Z uporabo geoprostorskih podatkov in 3D modelov stavb se določijo informacije, kot so funkcija stavbe, tlorisna površina, višina in volumen. Več diferenciacij omogoča dodatno kartiranje strukturnih tipov in podatkov o upravnih mejah.

Ustrezna programska geoinformacijska oprema omogoča zbiranje surovih podatkov, ki se zbirajo in čistijo ter obdelujejo glede na prostor in vsebino. Prostorska poizvedba z uporabo podatkov o upravnih mejah omogoča dodeljevanje atributov naborom podatkov o poligonih stavb ter povezovanje z MCI.

MCI, specifični za posamezno stavbo, opisujejo njihovo specifično vsebino materialov v povezavi s tlorisno površino, ali volumnom stavb. Osnovo za to predstavljajo podrobne analize reprezentativnih stavb, ki prikazujejo značilnosti na podlagi tipologije, glede na uporabo in gradbene metode.

Kataster materialov zagotavlja prostorske informacije o zalogah materialov v tonah za vsako stavbo posebej. Kataster omogoča učinkovito upravljanje in izkoriščanje gradbenih virov s pomočjo združevanja informacij o gradbenih materialih in prostorskih podatkih. Vključuje simulacije dinamike zalog, pri čemer upošteva socialne in tehnične parametre. Analize verižnih procesov pa nudijo možnosti za kvantificiranje potencialov krožnega gospodarstva (slika 3: MP – Metodološki pristop). Katastri materialov prispevajo k ohranjanju virov in preprečevanju emisij toplogrednih plinov (GHG).

Slika 3: Materialni kataster – metodologija



- Kartiranje zalog na podlagi digitalnih **3-D modelov mest**.
- **Regionalni MFA od spodaj navzgor**, ki temelji na pristopu tipologije.
- Simulacija **dinamike delnic** z upoštevanjem družbenih in tehničnih parametrov.
- **Analize procesne verige** za količinsko opredelitev lokalnega potenciala za krožnost.
- **Analiza življenjskega cikla** za izračun potenciala globalnega segrevanja (vrednotenje vpliva toplogrednih emisij).

## 2.2. Koncept zasnove katastra materiala

Pristopi k materialnemu katastru ponujajo platforme za ugotavljanje zalog in tokov materialov v mestih in regijah. To so predvsem inventurni pristopi. Vidiki dinamizacije se običajno osredotočajo na spremembe popisane stavbne fonda ter prilive in odlive, ki jih te spremembe povzročajo.

Nekateri katastri materialov (ang. Material cadastre-MC) podajajo prostorsko materialne zaloge (ang. Material stock-MS), ki so vgrajene v strukture regije, kot tudi materialne tokove iz zaloge, ki nastanejo tekom rušenja in novogradenj, tako kvalitativno kot kvantitativno. Regionalni katastri materialov so metodološko utemeljeni od spodaj navzgor, po načelu analize materialnih tokov (ang. Material flow analysis-MFA) in kombinirani glede na tipologijo stavb. MS je mogoče generirati za stavbe in ceste v regiji. Za izračun MC stavb v mestu ali regiji so stavbe tipizirane (slika 4: TABULA-Tipologije, <https://webtool.building-typology.eu/#bm>), izračunane v bruto volumnu v m<sup>3</sup> (bv) in pomnožene s pripadajočimi kazalniki sestave materiala (ang. Material composition indicators-MCI) v t/m<sup>3</sup>gv (formula). Rezultat je količina materiala v tonah (slika 5: Izračun materialnega katastra ((MC).v oklepa ju gre vn). Prostorsko določene materialne zaloge (MS) mesta ali regije predstavljajo materialni kataster (MC) (slika 6: MC v tonah). Zaradi svoje orientacije v življenjskem ciklu (MCI so strukturirani od surovega materiala, gradbenega materiala do kategorije odpadkov), lahko materialni kataster (MC) zagotovi pomembne informacije za načrtovane gradnje v mestu.

Slika 4: TABULA-Tipologije

Češka

The screenshot shows the TABULA web tool interface for the Czech Republic. The main content area displays a grid of building images categorized by construction year class and building type. The categories are:

| Construction Year Class | Additional Classification | SFH (Single Family House) | TH (Terraced House) | MFH (Multi Family House) | AB (Apartment Block) |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|
| 1920                    | generic (Standard)        | CZ.N.SFH.01.Gen           | CZ.N.TH.02.Gen      | CZ.N.MFH.01.Gen          | CZ.N.AB.01.Gen       |
| 1921 ... 1945           | generic (Standard)        | CZ.N.SFH.02.Gen           | CZ.N.TH.03.Gen      | CZ.N.MFH.02.Gen          | CZ.N.AB.02.Gen       |
| 1946 ... 1960           | generic (Standard)        | CZ.N.SFH.03.Gen           | CZ.N.TH.04.Gen      | CZ.N.MFH.03.Gen          | CZ.N.AB.03.Gen       |
| 1961 ... 1980           | generic (Standard)        | CZ.N.SFH.04.Gen           | CZ.N.TH.05.Gen      | CZ.N.MFH.04.Gen          | CZ.N.AB.04.Gen       |
| 1981 ... 1994           | generic (Standard)        | CZ.N.SFH.05.Gen           | CZ.N.TH.06.Gen      | CZ.N.MFH.05.Gen          | CZ.N.AB.05.Gen       |
| 1995 ... 2010           | generic (Standard)        |                           |                     |                          |                      |

The right-hand panel shows a bar chart of energy need for heating (kWh/m²/yr) and a table of energy indicators:

| Indicator                                       | Value |
|---|-------|
| Energy need for heating (kWh/m²/yr)             | ~100  |
| Energy need for heating (kWh/m²/yr) - Reference | ~100  |
| Energy need for heating (kWh/m²/yr) - Target    | ~50   |

# Poljska

# Slovenija

Slika 5: Izračun materialnega katastra (MC)

### Velikost stavb

*Občinska (regionalna) statistika*

| Regijska  | Statistična | Statistična                       | Differenzierung | Bezugs-         | Quellen           |
|-----------|-------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Standard  | Statistik   | Gebäude und Wohnungseinzelobjekte | 2011            | Wahlstatistik   | Statistik Austria |
| Statistik | Statistik   | Gebäude und Wohnungseinzelobjekte | 2011 bis 2017   | Bezugsstatistik | Statistik Austria |
| Statistik | Statistik   | Gebäude und Wohnungseinzelobjekte | 2011            | Zensus 2011     | Statistik Austria |
| Statistik | Statistik   | Gebäude und Wohnungseinzelobjekte | 2009 bis 2017   | Wahlstatistik   | Statistik Austria |
| Statistik | Statistik   | Gebäude und Wohnungseinzelobjekte | 1985 bis 2017   | Wahlstatistik   | Statistik Austria |

*GIS podatki (LoD)*

Tlorisna površina (m²), prostornina objekta (m³) glede na vrsto stavbe

### Materiali in njihove količine

*Indikatorji materialne sestave*

Stanovanjski

| Material in t/m² | Material in t/m³ |
|------------------|------------------|
| 0,1              | 0,2              |
| 0,2              | 0,3              |
| 0,3              | 0,4              |
| 0,4              | 0,5              |
| 0,5              | 0,6              |

Nestanovanjski

| Material in t/m² | Material in t/m³ |
|------------------|------------------|
| 0,0              | 0,1              |
| 0,1              | 0,2              |
| 0,2              | 0,3              |
| 0,3              | 0,4              |
| 0,4              | 0,5              |
| 0,5              | 0,6              |

Material stavbe (e.g. kg/m², kg/m³)

### Materialne zaloge in materialni tokovi (regionalni)

*Diferencirane zaloge*

*Spremembe v zalozah (tokovi)*

Skupaj, po posameznih materialih, po delih zalozah, prostorsko diferencirano



Slika 6: MC v tonah

3D model materialnega katastra po tonah vgrajenega materiala – izrez karte



IOER 2021, KartAL IV

### 3. Področje uporabe katastra gradbenega materiala

#### 3.1. Trajnost in upravljanje virov

Poraba virov v gradbenem sektorju predstavlja velik delež svetovnih tokov materialov - 35-45% je posledica zagotavljanja gradbenih materialov. Tu je potrebno varčevati. Gradbeni material je treba razumeti kot antropogeni vir, katerega uporaba lahko prispeva k varčevanju z naravnimi viri z urbanim rudarjenjem in recikliranjem. V ta namen je treba poznati zalogo gradbenega materiala in njeno dinamiko, kakšne količine materiala se nahajajo v stavbah, kakšne količine se sprostijo z rušenjem in kakšne količine gradbenega materiala so potrebne za novo gradnjo. Materialni katastri (MC) pomagajo zagotoviti ustrezno znanje ter možen modelirani razvoj mest in regij.

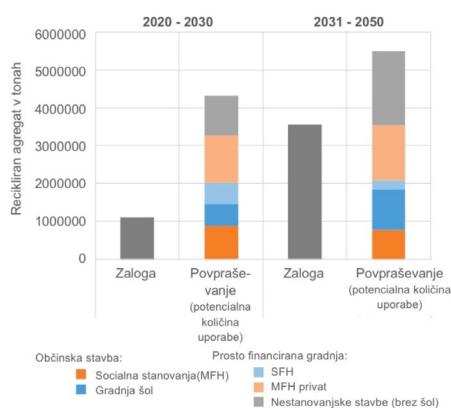
Mesta kot eden glavnih akterjev v gradbenem sektorju vse bolj iščejo načine, kako vplivati na sivo energijo in jo vključiti v lokalne programe varstva podnebja. Zaenkrat primanjkuje znanja o smernicah in referenčnih merilih. Materialni katastri lahko pomagajo podpreti to potrebo po informacijah in na več načinov prispevajo k okoljsko trajnostnim praksam. Ti katastri imajo lahko ključno vlogo pri doseganju trajnostnih ciljev z zapiranjem snovnih zank, z učinkovito uporabo odpadnih materialov, kot sekundarnih virov in spodbujanjem podaljšane uporabe stavb, ki ne le varčuje z viri, temveč tudi zmanjšuje celoten okoljski odtis. S sprejetjem teh načel in uporabo materialnih katastrov lahko mesta sprejemajo premišljene odločitve, zmanjšajo svoj ekološki vpliv ter dejavno prispevajo k bolj trajnostni in odporni prihodnosti.

#### 3.2. Možne aplikacije in priložnosti

Z informacijami iz katastrov materialov (MC) in informacijami o morebitnih prihodnjih razvojih se lahko raziščejo aplikacije MC. Za ta namen je ključna aktivna komunikacija s tistimi deležniki, ki nameravajo uporabljati MC, da se zajamejo želje in interesi predstavnikov glede uporabe.

Z izkoriščanjem katastrov materialov (MC) lahko mesta izračunajo »lokalno ponudbo« visokokakovostnih sekundarnih materialov, pridobljenih iz razpoložljivih gradbenih in rušitvenih odpadkov (ang. Construction and demolition waste - C&D) znotraj mesta. Hkrati lahko določijo »povpraševanje« po teh materialih, ki jih sprožajo nove gradbene dejavnosti (slika 7: Primer: Ponudba in povpraševanje po recikliranih agregatih). Ta ocena mestom omogoča raziskovanje priložnosti za varčevanje s primarnimi viri in spodbujanje zaprtih sistemov znotraj njihovih regij, pri čemer upoštevajo različne korake pri obdelavi materiala in spoštujejo lokalne standarde.

Slika 7: Ponudba in povpraševanje po recikliranih agregatih

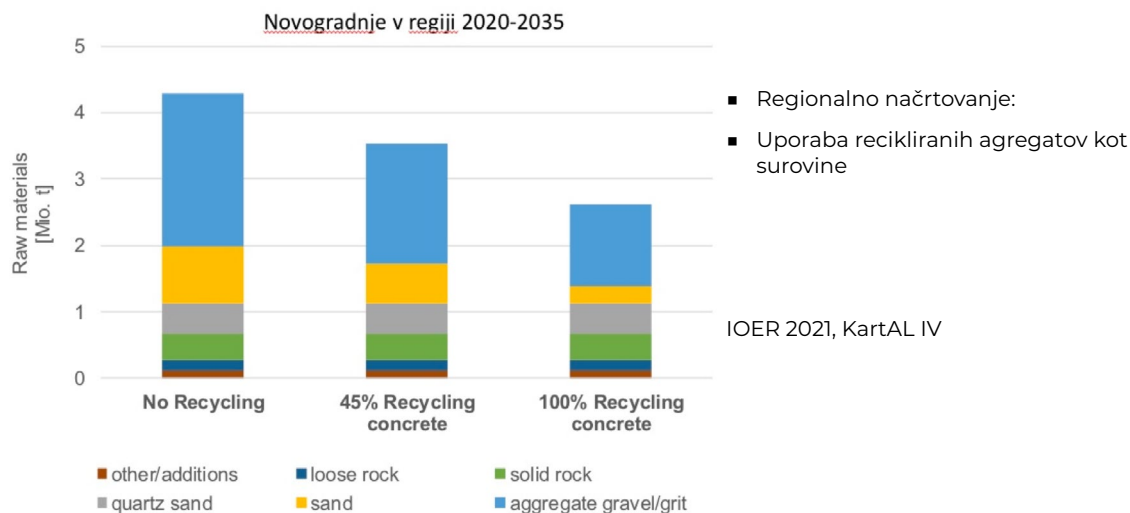


- Uporaba betona iz ruševin za recikliran agregat v betonu za novogradnjo
- Regionalna analiza: ponudba recikliranih agregatov v primerjavi s povpraševanjem po recikliranih agregatih
- Diferenciacija na pod-deleže ob upoštevanju obsega vpliva deležnikov (v tem primeru občinskih deležnikov)
- Informacije o materialnem katastru: Izhodišče za razpravo o novih poslovnih modelih

IOER 2021, KartAL IV

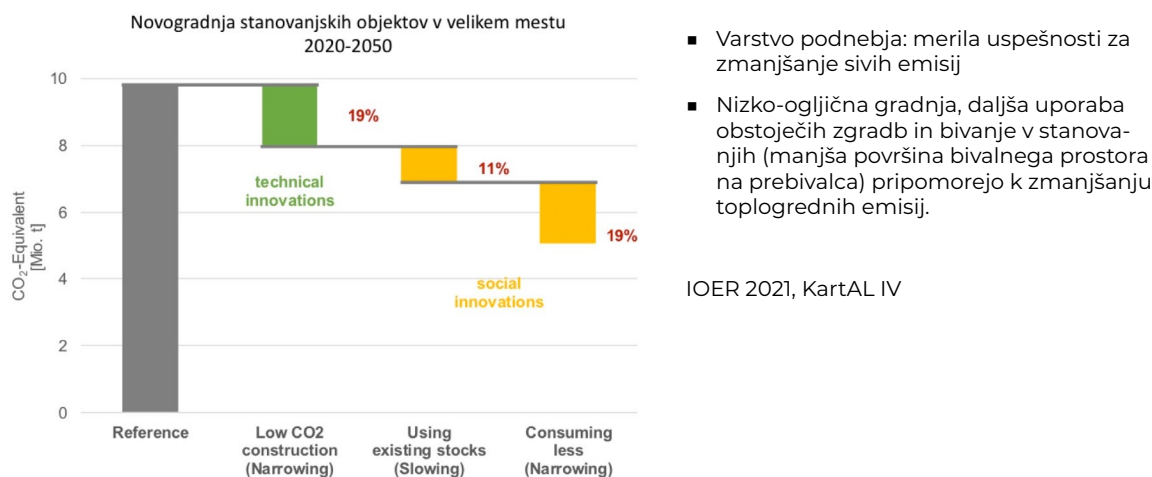
Katastri materialov imajo pomembno vlogo pri krepitvi varnosti surovin (slika 8: Varnost surovin). Gradbene materiale, ki se uporabljajo pri novi gradnji, razvrščajo v različne kategorije surovin, pri čemer si pogosto pomagajo z vnaprej določenimi recepti. Te kategorije dajejo količine surovin, ki jih je mogoče primerjati z načrtovanimi ali odobrenimi količinami rudarjenja, kar zagotavlja dragoceno orodje za načrtovanje virov.

Slika 8: Varnost surovin



Poleg tega katastri materialov služijo kot dragoceno orodje za oceno okoljskega vpliva gradbenih materialov pri novogradnji, zlasti v zvezi s sivimi emisijami (slika 9: Zmanjšanje toplogrednih plinov). Mestni načrtovalci lahko analizirajo potencialne prihranke emisij, povezane z gradbenimi praksami z niskimi emisijami, kar pomaga pri oblikovanju programov za zaščito podnebja z določenimi ciljnimi nalogami.

Slika 9: Zmanjšanje toplogrednih emisij



Opremljeni z materialnim katastrom (njegovimi algoritmi za izračun in kombinacijo, njegovimi predpostavkami in specifikacijami) ter v sodelovanju s subjekti, ki iščejo odgovore na svoja vprašanja, je mogoče raziskati različne aplikacije. Interaktivna izmenjava z udeleženci pomembno vpliva na potrebne predpostavke in specifikacije, kot tudi na potek izračunov ter ocen.

### 3.3. Revizija pred rušenjem

Za vključitev procesov rušenja in posledičnih tokov materiala v celovit koncept urbanega rudarjenja je potrebno znanje o vrstah materialov, količinah in njihovi sestavi znotraj stavbe ter ustrezno znanje o organizaciji postopkov rušenja. Katastri materialov lahko to znanje ustvarijo na podlagi generičnih, to je tipoloških podatkov. Navedeno lahko zagotovi merila za podporo postopkov rušenja, ki so usklajeni z urbano rudarsko strategijo.

## 4. Geopodatkovna baza in priprava materialnega katastra

### 4.1. Zbiranje in viri podatkov

Zahtevani podatki morajo v osnovi vključevati podrobnosti o površini, višini in prostornini stavbe ter njeni predvideni uporabi. Pri tem nebi smeli zbirati novih geopodatkov, temveč je potrebno uporabiti sekundarne vire podatkov, kot so lokalni ali centralni katastrski uradi ali platforme odprtih podatkov. Pomembno je upoštevati kakovost uradnih in javno dostopnih podatkov ter zagotoviti, da so čim bolj sveži. V osnovi so za pokrivanje teh podatkov primerni 3D modeli stavb ali odtisi stavb. Če so informacije o uporabi stavb na voljo v obliki seznama s prostorsko referenco, se te informacije navežejo na geometrijske podatke. Za zapolnitev vrzeli v podatkih o uporabi stavb so lahko potrebni dodatni viri, kot so nepremičninski katastri, ali digitalni topografski zemljevidi pa tudi karte blokov. Za nemoteno obdelavo morajo biti podatki na voljo v čim bolj standardizirani obliki. V zvezi s 3D modeli stavb je treba navesti format CityGML in se sklicevati na evropsko direktivo o podatkih INSPIRE. Potrebni so tudi podatki o starosti in vrsti gradnje stavbe s prostorskim referenčnim podatkom. Ti so lahko v obliki poligona, točke ali seznama z geokoordinatami ali naslovi. Na koncu so bistveni podatki še o upravno-teritorialnih mejah.

### 4.2. Geoinformacijski sistem (GIS) za pripravo podatkov

Za pripravo, združevanje in obdelavo prostorskih podatkov ter semantičnih informacij je potrebno posebno orodje. Kar zadeva podatkovne formate in vrste, bodo prevladujoči podatkovni formati povezani z geometrijo, predvsem CityGML, ESRI Feature Class, ESRI Multipatch ali ESRI Shapefile. Za izvajanje analize prostorskih podatkov in poznejšo vizualizacijo rezultatov je potreben geografski informacijski sistem (GIS). Tak sistem omogoča vključevanje dodatnih podatkov in informacij, kot so semantični podatki, ki so lahko predstavljeni v obliki seznama, vendar imajo tudi prostorsko referenco. V vsakem primeru je ključno, da je mogoče vzpostaviti povezavo med podatki s prostorsko referenco, kot so geokoordinate, prekrivanje, naslov ali povezovalni ID. Enako pomembno je takšno orodje za pripravo podatkov, vključno z odstranitvijo nepotrebnih majhnih struktur ali pretvorbo podatkov. Na voljo so različni sistemi GIS, tako plačljivi kot brezplačni (<https://gisgeography.com/best-gis-software/>). Sistemi GIS podjetja ESRI, kot je ARC Map Pro, se pogosto uporabljajo, vendar zahtevajo plačljivo licenco. Primeri brezplačnih sistemov GIS so QGIS, GRASS GIS ali SAGA GIS. Izбира najboljšega sistema in njegova razpoložljivost sta odvisni od posebnih zahtev uporabnika in ju je treba oceniti za vsak primer posebej. Pri tem bodo mogoče potrebni še tudi vmesniki za podatkovne zbirke PostgreSQL. Poleg tega so lahko potrebne, ali koristne tudi druge programske rešitve, na primer programska oprema, kot je FME (Safe Software) za pretvorbo podatkov CityGML v podatke ESRI Feature Class. Poleg navedenega bodo lahko potrebni programi za preglednice ali programska oprema za statistično obdelavo podatkov, kot je »R« (npr. R-Studio). Omenjene programske rešitve je treba obravnavati kot predloge, njihova izbira pa mora biti vedno usklajena z razpoložljivimi podatki in viri.

### 4.3. Izdelava digitalnega modela mesta – priprava podatkov in integracija informacij o stavbah na konkretnem primeru

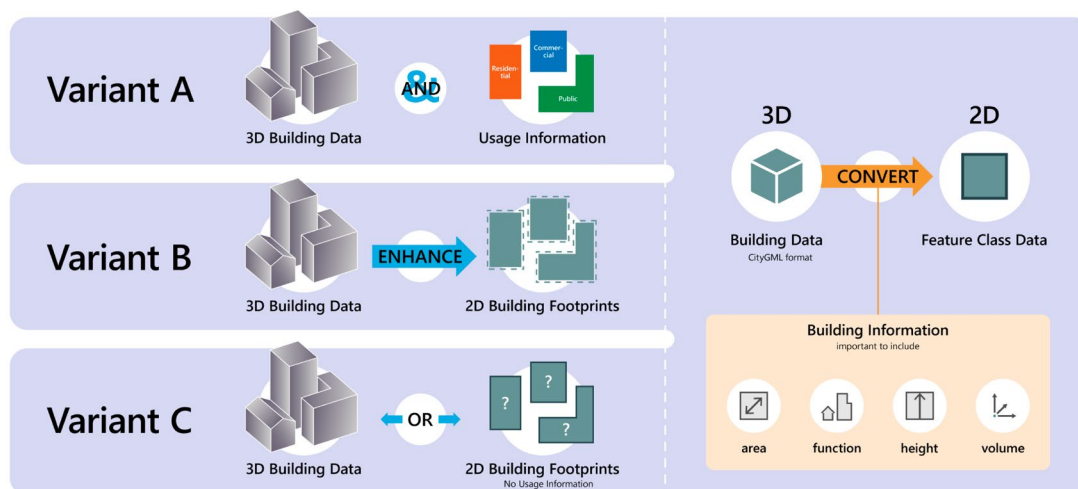
Za pripravo je potrebno pridobiti podatke in informacije o poligonih stav s stavbnimi prostorninami in dobro diferenciranimi funkcijami stavb, ali uporabami za povezavo z obstoječimi katastri materialov iz informacijskega sistema »Grajeno okolje« (IOER) in tako določiti zaloge materialov v tonah (inventar). Osnova za ta pristop morajo biti splošno razpoložljivi

in dostopni geoprostorski podatki (glej poglavje Viri in zbiranje podatkov). Optimalna podatkovna podlaga je 3D-model stavbe na ravni podrobnosti 1 ali 2 (LOD1 ali LOD2, model bloka). Iz teh modelov bo specializirana programska oprema pridobila 2D-posnetek stavbe, ki bo vključeval attribute, kot so funkcija stavbe, tloris, višina in prostornina. Ti atributi so bistveni za nadaljnje izračune sistema GIS. V tem konkretnem primeru 3D-modeli stavb zagotavljajo bistvene informacije o uporabi stavb. Lahko se zgodi, da so funkcije stavb v naboru podatkov nezadostno opredeljene (npr. regionalne posebnosti, vrzeli v podatkih). V tem primeru je nujno potrebno izboljšati nabor podatkov LOG, glede na funkcije stavb. Kot alternativo je treba upoštevati ustrezne podatkovne nize, ki lahko zagotovijo dovolj informacij o uporabi stavb. Za dodatno razlikovanje poligonov stavb, zlasti stanovanjskih, se lahko uporabijo zelo podrobni prikazi tipov struktur, kot je razširjena karta blokov. Poleg tega so za razmejitev in končno oceno potrebni geometrijski podatki.

V tem priročniku predpostavljamo uporabo programske opreme »ArcGIS Desktop«. Pri pripravi podatkov je ključno določiti, kateri podatki se pridobijo iz katerih nizov podatkov.

V možnosti A so na voljo 3D modeli stavb z informacijami o uporabi. V varianti B imamo prav tako na voljo 3D modele stavb, vendar je njihov namen izboljšati 2D-posnetke stavb. V tem primeru imajo 2D-odtisi prednost zaradi sočasnega časovnega okvira izpisa s 3D-modeli. V varianti C imamo na voljo bodisi 3D modele stavb bodisi 2D odtise, ki pa nimajo informacij o uporabi (slika 10: Oblikovanje digitalnega modela mesta - priprava podatkov in povezovanje informacij o stavbah, za oblikovanje regionalnega katastra gradiva). Pri variantah A, B in morebiti C je treba 3D podatke o stavbah, če še niso na voljo, pretvoriti iz formata CityGML v 2D podatke razreda značilnosti, na primer s programom FME. Pri tem postopku je pomembno vključiti informacije, kot so površina stavbe, višina, prostornina in po potrebi funkcija stavbe. Nato je potrebno v ciljnih podatkih, ki se nanašajo na končne nosilce informacij, odstraniti majhne in razdrobljene poligone, saj lahko sicer izkrivljajo rezultate. Posebne pragove za te poligone je treba izbrati na podlagi posebnosti države in podatkovnega niza. Primer slednjega je odstranitev strešnih konstrukcij, ki v okviru študije ne predstavljajo stavb. Na tej stopnji splošne izjave o mejnih vrednostih za te poligone niso izvedljive.

Slika 10: Izdelava digitalnega modela mesta - priprava podatkov in integracija informacij o stavbah za izdelavo regionalnega materialnega katastra



IOER 2023, Izdelava digitalnega modela mesta - priprava podatkov in integracija informacij o stavbah za izdelavo regionalnega materialnega katastra

V varianti A je tako večina predobdelave končana. Pri varianti B je treba informacije iz 3D modelov stavb prostorsko presekat z 2D odtisi, po možnosti z oblikovanjem točkovnih elementov in uporabo centroidne funkcije. Če med podatkovnima nizoma obstaja povezava, na primer skupni ID, se lahko to uporabi. V varianti C je za prenos informacij potrebna vzpostavitev povezave prek ID, geokoordinate ali edinstvenega naslova. V tem primeru se informacije prenesejo z uporabo te metode.

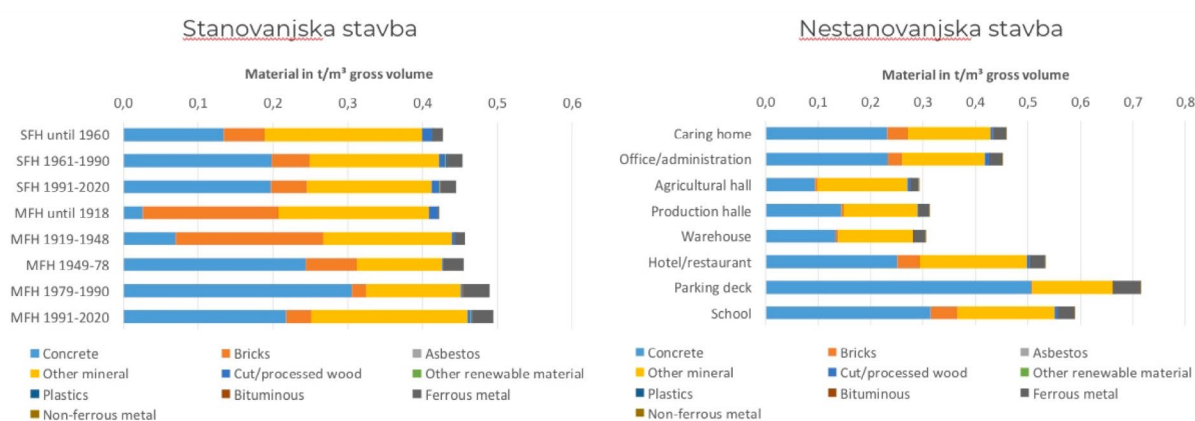
Če so informacije, kot je uporaba stavbe nepopolne, jih je mogoče dopolniti z dodatnimi neobveznimi informacijami (glej vire podatkov). Rezultat je digitalni model mesta (ciljni nabor podatkov), ki je obogaten s potrebnimi informacijami. Na koncu je ta nabor podatkov prostorsko umeščen v skladu z upravnimi mejami študijskega območja.

## 5. Kazalniki sestave materialov za stavbe

### 5.1. Kazalniki sestave materialov in vrste stavb

Kazalniki sestave materialov (MCI) prikazujejo koliko in kateri materiali so uporabljeni v stavbah. MCI obstajajo za različne vrste stavb. Oblikujejo se s pomočjo predstavnikov stavb. Predstavniki odražajo značilne lastnosti tipa (način gradnje, starost stavbe, uporabo stavbe itd.) in so vključeni v oblikovanje tipa. Tipi stanovanjskih stavb so večinoma razvrščeni na podlagi starosti gradnje, medtem ko so nestanovanjske stavbe razvrščene predvsem glede na namen uporabe. Glede na razpoložljive podatke tip oblikuje približno šest do osem predstavnikov. »Informacijski sistem grajenega okolja« (ISBE: <https://ioer-isbe.de/en/>) zagotavlja informacije/številkke za tipe stanovanjskih stavb, glede na starost, tipe nestanovanjskih stavb in glede na uporabo (slika 11: MCI na podlagi tipologije).

Slika 11: Indikatorji materialne sestave na osnovi tipologije (MCI)



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

Kazalniki sestave materialov ponujajo podatke o celotni materialni sestavi stavb in lahko te informacije razčlenijo na 46 različnih kategorij gradbenih materialov in pet gradbenih komponent (temelji, zunanje stene, notranje stene, strop, streha), odvisno od posebnih potrebnih informacij (slika 12: Struktura MCI). 46 skupin različnih kategorij gradbenih materialov v MCI temelji na načelu »kontinuitete« (slika 13: Načelo »kontinuitete« v MCI). To pomeni, da se lahko določene skupine gradbenih materialov povežejo s potrebnimi surovinami na vhodni strani in s kategorijami odpadkov na izhodni strani. Možna je tudi izpeljava emisij, indeksiranih glede na material. Tako je mogoče obravnavati vprašanja zagotavljanja surovin, ravnanja z odpadki in recikliranja ter varstva podnebja.



Slika 12: Strukture MCI

**Building type:** Office and administrative buildings

**5 stavbni elementi**

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          |
| <b>Total</b>                                   |   | <b>5857,2</b>     | <b>1533,2</b> | <b>1080,3</b>  | <b>647,9</b>   | <b>1886,6</b> | <b>709,2</b> |                                |
| <b>Areas and volumes</b>                       |   |                   |               |                |                |               |              |                                |
| Areas of building components (m <sup>2</sup> ) |   |                   | 1011          | 2295           | 2880           | 2666          | 1174         |                                |
| Areas and volumes according to DIN 277         |   |                   |               |                |                |               |              |                                |
| Main usable area (m <sup>2</sup> )             |   |                   |               |                |                |               |              |                                |
| Residual usable area (m <sup>2</sup> )         |   |                   |               |                |                |               |              |                                |
| Usable area (m <sup>2</sup> )                  |   |                   | 2.387         |                |                |               |              |                                |
| Service area (m <sup>2</sup> )                 |   |                   | 161           |                |                |               |              |                                |
| Circulation area (m <sup>2</sup> )             |   |                   | 14            |                |                |               |              |                                |
| Net floor area (m <sup>2</sup> )               |   |                   | 3.215         |                |                |               |              |                                |
| Construction area (m <sup>2</sup> )            |   |                   | 419           |                |                |               |              |                                |
| Gross floor area (m <sup>2</sup> )             |   |                   | 3.634         |                |                |               |              |                                |
| Gross volume (m <sup>3</sup> )                 |   |                   | 12.931        |                |                |               |              |                                |

**Primer:**

- Poslovna in upravna stavba

**Razlike:**

- 46 skupin gradbenih materialov in
- 5 gradbenih elementov
- 46 skupin gradbenih materialov lahko združimo v zgornje skupine:
- 1-beton, 2-opeka, 3-azbest,
- 4-drugi mineralni materiali, 5-les/predelan les, 6-drugi obnovljivi viri, 7-plastika,
- 8-materiali na osnovi bitumna, 9-železo, 10-ostale kovine

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

Slika 13: MCI sistematika, ki temelji na načelu "kontinuitete"



## 5.2. Podatkovne zbirke za kazalnike snovne sestave na primeru ISBE

»Informacijski sistem grajenega okolja« v okviru IOER zagotavlja materialne katastrske podatke za različne vrste stavb in infrastrukture (slika 14: Pregled podatkov o gradnji, <https://ioer-isbe.de/en/resources/construction-data/construction-data-menu>). Stanovanjske stavbe so razvrščene glede na starost gradnje, pri čemer so za enodružinske hiše določene štiri starostne skupine, za večstanovanjske pa pet. Nestanovanjske stavbe pa so razvrščene glede na namen uporabe, in sicer v devet glavnih kategorij in 13 podkategorij. Glede na svoje potrebe lahko izberemo vrst stavbe in pogledamo ustrezen profil stavbe. Ta profil vsebuje vse bistvene informacije in podatke o površinah, količinah, gradbenih materialih, surovinah, kategorijah odpadkov, sivih emisijah ter različne katastrske vrednosti materialov (npr. t/m<sup>3</sup> GFA, t/m<sup>2</sup> uporabne površine itd.). Brezplačno se ga lahko prenese v obliki preglednice Excel (slika 15: Primer šole). Pomembno je opozoriti, da je treba pri razlagi katastrskih vrednosti materialov in njihovi prilagoditvi lokalnim gradbenim značilnostim, kot so gradbene metode, upoštevati regionalne posebnosti.

Slika 14: Pregled gradbenih podatkov

The screenshot shows the IOER Information System Built Environment website. The navigation menu includes RESOURCES, RISKS, FUNDAMENTALS, SERVICE, and RDC. The main content area is titled 'Construction data' and is divided into 'Buildings' and 'Infrastructure'.

**Buildings**

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

**Infrastructure**

|                 | Transport infrastructure   | Water supply/Sewage removal  |
|-----------------|--|--|
| Germany         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Streets</li> <li>Rails</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Water supply</li> <li>Sewage removal</li> </ul> |
| Region-specific | <ul style="list-style-type: none"> <li>Streets Dresden</li> </ul>        |  |

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

### 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.

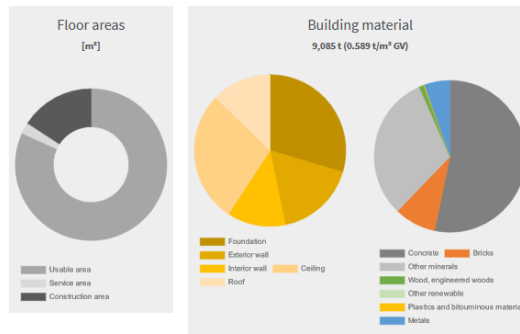
Schools are generally multi-storey in design, constructed as reinforced-concrete load-bearing frames with masonry walls. Hence, the primary building materials are reinforced concrete and brick (Gruhler, Dellmann 2015).



Photos: J. Krauß/IOER-Media

Opis

Šole



### 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   |

Materiali

Šole

| 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) |                                     |
|                         |  | Other/additives                            | Additives                           |

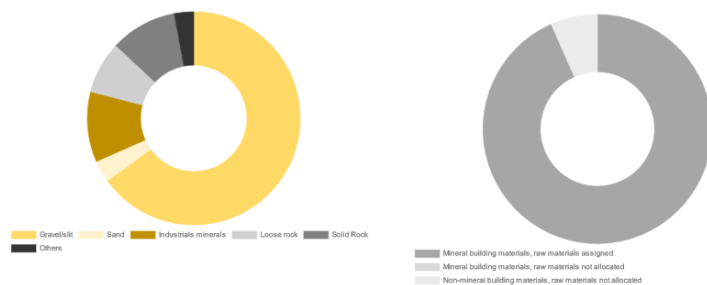


Vhodni materiali in surovine so odvisne od receptur.

Surovine

### 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

Šole

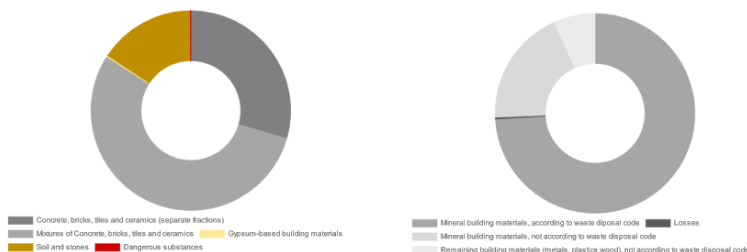
## Odpadki

### Šole

| Building material categories |                           | Waste categories                |  |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|
| Mineral                      | Building material example | Shares %                        | Waste key / Waste designation  |
| <b>Concrete</b>              |                           |                                 |  |
| 1                            | Standard concrete         | Standard concrete C 20/25       | 80 170101 Concrete<br>170101.01 Standard concrete  |
| 2                            | Lightweigh concrete       | Lghrweigh concrete              | 60 170107 Mixtures of concrete, bricks, tiles and ceramics other than those mentioned in 17.01.06<br>170107 Mixtures of concrete, bricks, tiles and ceramics other than those mentioned in 17.01.06<br>170101.02 Light/lean concrete |
| <b>Brick</b>                 |                           |                                 |  |
| 3                            | ZieBricks                 | Vertical perforated brick       | 5 170102 Brick<br>170102.01 From masonry   |
| 4                            | Bricks with insulation    | Bricks with polystyrene filling | 95 170107 Mixtures of concrete, bricks, tiles and ceramics other than those mentioned in 17.01.06<br>170107 Mixtures of concrete, bricks, tiles and ceramics other than those mentioned in 17.01.06                                  |

Kategorije odpadkov se določijo s pomočjo pravil za razvrščanje odpadkov

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

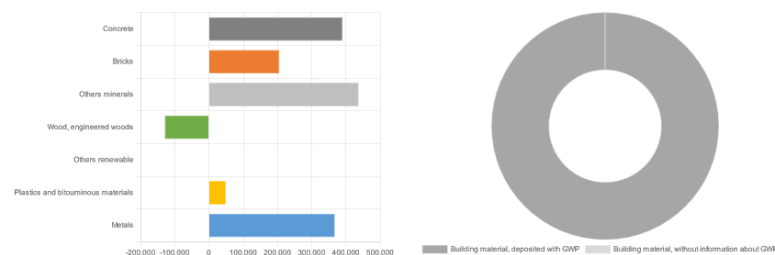
Použiti dat LCA

## CO<sub>2</sub> emise

### Šole

Material-induced emissions (kg)

Download (.csv)



Determination of the building material-induced emissions ("grey emissions") is based on life-cycle assessment data (Okobaudat database). The Global Warming Potential (GWP) is taken into consideration. It indicates how much CO<sub>2</sub> equivalent is generated during the production of building materials (modules A1-A3), taking into account the given energy mix. The statements regarding CO<sub>2</sub> 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. Primer gradnje podatkovnih zbirk v evropskih državah

Eden od načinov pridobivanja ustreznih informacij je gradbena zbirka podatkov IOER ISBE za kazalnike snovne sestave (<https://ioer-isbe.de/en/>), ki se uporablja kot primer v tej smernici. Na Češkem in v Nemčiji so si vrste stavbnih struktur precej podobne, zato se lahko vrednosti z manjšimi spremembami uporabijo tudi tukaj. V drugih evropskih državah je treba preveriti prilagodljivost. Drugi možni viri za pridobivanje informacij o sestavi materiala so podatkovne knjižnice in platforme, kot je Ecoinvent (<https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/>), Okobaudat ([https://www.okobaudat.de/no\\_cache/en/database/search.html](https://www.okobaudat.de/no_cache/en/database/search.html)), GaBi (<https://sphaera.com/life-cycle-assessment-lca-database/>) or Environmental Product Declarations (<https://ibu-epd.com/en/epd-programme/>). Še en možen vir informacij je lahko EU projekt TABULA, ki se osredotoča predvsem na energetske vidike (<https://www.iwu.de/1/research/gebaeudebestand/tabula-en/>).

## 6. Vzpostavitev materialnega katastra za stavbe

### 6.1. Vzpostavitev materialnega katastra – zaloge materiala

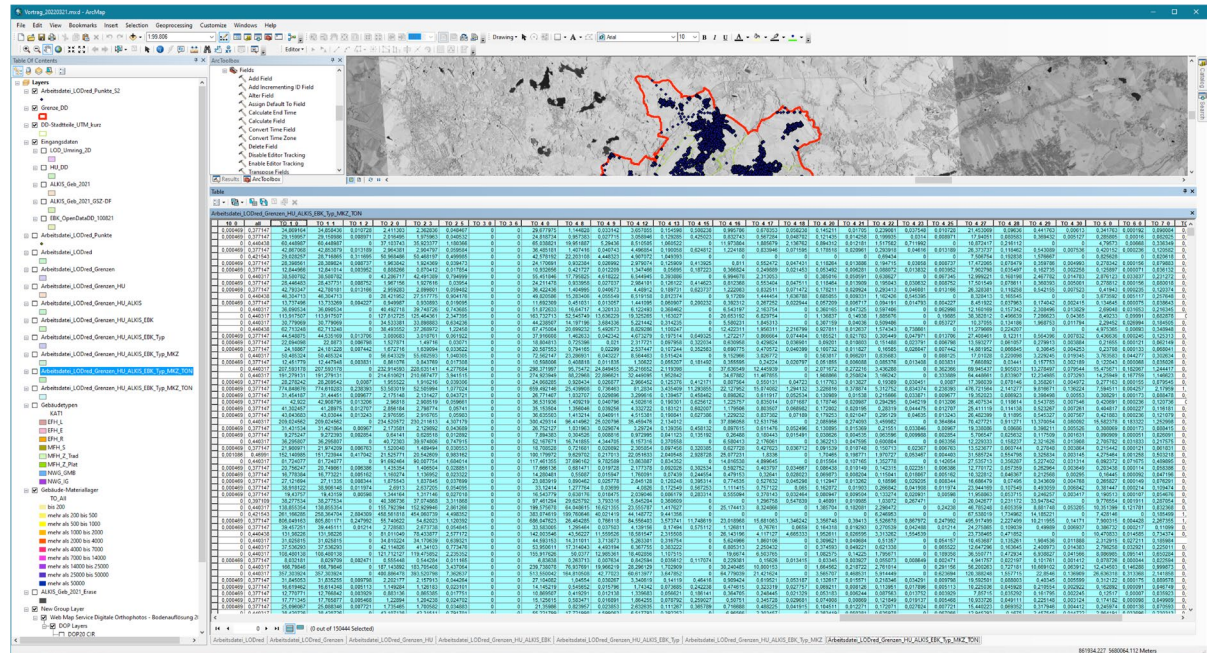
Digitalni mestni model (ciljni podatkovni niz), ustvarjen kot opisano v **poglavju 3.3** mora biti dopolnjen z indikatorji materialne sestave (MCI) za ustvarjanje materialnega katastra (MC) (slika 3: Materialni kataster – metodologija).

Osrednja točka za oblikovanje katastra materialov (MC) je dodelitev posameznih poligonov stavb v ciljnem podatkovnem nizu kategorijam, za katere so v »Informacijskem sistemu Grajenega okolja« na voljo indikatorji materialne sestave (MCI) v  $t/m^3 \cdot t$  (<https://ioer-isbe.de/en/resources/construction-data/construction-data-menu>) (naveden kot konkreten primer). To se izvaja interaktivno v stalni uskladitvi z upravljavcem MCI, ob upoštevanju naslednjih vprašanj: katere vrste stavb je mogoče razlikovati z uporabo razpoložljivih GIS podatkov, in kakšno raven podrobnosti MCI zagotavljajo za ta namen? Glede na nestanovanjske stavbe, so na primer podatki o stavbah v Nemčiji relativno podrobni, vendar MCI niso na voljo v enaki podrobnosti. Za stanovanjske stavbe so na voljo zelo podrobni MCI. Vendar pa je treba preveriti, ali je razlikovanje med stanovanjskimi stavbami v GIS izvedljivo s podatki o stavbah, kar je potrebno preučiti v vsakem posameznem primeru. Za določitev namembnosti ali vrste stavbe za vsak poligon v ciljnem nizu stavb, je potrebno oceniti informacije iz različnih virov podatkov, povezanih z funkcijo ali namembnostjo in jih zabeležiti v atributni stolpec skupaj z vrsto stavbe. Ta atributni stolpec služi kot točka povezave za MCI. Pri stanovanjskih stavbah imamo štiri vrste enodružinskih hiš in pet vrst večstanovanjskih stavb. MCI so na voljo za vse te vrste v »Informacijskem sistemu Grajenega okolja« (<https://ioer-isbe.de/en/resources/construction-data/construction-data-menu>) (naveden kot primer). MCI so razdeljeni na 46 skupin gradbenih materialov. Primeri zgornjih skupin so lahko: (1) beton, (2) opeke, (3) azbest, (4) drugi minerali, (5) les/inženirski les, (6) drugi obnovljivi materiali, (7) plastika, (8) bituminozni minerali, (9) železne kovine, (10) neželezne kovine (slika 12: Strukture MCI).

V programu za preglednice je potrebno pripraviti tabelo, katero bo možno povezati s tabelo atributov ciljnega nabora podatkov v GIS. To vključuje predvsem transponiranje tabele, tako da postanejo kategorije stavb vrstice in bistveno poenostavljeno označevanja materiala. Tabela mora biti tudi brez posebnega oblikovanja (slika 16: Tabela z naborom podatkov v GIS). Kategorija stavbe kot vrstični glavi služi kot ključno polje za povezavo tabele in mora biti zapisana natančno tako, kot so vnosi v stolpcu atributov kategorije stavbe v ciljnem podatkovnem nizu. Tabela se nato poveže s ciljnim podatkovnim nizom v GIS sistemu. Pomembno je, da se podatki trdno integrirajo in ne le ustvari povezava podatkov, saj lahko to privede do težav pri izvajanju naslednjih izračunov. Kot že omenjeno so MCI na voljo v  $t/m^3$ . Za izračun materialne zaloge je treba te MCI pomnožiti s prostornino stavbe (slika 5: Izračun materialnega katastra (MC)).

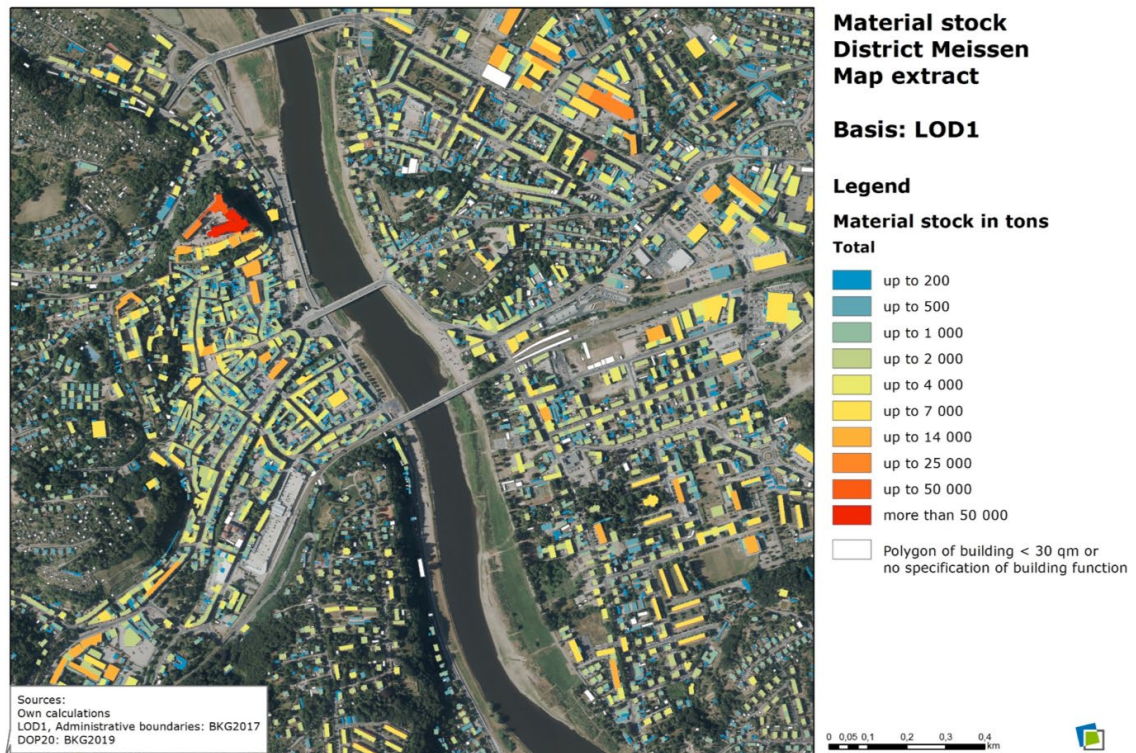
Da se zapiše rezultat v tabelo, je potrebno ustvariti nov atributni stolpec. To je potrebno storiti za vse materialne skupine. Kot rezultat bo za vsak poligon stavbe določena materialna zaloge v tonah (t) (slika 17: Zaloge materialov v tonah za vsako stavbo/objekt). S tem je tehnična izdelava materialnega katastra temeljito zaključena. Za boljše berljivost tabele atributov se lahko naslovom stolpcev dodelijo tudi nadomestna imena.

Slika 16: Tabela z naborem podatkov v GIS



IOER 2023, Primer nabora podatkov v GIS-u

Slika 17: Zaloga materialov v tonah za vsako stavbo/objekt

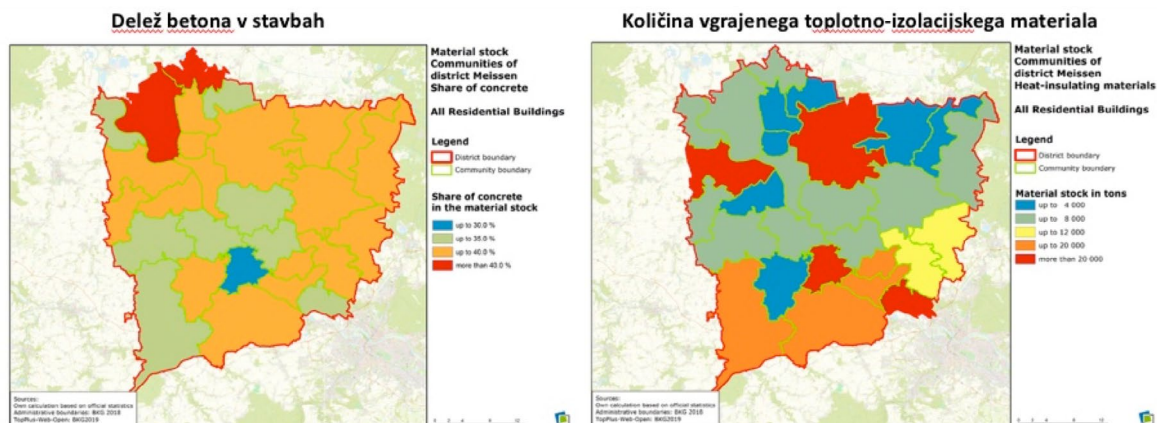


Primer: Okrožje Meissen

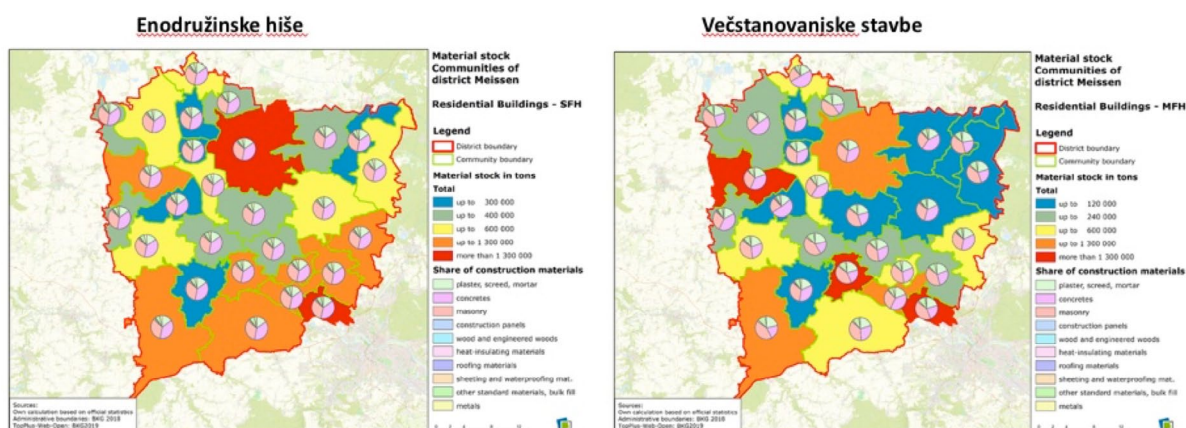
IOER 2021, KartAL IV

Ko je zaloga materialov oblikovana v postavitvi, je mogoče le-to za različne skupine materialov v raziskovalnem območju mogoče prikazati na zemljevidih. Poleg tega je mogoče izvajati statistične analize s pomočjo funkcij tabele (slika 18: Različne možne analize).

Slika 18: Različne možne analize



### Gradbeni materiali v tonah in njihov delež



Primer: Okrožje Meissen

IOER 2021, KartAL IV

## 6.2. Ujemanje s kontekstualnimi dejanskimi podatki - potok

Tokovi predstavljajo pritoke in odtoke v in iz materialnih zalog. Pritoki se nanašajo na gradnjo novih stavb (novogradnje), medtem ko odtoki pomenijo rušenje celotnih stavb (rušenje). Zaloge se spreminjajo glede na novogradnje, kot tudi rušenja. Začetna točka (status quo) je lahko določena na dva načina: (A) ex-post analiza, ki pogosto temelji na statistiki (specifični podatki iz statistike gradbenih dejavnosti, rušenj in novogradenj), in (B) ex-ante analiza, ki vključuje ocene na osnovi dinamičnih predpostavk. Dinamiko ocenjujemo s pomočjo razmer gradnje/rušenja na prebivalca ( $m^2$  na prebivalca), odstotkov inventarja (odstotek inventarja) in pristopov na podlagi življenjske dobe stavbe (npr. 80 let za stanovanjske, 40 let za nestanovanjske). Specifični primeri so določeni glede na kontekst in zahteve.

### Primer Dresden (Germany):

Za izračun dinamike pritoka in odtoka materialov v antropogeno skladišče mesta se uporablja poenostavljena kategorizacija vrst stavb v stanovanjske stavbe, industrijske in poslovne stavbe ter javne stavbe za nestanovanjske strukture. Pri stanovanjskih stavbah je analiza aktivacije praznih stanovanj in prenove izključena, ker razviti MCI ne zagotavljajo informacij o materialnosti teh dejavnosti. Količinska ocena stanovanjske gradnje zahteva sklicevanje na ustrezna poročila, kot so tista o projekcijah prebivalstva in gospodinjstev za raziskovalno območje, ki obravnavajo tako kvalitativno kot tudi kvantitativno povpraševanje po stanovanjih.

Za izračun materialnega toka »**stanovanjske stavbe**« se uporablja povprečna velikost stanovanja na raziskovalnem območju. Primer povprečne velikosti stanovanja je 70,0 kvadratnih metrov. Pri samostojnem ustvarjanju materialnega katastra je priporočljivo vedno uporabljati najnovejšo razpoložljivo vrednost za ta namen. Pretvorba bivalne površine [m<sup>2</sup>] v bruto prostornino stavbe (Gross Building Volume - GBV) [m<sup>3</sup>] se izvede s pretvornim faktorjem, ki ga je mogoče pridobiti iz ustreznih statističnih virov. Primer povprečne vrednosti tega faktorja je 4,0 m<sup>3</sup> GBV/m<sup>2</sup> bivalne površine. Pri izračunih je treba to vrednost vedno posodobiti z najnovejšimi razpoložljivimi podatki. Ker se ta izračun ne razlikuje med vrstami stanovanjskih stavb, je treba ustvariti povprečno vrsto stanovanjskih stavb. To se doseže z izračunom povprečja uporabljenih materialov v vrstah stanovanjskih stavb.

Kot ilustrativni primer se lahko na raziskovalnem območju izračuna letni materialni tok za stanovanjske stavbe.

V ta namen se MCI, določeni za povprečno stanovanjsko stavbo v t/m<sup>3</sup>GBV, pomnoži s pripadajočo količino v m<sup>2</sup> bivalne površine/leto. Količino v m<sup>2</sup> bivalne površine/leto najprej pretvorimo v m<sup>3</sup> GBV/leto s pomočjo pretvornega faktorja »bivalna površina v bruto prostornino stavbe«. Izračuni se izvedejo tako za rušenje (dobava materiala), kot tudi za novo gradnjo (materialna potreba).

Izračun dobave materiala poteka po podobnem postopku, kot izračun povpraševanja po materialu, pri čemer se v formulo vključijo novo zgrajene, ali porušene stanovanjske enote. Nejasnosti se pojavljajo pri dodeljevanju stanovanjskih enot, ki so bile porušene v nestanovanjskih stavbah. Zaradi njihovega majhnega deleža glede na porušene stanovanjske stavbe imajo majhen vpliv na rezultat, pri čemer se zdi, da je zaloga materiala podcenjena.

Za oceno materialne potrebe in dobave je potrebno uporabiti ustrezne podatke, izpeljane za obdobje raziskave. Za izračun materialnega toka za »**nestanovanjske stavbe**« se je potrebno zanašati na ustrezne statistične podatke iz ustreznega leta. Ti podatki vključujejo tako dokončane gradnje kot tudi rušenja, izražena v kubičnih metrih bruto prostornine stavbe (GBV). Za določitev materialne potrebe se MCI v t/m<sup>3</sup>GBV (za »industrijo in poslovne stavbe« ter za »javne/skupne stavbe«) pomnoži s pripadajočimi količinami v m<sup>3</sup>GBV/leto.

Če so na voljo samo količine v m<sup>2</sup> uporabne površine/leto, se uporabi pretvorni faktor (na primer 6,35 m<sup>3</sup> GBV/m<sup>2</sup> uporabne površine), podobno kot pri izračunu za stanovanjske stavbe.



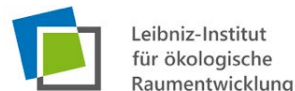
### 6.3. Posodabljanje in vzdrževanje modela mesta

Ob posodobitvi ali izračunu novih časovnih obdobj je potrebno posodobiti tudi vhodne geopodatke za model mesta in materialne indekse za izračun pomembnosti. To še posebej velja za podatke o stavbah z osnovnimi informacijami o rabi stavb, višini, prostornini in tlorisni površini stavb. Poleg tega je treba vključiti kazalnike sestave materialov, ki jih predstavljajo nove vrste stavb. V Dresden-u (Nemčija) trenutno poteka razvoj in preizkušanje regionalnega katastra materialov, vključno s povezanimi dejavnostmi vzdrževanja.

# CirCon4Climate



V projektu sodelujejo:



Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag

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

Mnenja, predstavljena v tej publikaciji, so izključna odgovornost avtorjev in ne odražajo nujno stališč nemškega Zveznega ministrstva za gospodarske zadeve in podnebne ukrepe (BMWK).

