

# SMERNICE ZA NIZKO-UGLJIČNE STAVBE SLOVENSКИH STANOVANJSКИH SKLADOV

David Božiček

Gospodarska  
zbornica  
Slovenije 

Zbornica za poslovanje  
z nepremičninami



UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**FGG**

Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo

19. 4. 2024

# VSEBINA

- 1. Izhodišča smernic**
- 2. Namen in cilj smernic**
- 3. Struktura smernic**
- 4. Del A: LCA izhodišča**
- 5. Del B: izračun ogljičnega odtisa**
- 6. Del C: priporočila za načrtovanje, kontekstualizacija rezultatov**
- 7. Kako uporabljati smernice oziroma kako jih spraviti v prakso?**

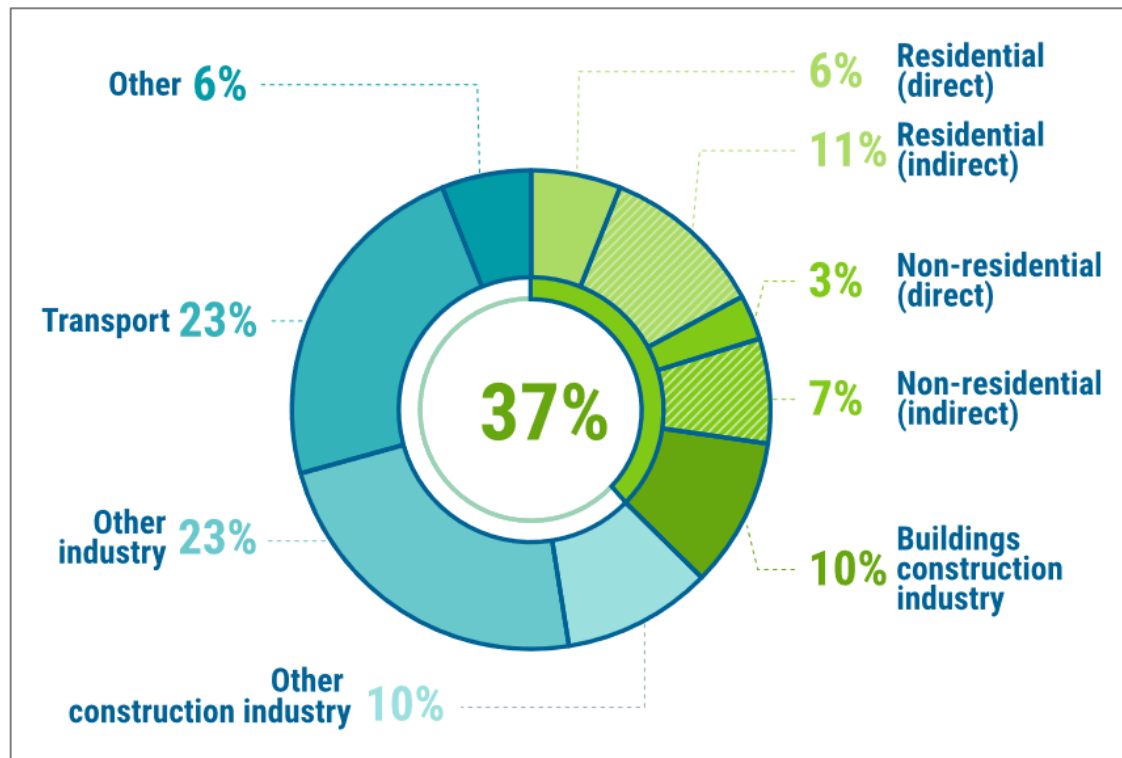
# IZHODIŠČA SMERNIC

Stavbe globalno prispevajo dobrih 35 % vseh CO<sub>2</sub> emisij, od tega 10 % proizvodnja gradbenih izdelkov.

## Cilj EU:

- do leta 2030 zmanjšati emisije CO<sub>2</sub> za 55% pod nivo emisij iz leta 1990 ter
- postati ogljično nevtralna do leta 2050.

Z izboljšanjem energijske učinkovitosti stavb ter uporabo obnovljivih virov energije **postajajo vse bolj pomembne utelešene ogljične emisije stavb.**



Grafikon: Prispevek stavb k globalnim CO<sub>2</sub> emisijam v letu 2020  
[vir: UNEP, Global Status Report for Buildings and Construction, 2021]

# IZHODIŠČA SMERNIC

Prenova EPBD (2021/0426(COD)) naslavlja cilje za dekarbonizacijo EU do 2050. Ključna vsebinska sprememba je vpeljava zahtev za **brezemisijske stavbe** in sicer:

„Vseživljenjska ocena ogljičnega odtisa bo glede na predlog zahtev prenovljene Direktive Evropskega parlamenta in Sveta o energijski učinkovitosti stavb od 1. 1. 2028 obvezna za vse nove stavbe z uporabno površino večjo od 1000 m<sup>2</sup> od 1. 1. 2030 pa za vse nove stavbe.“



## **II. Izračun potenciala za globalno segrevanje v celotnem življenjskem ciklu novih stavb v skladu s členom 7(2)**

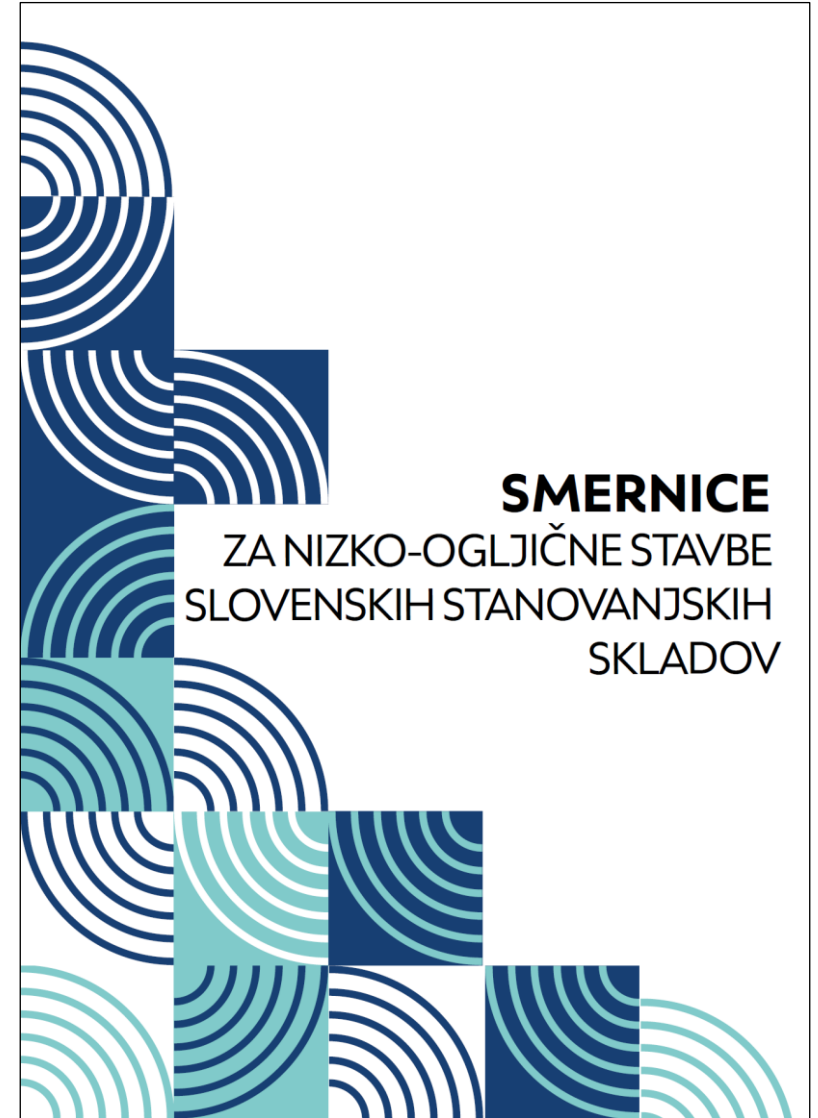
Za izračun potenciala za globalno segrevanje v celotnem življenjskem ciklu novih stavb v skladu s členom 7(2) se potencial za globalno segrevanje sporoči kot numerični indikator za vsako fazo življenjskega cikla, **izražen v kg ekvivalenta CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> (uporabne tlorisne površine), povprečno za eno leto referenčnega obdobja študije, ki traja 50 let. Izbira podatkov, opredelitev scenarijev in izračuni se izvedejo v skladu s standardom EN 15978 (EN 15978:2011)...**

# NAMEN IN CILJ SMERNIC

Podati usmeritve za izračun ogljičnega odtisa stavb (**GWP** – **Global Warming Potential**), ki so predmet natečajev javnih slovenskih stanovanjskih skladov.

Omogočiti uporabo kazalnika **GWP** kot enega izmed učinkovitostnih kriterijev (*angl.* performance criteria) odločanja pri izboru projektantskih rešitev.

Cilj je predstaviti poenostavljeno metodo, ki bo primerna za fazo načrtovanja idejne zasnove stavbe kot tudi za fazo načrtovanja projektne dokumentacije za izvedbo gradnje (**PZI**).



# STRUKTURA SMERNIC

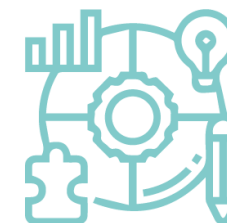
## DEL A INFORMATIVNI DEL

- Predstavitev metode LCA.
- Značilnosti okoljskih deklaracij gradbenih proizvodov.
- Opis predpostavk privzetih v smernicah.



## DEL B METODOLOŠKI DEL

- Postopek izračuna ogljičnega odtisa stavb (IZ in PZI).
- Viri podatkov in računski postopek.
- Prikaz in analiza rezultatov.



## DEL C KONTEKSTUALNI DEL

- Kontekstualizacija rezultatov v okviru ogljičnega odtisa stanovanjskih stavb.
- Priporočila za zmanjšanje ogljičnega odtisa.





# DEL A (informativni del)



- Oris metode LCA in njene uporabe pri stavbah
- Opis okoljskih deklaracij proizvodov (EPD)
- Faze življenjskega cikla stavb glede na EN 15978
- **Opis izhodišč za smernice (del B):**
  - Meje sistema (faze A1-A3 in B6)
  - Predpostavljena računsko doba ( $n_L = 50$  let)
  - Uporabljeni indikatorji ogljičnega odtisa

**$GWP_{skupni}$  (A1-A3 in B6)**  
 **$GWP_{fossilni}$  (A1-A3 in B6)**  
 **$GWP_{biogeni}$  (A1-A3)**

- Definirana je natančnost

Preglednica 2: Obseg sistema za oceno ogljičnega odtisa stavb slovenskih stanovanjskih skladov.

MEJE SISTEMA (upoštevane faze življenjskega cikla po SIST EN 15978 [16])		<ul style="list-style-type: none"> <li>• A1–A3 (faza proizvodnje)</li> <li>• B6 (raba energije za obratovanje) – referenčna računsko doba 50 let</li> </ul>
OKOLJSKI INDIKATORJI		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>GWP_{skupni}</math> [kg CO<sub>2</sub> eq.]</li> <li>• <math>GWP_{biogeni}</math> [kg CO<sub>2</sub> eq.]</li> <li>• <math>GWP_{fossilni}</math> [kg CO<sub>2</sub> eq.]</li> </ul>
FUNKCIONALNA ENOTA	Opis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Večstanovanjska stavba znotraj gabarita zazidane površine ter objekti (površine) namenjene parkiranju osebnih avtomobilov.</li> <li>• Če je stavb več, je treba vsako stavbo obravnavati ločeno in tudi kot celoten projekt skupaj (npr. stanovanjska soseska).</li> </ul>
	Vključeno	<p>Nadzemni in podzemni del posameznega stanovanjskega objekta, vključno s/z:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• temelji,</li> <li>• piloti,</li> <li>• tlemi na, pod ali nad terenom,</li> <li>• nosilno konstrukcijo (vertikalna in horizontalna, nadzemna in podzemna),</li> <li>• notranjimi nenosilnimi predelnimi stenami,</li> <li>• toplotno izolacijskimi materiali,</li> <li>• zvočno izolacijskimi materiali,</li> <li>• hidroizolacijskimi materiali,</li> <li>• estrihi in podložnim betonom,</li> <li>• konstrukcijskimi ploščami predelnih in zunanjih sten,</li> <li>• zasteklitvijo.</li> </ul> <p>Objekti in površine namenjene parkiranju osebnih avtomobilov:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• garažna hiša,</li> <li>• zunanja asfaltirana parkirišča.</li> </ul>
	Izključeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jaški,</li> <li>• svetlobne kupole in cevasti svetlobniki,</li> <li>• sloji ozelenjene strehe (substrat, ločilni/drenažni/zaščitni sloj),</li> <li>• okenski okvirji,</li> <li>• vrata (zunanja in notranja),</li> <li>• nadstreški,</li> <li>• ograje,</li> <li>• inštalacije (elektro, strojne, vodovodne),</li> <li>• tehnični sistemi,</li> <li>• opleski</li> <li>• obrobe,</li> <li>• klančine ter ureditev zunanje okolice,</li> <li>• finalne talne obloge (tlak), razen v primeru uporabe betonskega finalnega tlaka,</li> <li>• stopnice in pripadajoči elementi (ograje, finalne obloge),</li> <li>• zaščitne in ločilne folije,</li> <li>• nasutja/tamponi (drobljenec, gramoz, pesek, prodec itd.).</li> </ul>



IN BREMENA  
CU ŽIVLJENJSKIH MEJA

nrekovega  
CO<sub>2</sub> iz  
ere

FO, PO KONCU ŽIV. DOBE



# DEL B (metodološki del)

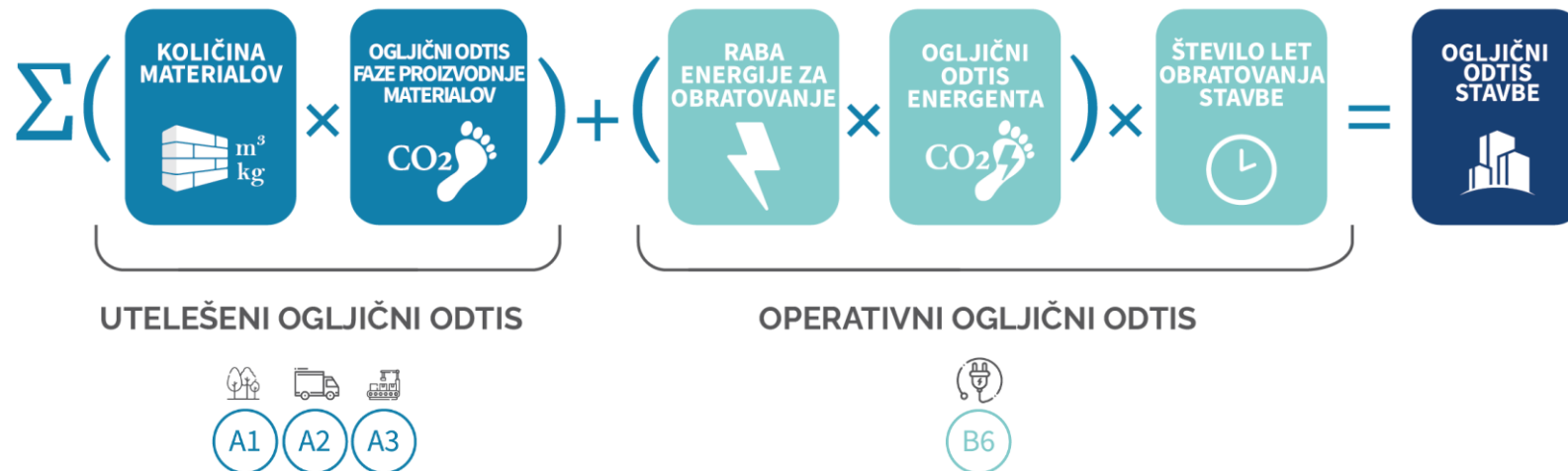


- Kako se izvaja izračun ogljičnega odtisa stavb:

*V fazi idejne zasnove (IZ)*

*V fazi načrtovanja PZI*

- Prikaz rezultatov (**PRILOGA A**)
- Baza podatkov pogostih skupin gradbenih proizvodov (**PRILOGA B**)



# DEL B (metodološki del): UTELEŠENI OGLJIČNI ODTIS (A1–A3)



$$GWP_{j,A1-A3} = \sum_{i=1}^n GWP_{j,A1-A3,D,i} \times k_{D,i} \quad (6)$$

LCA podatki materialov

Kosovnica (količine) materialov



## FAZA IDEJNE ZASNOVE

- KOSOVNICA MATERIALOV (GEOMETRIJA, INŽENIRSKA OCENA)
- PRIPOROČA PODATKE **PRILOGA B**

## FAZA PZI

- KOSOVNICA MATERIALOV (PROJEKTNA DOKUMENTACIJA)
- PRIPOROČA PODATKE IZ **EPD-jev** (kombinacija EPD-ji + podatki PRILOGE B)



Priloga B: generične vrednosti GWP za izbrane materiale

Preglednica B1: LCA podatki tipičnih skupin gradbenih proizvodov.

OZNAKE:  $\lambda$  [W/mK] – toplotna prevodnost;  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] – gostota;  $m_a$  [kg/m<sup>2</sup>] – površinska masa

ŠT.	PROIZVOD/ ELEMENT	APLIKACIJA	DEKLARIRANA ENOTA	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$m_a$ [kg/m <sup>2</sup> ]	GWP <sub>skupni</sub> [kg CO <sub>2</sub> eq.]	GWP <sub>biogeni</sub> [kg CO <sub>2</sub> eq.]	GWP <sub>fosilni</sub> [kg CO <sub>2</sub> eq.]
1	ekspandiran polistiren (EPS) - fasadne plošče	ETICS/stene	m <sup>3</sup>	0,035	18,06		52,95	0,00	52,95

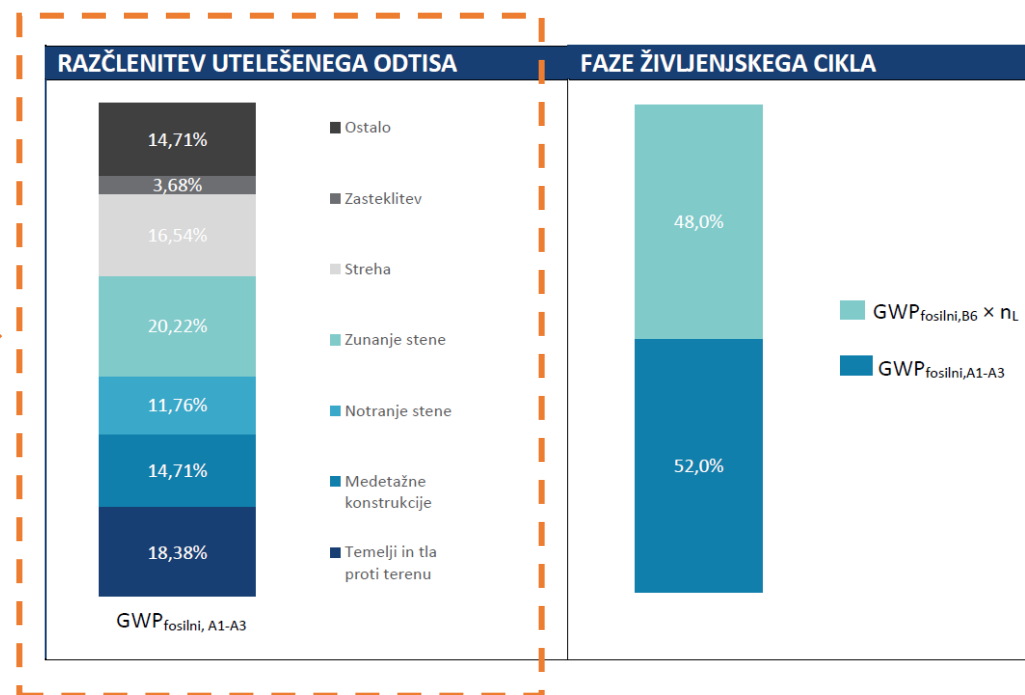
# DEL B (metodološki del): UTELEŠENI OGLJIČNI ODTIS (A1–A3)



## POMEMBNA JE USTREZNA GRANULACIJA PODATKOV

Preglednica 3: Definicija konstrukcijskih sklopov stavbe.

KONSTRUKCIJSKI SKLOP	DEFINICIJA
Temelji in tla proti terenu	Elementi nosilne konstrukcije, ki so del temeljenja stavbe, kot tudi prvi horizontalni element stavbnega ovoja (tla proti terenu). Pri obravnavi temeljenja se upošteva dele globokega, kot tudi plitvega temeljenja.
Medetažne konstrukcije	Horizontalna delitev med etažami vključno z zunanjimi hodniki in balkoni. Upošteva se vse medetažne konstrukcije vključno s tlemi proti zunanjemu okolju (tla nad terenom).
Notranje stene	Nosilne in nenosilne stene znotraj stavbe.
Zunanje stene	Zunanji vertikalni del stavbnega ovoja v stiku z zrakom (fasada) ali terenom (zunanja stena pod nivojem terena).
Streha	Poševni ali ravni del stavbe, ki zbira in odvaja meteorno vodo na meji zunanjega ovoja, vključno s pohodnimi terasami.
Zasteklitev	Zasteklitve v sklopu transparentnih elementov stavbe, vgrajenih v streho ali zunanje stene. Če dejanska površina zasteklitve ni znana se lahko privzame, da je površina zasteklitve enaka 70 % obdelane gradbene odprtine transparentnih gradbenih elementov.
Ostalo	Garažne hiše in zunanja parkirišča. V primeru, da analiza ogljičnega odtisa obravnava sosesko, v kateri si več stavb deli skupno garažno hišo in/ali zunanja parkirišča, se ti deli obravnavajo ločeno (kot ločena »stavba«), njihov okoljski vpliv pa se prišteje k skupnemu okoljskemu vplivu soseske. Za ogljični odtis zunanjih asfaltiranih parkirišč se priporoča uporaba LCA podatkov za 1 m <sup>2</sup> površine iz preglednice B1 (priloga B).



# DEL B (metodološki del): OPERATIVNI OGLJIČNI ODTIS (B6)



Raba energije za obratovanje (B6) po EN 15978 zajema:

**OGREVANJE, HLAJENJE, RAZSVETLJAVO, PREZRAČEVANJE, KONDICIONIRANJE ZRAKA IN PRIPRAVO TOPLE SANITARNE VODE**

Področje pokriva pravilnik o učinkoviti rabi energije **(PURES-3)** in pripadajoča smernica.

$$GWP_{fossilni,B6} = M_{CO2} \quad (7)$$

$M_{CO2}$  – količina izpustov ogljikovega dioksida na leto določena glede na metodologijo, predpisano v **PURES-3**.

Poenostavitev 1: Osredotočanje na rabo energije za ogrevanje in hlajenje

Z uporabo relevantne metode (npr. stacionarno modeliranje za energijsko manj zahtevne stavbe po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah [23] ali druge primerljive stacionarne metode) se izračuna letna potrebna energija za ogrevanje ( $Q_{H,nd,an}$ ) in hlajenje ( $Q_{C,nd,an}$ ) stavbe. V primeru, da stavba ne bo imela vgrajenih aktivnih sistemov hlajenja, se potrebna energija za hlajenje zanemari. Kazalnik  $GWP_{fossilni,B6}$  se nato določi z uporabo enačbe 8 in podatkov iz preglednic 4 in 5.

$$GWP_{fossilni,B6} = \left( \frac{Q_{H,nd,an}}{f_{gen,H}} \times k_{CO2} \right) + \left( \frac{Q_{C,nd,an}}{f_{gen,C}} \times k_{CO2} \right) \quad (8)$$

Obnovljivi viri energije

Poenostavitev 2: Ocena specifične potrebne toplote za ogrevanje

Ocena ogljičnega odtisa v fazi rabe stavbe se določi le na podlagi ocene specifične potrebne toplote za ogrevanje ( $Q'_{H,nd,an}$ ) stavbe in sicer tako, da se privzame vrednost zgornje meje energijskega razreda po Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb [24]. Pri določevanju potrebne energije za ogrevanje se, glede na projektantsko presojo, lahko uporabi zgornja meja energijskega razreda A1 (10 kWh/m<sup>2</sup> a), A2 (15 kWh/m<sup>2</sup> a) ali B1 (25 kWh/m<sup>2</sup> a). Kazalnik  $GWP_{fossilni,B6}$  se nato določi z uporabo enačbe 9 in podatkov iz preglednic 4 in 5.

$$GWP_{fossilni,B6} = \left( \frac{Q'_{H,nd,an}}{f_{gen,H}} \times A_u \times k_{CO2} \right) \quad (9)$$

kg CO<sub>2</sub>/kWh enaka enoti kg CO<sub>2</sub> eq./kWh

\*\*soproduktivna toplote in elektrike

# DEL B (metodološki del)



## Predstavitev rezultatov – PRILOGA A

### Osnovni podatki o projektu (stavbi) in fazi načrtovanja

- **Ab [m<sup>2</sup>] in m [t]**
- **Faza projekta, metoda izračuna B6**
- **GWP<sub>fosilni,ST</sub> [t CO<sub>2</sub> eq.]**
- **GWP<sub>biogeni,ST</sub> [t CO<sub>2</sub> eq.]**
- **GWP<sub>skupni,ST</sub> [t CO<sub>2</sub> eq.]**

### Identifikacija okoljskih žarišč

- **razčlenitev rezultatov po KS-jih**
- **razmerje med fazami življenjskega cikla**

### Normalizacija in kontekstualizacija:

- **per capita (GWP<sub>fosilni,ST,A</sub>)**
- **na m<sup>2</sup> (GWP<sub>fosilni,ST,PC</sub>)**
- **na m<sup>2</sup> per annum (GWP<sub>fosilni,ST,k</sub>)**

1 Izpolni se polja o osnovnih podatkih obravnavane stavbe/soseske in odgovornem projektantu.

2 Izpolnijo se informacije o bruto površini stavbe, masi stavbe, identificira se faza projekta (IZ, PZI) ter se navede metoda izračuna faze B6. Podajo se vrednosti GWP v t CO<sub>2</sub> eq.

3 in 4

Z desnim klikom v območju grafikona se prikaže kontekstni meni, iz katerega izberete "uredi podatke v Excelu" (ang. "edit data in Excel"). S klikom se odpre Excel pogovorno okno, kjer izpolnite zahtevane podatke. Polja, ki jih je potrebno izpolniti, so označena rdeče. Polj označenih s sivo barvo se ne spreminja.

5 Izpolni se vrednosti za GWP<sub>fosilni,ST,A</sub>, GWP<sub>fosilni,ST,PC</sub> in GWP<sub>fosilni,ST,k</sub>

6

S klikom na in premikom rdeče črte na primerno mesto v grafikonu označite vrednost GWP<sub>fosilni,ST,k</sub>

**PRILOGA A: OBRAZEC ZA PRIKAZ OGLIČNEGA ODTISA STAVBE**

Identifikacijska oznaka stavbe:	Stavba 1
Vrsta stavbe:	Večstanovanjska stavba
Katastrska občina:	K.O. 0001 HODOŠ
Številka parcele:	001/1/1000
Odgovorni projektant:	Janez Novak

A <sub>b</sub> [m <sup>2</sup> ]	m [t]	Faza projekta	Metoda izračuna faze B6
3199,6	8138,3	PZI	PURES

GWP <sub>skupni,ST</sub> [t CO <sub>2</sub> eq.]	3004,1	GWP <sub>fosilni,ST</sub> [t CO <sub>2</sub> eq.]	3052,3	GWP <sub>biogeni,ST</sub> [t CO <sub>2</sub> eq.]	-48,2
--	--------	---	--------	---	-------

**RAZČLENITEV UTELEŠENEGA ODTISA**

Element	Procent
Ostalo	14,71%
Zasteklitev	3,68%
Streha	16,54%
Zunanje stene	20,22%
Notranje stene	11,76%
Medetažne konstrukcije	14,71%
Utemeljitev na prostu proti terenu	18,38%

**FAZE ŽIVLJENJSKEGA CIKLA**

Faza	Procent
GWP <sub>fosilni,B6</sub> × η <sub>L</sub>	48,0%
GWP <sub>fosilni,A1-A3</sub>	52,0%

**KONTEKSTUALIZACIJA IN NORMALIZACIJA REZULTATOV**

GWP <sub>fosilni,ST,A</sub> [kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup> ]	953,96	GWP <sub>fosilni,ST,PC</sub> [kg CO <sub>2</sub> eq./pc.]	28262,04	GWP <sub>fosilni,ST,k</sub> [kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup> a]	19,08
--	--------	---	----------	---	-------

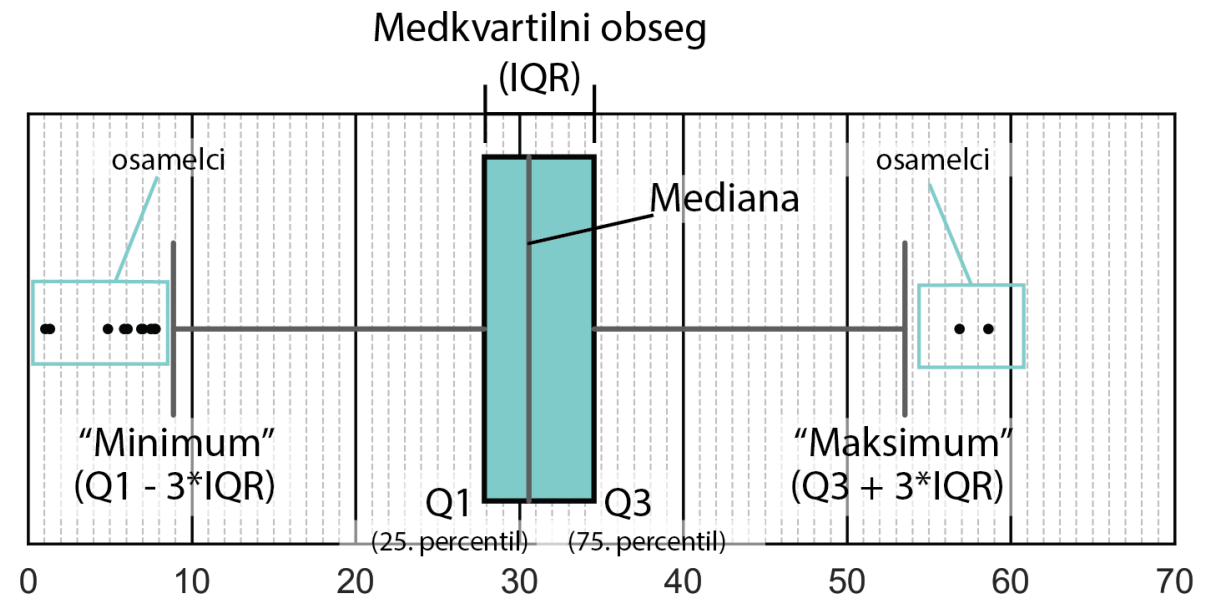
## DEL C (kontekstualni del)



**Smernice ne vsebujejo merila (angl. benchmarka) za maksimalno vrednost GWP stavb in sicer zato ker še ne vemo kakšna vrednost bi bila primerna za Slovenski kontekst.**

Kontekstualizacija rezultatov je omogočena z primerjavo v sklopu evropskega okolja in sicer z okoljskimi vplivi večstanovanjskih stavb repozitorija EU-ECB-DB.

Primerjava je izvedena s pomočjo diagrama kvartilov in parametra  $GWP_{\text{fosilni}}$  normiranim na bruto površino in leto.



# DEL C (kontekstualni del)



## Generična priporočila za optimizacijo ogljičnega odtisa stavb, ki naslavlja odločevalce in načrtovalce

Priporočila so deljena v tri skupine strategij:

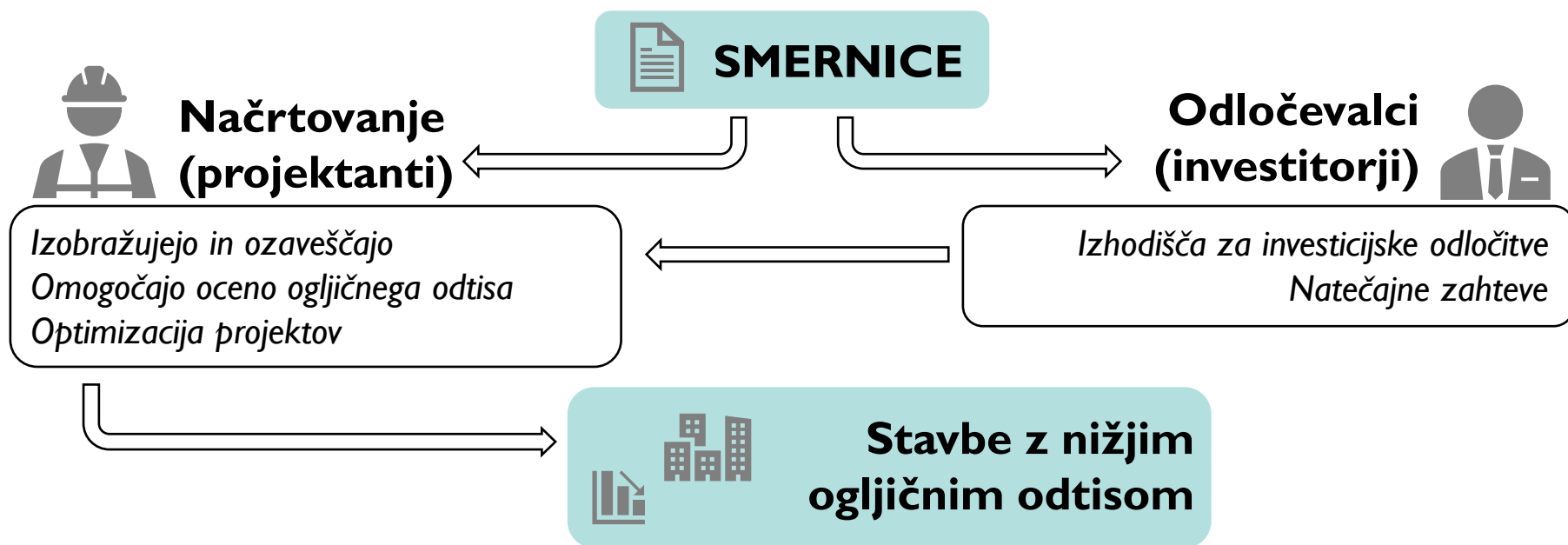
- Izogibanje
- Izboljšava
- Zamenjava

STRATEGIJA	PRIPOROČILO	OPIS
	<b>Načrtovanje za dolge življenjske dobe</b>	Življenjska doba stavbe močno vpliva na njen vseživljenjski ogljični odtis. Stavbe, ki so načrtovane tako, da omogočajo dolgo uporabo, imajo zmožnost prilagajanja spremembam namembnosti in nezahtevno vzdrževanje stavbnih komponent, bodo v principu tudi dlje v uporabi, s tem pa bo njihov vseživljenjski ogljični odtis manjši. Daljše življenjske dobe komponent stavbnega ovoja pomenijo manjšo potrebo po vzdrževanju, kar še dodatno zmanjšuje utelešeni ogljični odtis stavbe v času njenega delovanja (faze življenjskega cikla B2–B5). S prenovami obstoječih stavb in ohranitvijo še funkcionalnih delov (npr. pretežnega dela nosilne konstrukcije) lahko v primerjavi z novogradnjami pomembno zmanjšamo potrebno količino vgrajenih materialov na enoto stanovanjske površine.
	<b>Izogibanje gradnji na lokacijah, ki potrebujejo globoko temeljenje</b>	Elementi globokega temeljenja (piloti) in obsežna stabilizacija temeljnih tal lahko predstavljata velik delež utelešenega ogljičnega odtisa stavbe. Zato je smiselno graditi tam, kjer takšni posegi niso potrebni. V primeru, da na izbor gradbene parcele ni moč vplivati, je mogoče na utelešeni ogljični odtis temeljenja vplivati z zasnovo stavbe (lažja nosilna konstrukcija) in izborom izvedbe temeljenja.
	<b>Izogibanje gradnje podzemnih delov stavbe</b>	Podzemne dele stavbe, kot so podzemne garažne hiše in kleti, je v praksi možno izvesti le z gradnjo iz armiranega betona. Zaradi slednjega ima zasnova stavbe, ki ne bo vsebovala podzemnih etaž, lahko bistveno manjši utelešeni ogljični odtis, saj praviloma armirano betonski elementi bistveno prispevajo k ogljičnemu odtisu stavb.
	<b>Optimizacija zasnove nosilne konstrukcije z gledišča nosilnega sistema in materiala</b>	Nosilna konstrukcija stavbe v večini primerov predstavlja največji del utelešenega ogljičnega odtisa stavbe. Zato optimizacija sistema nosilne konstrukcije z gledišča količine vgrajenih materialov lahko vpliva na zmanjšanje utelešenega ogljičnega odtisa. Prefabricirani in skeletni sistemi gradnje mnogokrat omogočajo bolj optimizirano nosilno konstrukcijo in manjšo maso stavbe. Zamenjava materiala nosilne konstrukcije za takšnega z nižjim ogljičnim odtisom je prav tako zaželena v primeru, da je to možno in smiselno glede na specifikke projekta in zakonske omejitve.
	<b>Optimizacija horizontalnih nosilnih sistemov</b>	Velik delež količine in ogljičnega odtisa nosilne konstrukcije stavbe je povezan s horizontalnimi nosilnimi elementi (medetažnimi konstrukcijami). Zato optimizacija horizontalne nosilne konstrukcije z gledišča zasnove predstavlja možnost za znižanje njenega ogljičnega odtisa. Predvsem zamenjava konvencionalnih, na gradbišču izvedenih armirano betonskih plošč, z npr. rebričastimi in rebkastimi ploščami, ploščami z votlim jedrom in/ali prednapetimi votlimi ploščami (PVP) lahko rezultira v zmanjšanju mase horizontalnega nosilnega sistema stavbe in količine vgrajenih materialov.

# KAKO UPORABLJATI SMERNICE OZIROMA KAKO JIH SPRAVITIV PRAKSO?

Smernice so zasnovane modularno (del A, B in C) in jih je tako možno tudi uporabljati, torej le posamezne dele ali kot celoto.

Prav tako smernice podajajo informacije ter usmeritve odločevalcev in načrtovalcev.





HVALA ZA POZORNOST!

VPRAŠANJA IN KOMENTARJI?

 +386 | 4768 605

 [david.bozicek@fgg.uni-lj.si](mailto:david.bozicek@fgg.uni-lj.si)

 <https://kske.fgg.uni-lj.si/osebje-katedre/david-bozicek/>

 <https://orcid.org/0000-0001-8592-1033>

 <https://www.researchgate.net/profile/David-Bozicek-2>

 <https://www.linkedin.com/in/davidbozicek/>