

Predavanje

Primerjava modelirane in izmerjene energetske učinkovitosti s poudarkom na kazalnikih energetske

Gašper Stegnar
Institut Jožef Stefan - Center za
energetsko učinkovitost



Predavanja

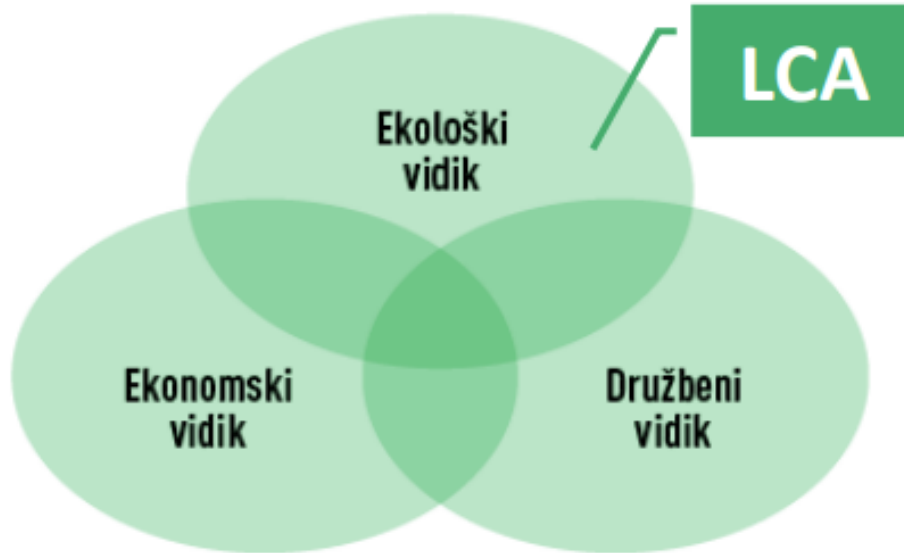
Zbiranje podatkov in izračun trajnostnih kazalnikov

Predavatelj: Gašper Stegnar (IJS-CEU)

22. maj 2024

Zakaj trajnostno vrednotenje stavb?

- Trije stebri presoje trajnostne gradnje (TG)

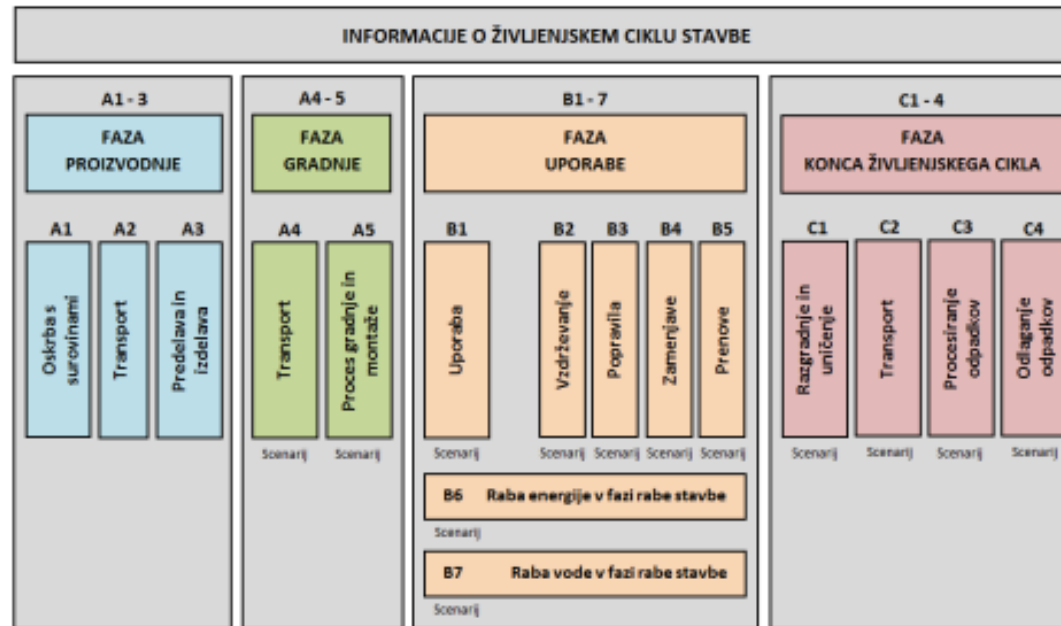


- STAVBA - v življenjskem ciklu stavbe iščemo vsestransko najugodnejšo kombinacijo stroškov, rabe energije, **vplivov na okolje**, vplivov na ugodje uporabnika in širših družbenih vplivov.

Za trajnostne stavbe velja, da v času načrtovanja, gradnje, obratovanja in odstranitve sledijo načelu skrbnega ravnanja z okoljem in ohranjanja naravnih virov ter da je njihova gradnja in uporaba ekonomična. Trajnostne stavbe morajo biti tudi prijazne do uporabnika in njegovega zdravja, so funkcionalne in prispevajo k ohranjanju družbenih in kulturnih vrednot.

LCA analiza – Life Cycle Assessment

- Analize vrednotenja vplivov na okolje v širšem kontekstu življenjske dobe stavbe (več faz)



Faze življenjskega cikla stavbe po CEN/TC 350

- Najcelovitejše orodje in podpora za odločitve, izbiro in okoljsko vrednotenje grajenega okolja

Kako do primernih meril za TG?

- **NALOGA:** „Pregled sistemov trajnostne gradnje s predlogom prenosa“ (MOP: GI ZRMK & ZAG, 2016 – 2017)
 - Namen: priprava strokovnih podlag za kriterije trajnostne gradnje za javne stavbe v Sloveniji
- **Aktivnosti (faze):**
 - Analiza 6 evropskih sistemov ocenjevanja trajnostne gradnje (304 kazalnikov / 650 podkazalnikov)
 - Analiza SLO predpisov z vidika trajnostnih kriterijev in predpisanih mejnih vrednosti
 - Predlog sistema trajnostnih kriterijev in aktivnosti za implementacijo predlaganega sistema TG

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK
Building and Civil Engineering Institute

ZAG ZAVOD ZA
GRADENIŠTVO
SLOVENIJE SLOVENIAN
NATIONAL BUILDING
AND CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE



*EU okvir 14 jedrnih
kazalnikov za oceno
okoljskih
performanc stavb
(JRC študija)*

K2.1: Celovite LCA analize

- Okoljske lastnosti stavbe v celotni življenjski dobi
- Po zgledu DGNB, izražen s 5 parametri:
 - GWP (globalno segrevanje → globalni vpliv)
 - ODP (razgradnja ozona → globalni vpliv)
 - POCP (pritlehni ozon → lokalni vpliv)
 - AP (zakisovanje → regionalni vpliv)
 - EP (eutrofikacija → lokalni/regionalni vpliv)
- Cilji kazalnika:
 - Spodbujati čim nižje vrednosti okoljskih odtisov
 - Vplivati na rabo surovin za stavbe in generiranje odpadkov povezanih s stavbo



K2.1: Celovite LCA analize

- $K2.1 = K2.1' + K2.1'' + K2.1'''$

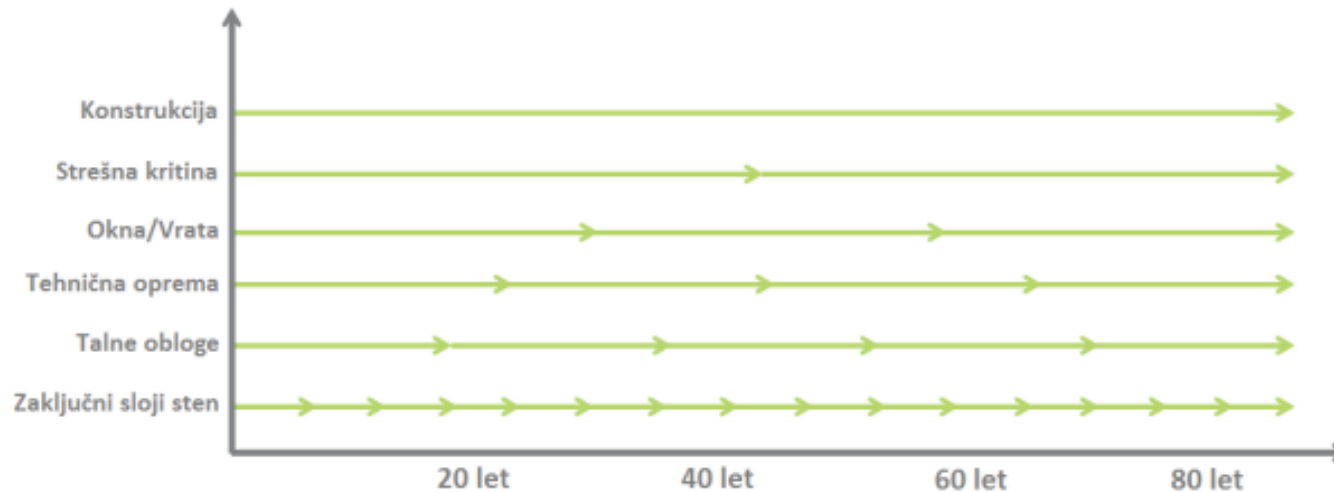
K2.1' = vplivi faze gradnje stavbe

K2.1'' = vplivi vzdrževanja, posegov v fazi rabe stavbe

K2.1''' = vplivi rabe energije v fazi rabe stavbe

- Potrebni podatki:

- Količine posameznih gradbenih proizvodov v stavbi, energija,...
- Okoljski odtis posameznih proizvodov (GWP, ODP, POCP, AP, EP)
- Pričakovana življenjska doba proizvodov v stavbi



K2.1: Celovite LCA analize

- Slovenski okvir za LCA analize v trajnostnem vrednotenju stavb:
 - Metodologija stroki poznana, pri nas še ni razširjena (SIST EN 15978)
 - Nimamo systemskega vira podatkov, baze podatkov
 - Možnost je uporaba prostih baz:
 - baza združenja EcoPlatform-EU,
 - baza ILCD-JRC EU, ...
 - Profesionalna orodja so dostopna (GaBi)
 - Za podkazalnike manjkajo izhodiščne vrednosti, potrjene za Slovenijo
 - Nimamo še določenih razmerij med pokazalniki (uteži)

Uporaba LCA analiz

- Ne naslavlja samo rabo energije (v fazi rabe stavbe)
- Vključuje celoten življenjski cikel stavbe
- Dejansko ocenimo vpliv na okolje
- Lahko dosežemo zmanjševanje vpliva na okolje
- Lahko vplivamo na rabo surovin
- Lahko vplivamo na količino proizvedenih gradbenih odpadkov
- Konkurenčna prednost
- Višanje kakovosti življenja
- Spreminjanje družbe

Nabor predlaganih kazalnikov – osnova za vrednotenje TG v Sloveniji

K1 Skupna raba primarne energije v življenjskem ciklu stavbe

- PK1.1 Neobnovljivi del rabe primarne energije v življenjskem ciklu stavbe
- PK1.2 Celotna raba primarne energije v fazi uporabe
- PK1.3 Neobnovljivi del rabe primarne energije v fazi uporabe stavbe
- PK1.4 Delež obnovljivih virov v primarni energiji v fazi uporabe stavbe
- PK1.5 Emisije TGP v življenjskem ciklu stavbe
- PK1.6 Emisije TGP v fazi uporabe stavbe

K2 Celovita LCA analiza

- PK2.1 Potencial prispevka h globalnemu segrevanju
- PK2.2 Potencial prispevka k razgradnji ozona v stratosferi
- PK2.3 Potencial prispevka k fotokemični tvorbi prilehnega ozona
- PK2.4 Potencial prispevka k zakisljevanju
- PK2.5 Potencial prispevka k evtrofikaciji

K3 Načrtovanje življenjske dobe stavbe

K4 Razgradnja in reciklabilnost

- PK4.1 Delež reciklabilnih gradbenih proizvodov in materialov v posameznih skupinah oz. konstrukcijskih sklopih
- PK4.2 Delež ponovno uporabljenih gradbenih elementov pri razgradnji stavbe in ponovni gradnji

K5 Odpadki gradnje in razgradnje

- PK5.1 Parametri za odpadke, ki nastajajo v fazi izgradnje stavbe
- PK5.2 Parametri za odpadke, ki nastajajo v fazi razgradnje stavbe

K6 Raba vode v fazi rabe stavbe

- PK6.1 Potreba po čisti vodi za zaposlene
- PK6.2 Količina odpadne vode glede na zaposlene
- PK6.3 Potreba po čisti vodi za čiščenje
- PK6.4 Količina odpadne vode od čiščenja
- PK6.5 Delež deževnice, ki se steka v kanalizacijski sistem

K7 Kakovost notranjega zraka

- PK7.1 Škodljive organske snovi (VOC)
- PK7.2 Stopnja izmenjave zraka

K8 Nevarnost pregrevanja stavbe

- PK8.1 Primarna energija potrebna za dodatno hlajenje stavbe poleti

K9 Celovita LCC analiza

- PK9.1 Neto sedanja vrednost vseživljenjskih stroškov stavbe

9 kazalnikov

24 podkazalnikov

Metrika za vrednotenje trajnostne gradnje

- ▶ **Evropa – razvoj evropskega okvira Level(s)**
 - Ni certifikacijska shema
 - Nima oblikovanih performančnih meja
 - Je vodilo za načrtovanje / gradnjo po trajnostnih načelih
 - Je v fazi razvoja
- ▶ **Slovenija – razvoj slovenskih kazalnikov TG**
 - Podlaga je evropski okvir Level(s) – nacionalna prilagoditev
 - Odvija se v okviru projekta LIFE IP CARE4CLIMATE (2019 →)
 - Sodelujoči pri razvoju: GI ZRMK, ZAG, MOP
 - Pomembno: sodelovanje stroke in uporabnikov



Projekt LIFE IP CARE4CLIMATE

LIFE17 IPC/SI/000007

- večletni integralni projekt (2019–2026)
- sofinanciran s sredstvi LIFE, Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta
- Projekt vodi MOP, sodeluje še 15 partnerjev

Akcija C4.4:

Razvoj kazalnikov trajnostne gradnje

Dr. Marjana Šijanec Zavrl, GI ZRMK

Mag. Miha Tomšič, GI ZRMK

Dr. Sabina Jordan, ZAG

Friderik Knez, ZAG

Struktura kTG za Slovenijo

- ▶ 6 makrociljev, pripadajoč nabor kazalnikov, orodij
- ▶ Usklajevanje s
 - slovensko zakonodajo
 - gradbenimi predpisi
 - prakso
- ▶ Pomembni:
 - podatki
 - primerjalne vrednosti
 - programska orodja
 - zbirke podatkov
 - potrebno znanje

Makro cilj 1:

Emisija toplogrednih plinov v življenjskem ciklu stavb

- 1.1 Raba energije v fazi uporabe
- 1.2 Potencial za globalno segrevanje v življenjskem ciklu

Makro cilj 2:

Učinkovito ravnanje z viri in krožni življenjski cikel materialov

- 2.1 Oblikovanje pregleda materialov
- 2.2 Scenarij za življenjsko dobo stavbe, prilagodljivost in razgradnjo
- 2.3 Odpadki in materiali pri gradnji in rušenju
- 2.4 Ocena življenjskega cikla od zibelke do groba

Makro cilj 3:

Učinkovita raba vodnih virov

- 3.1 Celotna raba vode

Makro cilj 4:

Zdravi in udobni bivalni in delovni prostori

- 4.1 Kakovost notranjega zraka
- 4.2 Čas zunaj območja toplotnega ugodja

Makro cilj 5:

Prilagodljivost in odpornost na klimatske spremembe

- 5.1 Scenariji za predvidene bodoče klimatske pogoje

Makro cilj 6:

Optimizacija stroškov življenjskega cikla in vrednost

- 6.1 Stroški življenjskega cikla (LCC)

Podporno okolje

► Okvir in baza za vse aktivnosti

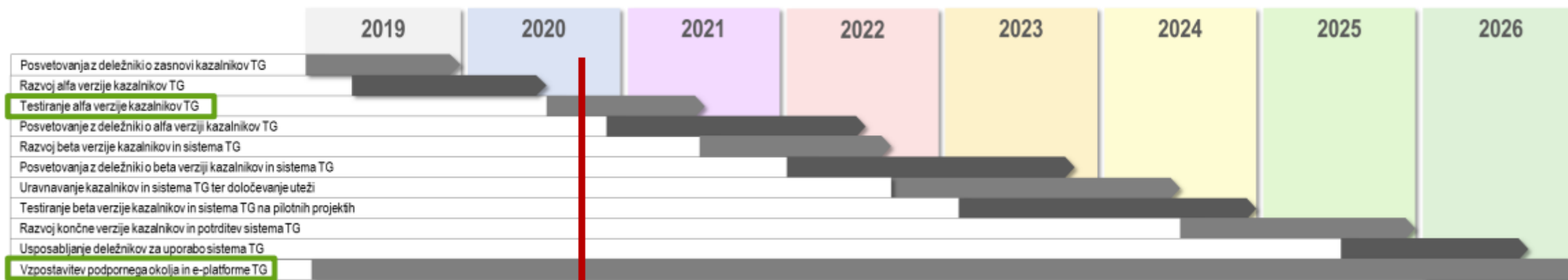
- Razvoj kazalnikov TG
- Informacije in podatki
- Vir znanja o metodah in orodjih, o standardizaciji in napredku
- Nabor zgledov in izkušenj
- Testiranje alfa verzije kTG
- Spletno usposabljanje
- Interaktivno sodelovanje



Akcijski načrt razvoja SLO kTG

- ▶ Časovni okvir: januar 2019 – december 2026
- ▶ 11 nalog
- ▶ Druga polovica 2020:
 - Testiranje alfa verzija kTG (~1 leto)
 - Vzpostavitev podpornega okolja in e–platforme TG

VABLJENI K
TESTIRANJU SLO
KAZALNIKOV TG



Zakaj trajnostno vrednotenje stavb? Level(s)?

Based on a building's full life cycle, the building sector is responsible for:



1/2 of all extracted materials



1/2 of the total energy consumption



1/3 of water consumption



1/3 of waste generation

Level(s) je okvir EU, ki uporablja celosten pristop, uvaja zgradbe v krožno gospodarstvo in omogoča razumljivost življenjskega cikla:

- oblikovalci politike in javni organi
- gradbeni strokovnjaki
- vlagatelji

Zakaj trajnostno vrednotenje stavb? Level(s)?

- ▶ Pomembni okoljski cilji
- ▶ Dokumenti in zaveze:
 - Evropski zeleni dogovor
 - Akcijski načrt za krožno gospodarstvo

„Business as usual“



Krožno gospodarstvo

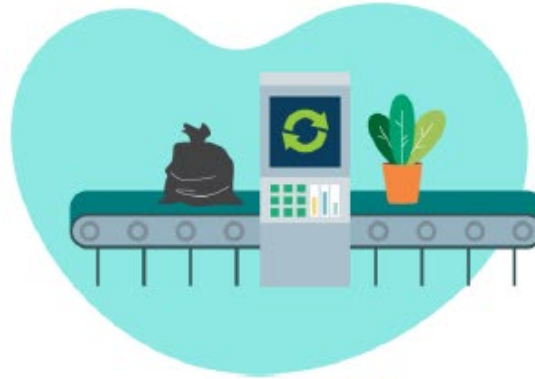
- ▶ Ključni cilj za vzpostavitev krožnega gospodarstva

= TRAJNOSTNO GRAJENO OKOLJE

Skupni jezik za celoten življenjski cikel



Whole life carbon



**Resource efficient
material flows**



Efficient use of water



Health and comfort

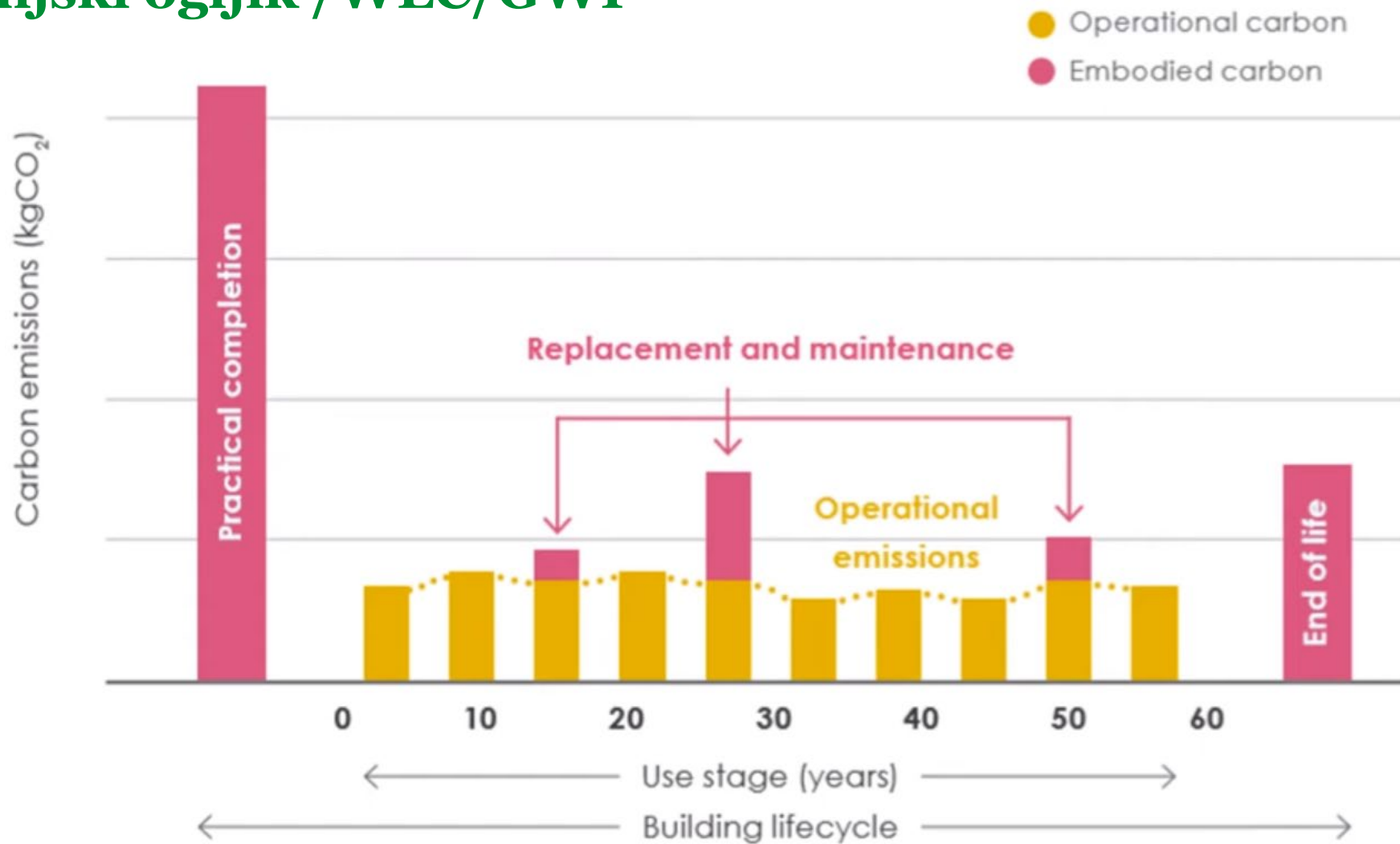


**Adaptation and resilience
to climate change**



Life cycle cost and value

Vseživljenjski ogljik /WLC/GWP



Reference: LETI CEDG



Kaj je Level(s)

- Vseevropski okvir za ocenjevanje in poročanje o trajnosti
- Pristop celotnega življenjskega cikla – robusten pristop k merjenju in izboljšavam od načrtovanja do konca življenjske dobe
- Tester ključnih kazalnikov v gradbenem sektorju
- Začetno orodje za glavni trg
- Za stanovanjske objekte in pisarne, novogradnja/prenova

Prednosti Level(s)

- Skupni jezik z uporabo industrijskih standardov najboljše prakse
- Sledi učinkovitosti v celotnem življenjskem ciklu
- Podpira prihodnje politike EU in nacionalne politike
- Stavbe, pripravljene na prihodnost, za ogljično nevtralnost
- Krepi dialog med zainteresiranimi stranmi
- Podpira trajnostne veščine in razumevanje
- Ciljni glavni sektor
- Preprosta vstopna točka, popelje uporabnika na potovanje, raven za stopnjo
- Prinaša odgovornost in zaupanje vlagateljev

Struktura kTG za Slovenijo

- ▶ 6 makrociljev, pripadajoč nabor kazalnikov, orodij
- ▶ Usklajevanje s
 - slovensko zakonodajo
 - gradbenimi predpisi
 - prakso
- ▶ Pomembni:
 - podatki
 - primerjalne vrednosti
 - programska orodja
 - zbirke podatkov
 - potrebno znanje

Makro cilj 1:

Emisija toplogrednih plinov v življenjskem ciklu stavb

- 1.1 Raba energije v fazi uporabe
- 1.2 Potencial za globalno segrevanje v življenjskem ciklu

Makro cilj 2:

Učinkovito ravnanje z viri in krožni življenjski cikel materialov

- 2.1 Oblikovanje pregleda materialov
- 2.2 Scenarij za življenjsko dobo stavbe, prilagodljivost in razgradnjo
- 2.3 Odpadki in materiali pri gradnji in rušenju
- 2.4 Ocena življenjskega cikla od zibelke do groba

Makro cilj 3:

Učinkovita raba vodnih virov

- 3.1 Celotna raba vode

Makro cilj 4:

Zdravi in udobni bivalni in delovni prostori

- 4.1 Kakovost notranjega zraka
- 4.2 Čas zunaj območja toplotnega ugodja

Makro cilj 5:

Prilagodljivost in odpornost na klimatske spremembe

- 5.1 Scenariji za predvidene bodoče klimatske pogoje

Makro cilj 6:

Optimizacija stroškov življenjskega cikla in vrednost

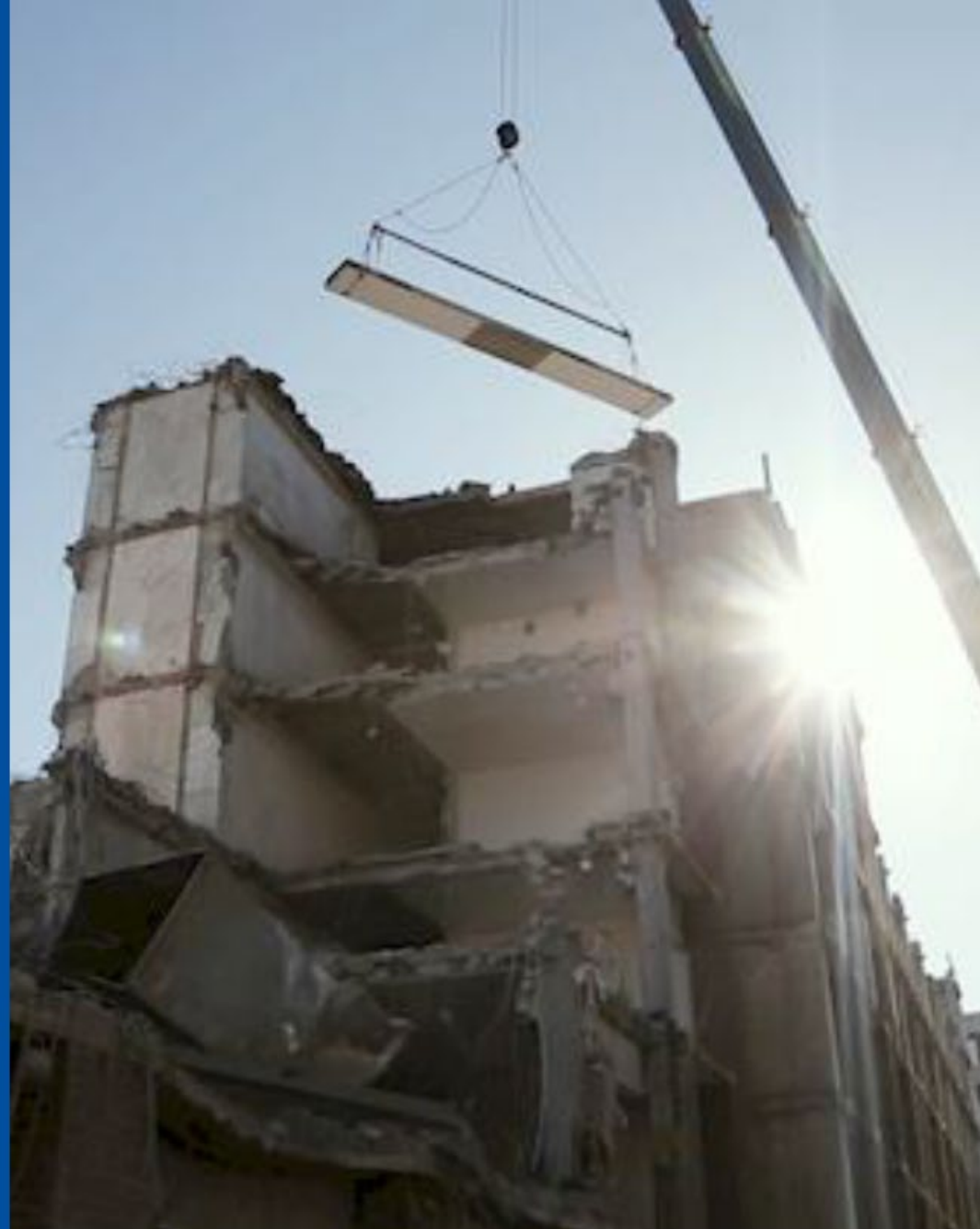
- 6.1 Stroški življenjskega cikla (LCC)

Circularity in action

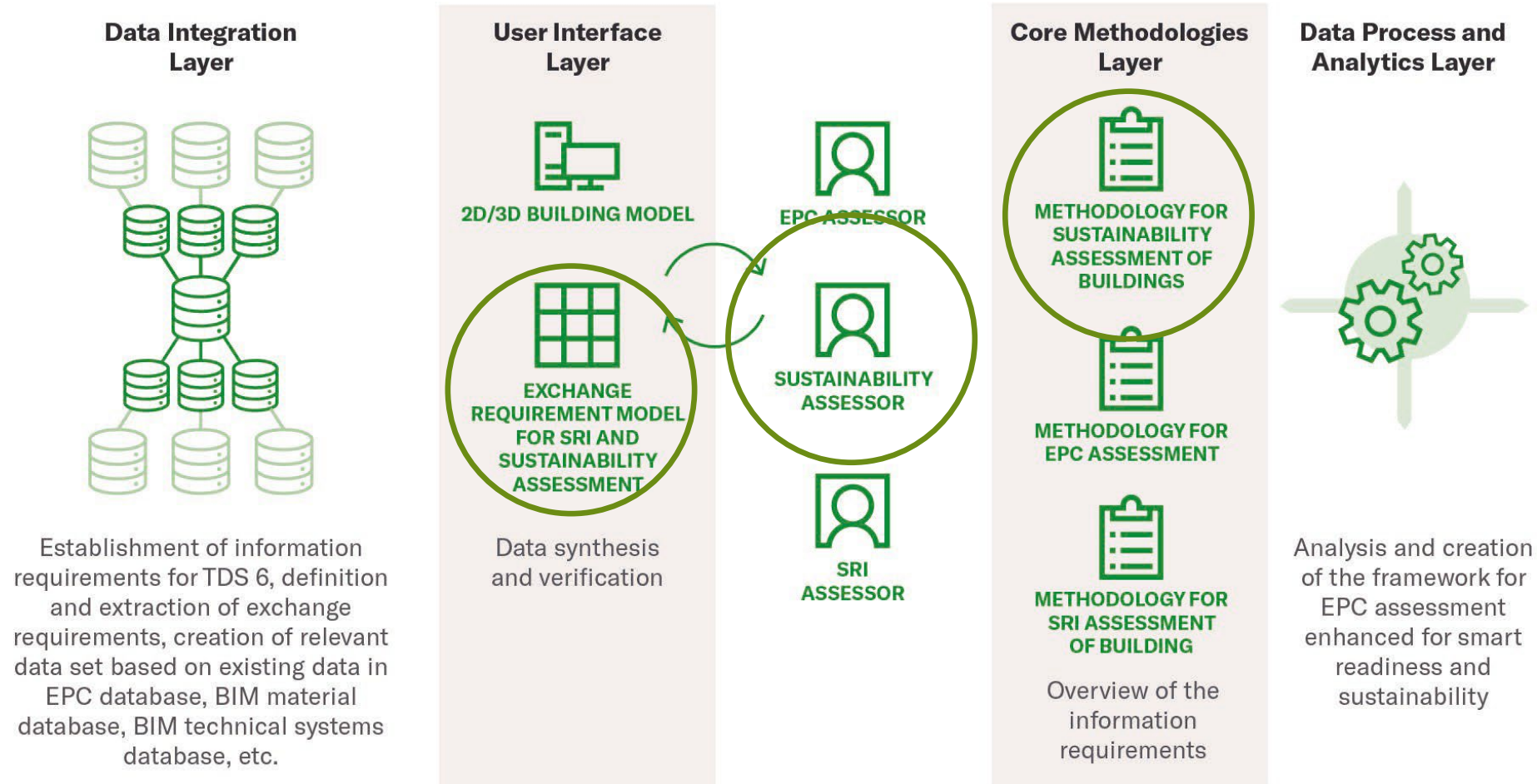
Reducing embodied carbon by taking a circular approach...

- Skanska re-used concrete decks when constructing a new hospital wing.
- Concrete normally accounts for **10 %** of all embodied carbon of a building.
- Re-using the concrete decks saves **90 %** of the concrete embodied carbon.

Photo credit: Skanska



Trajnostno vrednotenje stavb v TIMEPAC



Trajnostni kazalniki pod drobnogledom

Glavni cilj je bil predlagati rešitev, ki združuje izbrane indikatorje trajnosti z obstoječimi mehanizmi EPC v vsaki državi. Testiran je bil na stanovanjskih in javnih objektih.

Predhodna ocena kazalnikov trajnosti iz ogrodja ravni je pokazala, da lahko več izmed njih doda vrednost izboljšanemu EPC, ki ga predvidevamo v TIMEPAC, zlasti:

- **raba energije,**
- **čas izven območja toplotnega ugodja,**
- **stroški življenjskega cikla in**
- **življenjski cikel potenciala globalnega segrevanja**

Kazalnik 1: Raba energije

Kazalnik meri energetska učinkovitost stavbe na podlagi izračunane ali dejanske porabe energije, da bi zadovoljili različne energetske potrebe, povezane z njeno običajno uporabo.

V praksi je to enako energiji, potrebni za ogrevanje in hlajenje prostorov, oskrbo s toplo vodo, osvetlitev prostorov in delovanje tehničnih sistemov stavbe.

Za to so potrebni nosilci energije, kot so elektrika, zemeljski plin in biomasa, ki se neposredno uporabljajo v stavbi za zagotavljanje električne energije, toplote in tople vode. Če se energija izvaža iz stavbe, je treba upoštevati tudi to.

Kazalnik 1: Raba energije - poročanje

| | | kWh/m ² /ann. |
|---------------------------|--|--------------------------|
| Building service | L2.1 EPBD services 1 non-renewable primary energy self-used 2 (mandatory) | |
| | L2.2 EPBD services 1 renewable primary energy self-used 2 (optional) | |
| | L2.3 EPBD services 1 total primary energy self-used 2 (optional) | L2.1 + L2.2 |
| | L2.4 Exported renewable primary energy (mandatory) | |
| Heating | L2.5 EPBD services 1 non-renewable primary energy balance 3 (mandatory) | L2.1 - L2.4 |
| Cooling | L2.6 Non-EPBD services non-renewable primary energy self-used 2 (optional) | |
| Ventilation | L2.7 Non-EPBD services renewable primary energy self-used 2 (optional) | |
| Hot water | L2.8 Non-EPBD services 1 total primary energy self-used 2 (optional) | L2.6 + L2.7 |
| Lighting | L2.9 Total primary energy self-used 2 (optional) | L2.3 + L2.8 |
| Exported renewable energy | L2.10 Total primary energy balance 2 (optional) | L2.9 - L2.4 |
| Total | <p>1. For the purposes of comparability, EPBD services in Level(s) reporting should be considered as: heating, cooling, ventilation (including any humidification and dehumidification), hot water and lighting.</p> <p>2. Self-used means energy delivered to the building as part of the building operation. This includes all energy delivered from all sources, including onsite sources for EPBD services, such as PV panels and solar thermal installations and ignores any excess of renewable energy from onsite sources that is exported.</p> <p>3. Primary energy “balance” means the subtracting any exported renewable primary energy from the total “self-used” energy.</p> | |

Kazalnik 2: GWP

Ta kazalnik kvantificira potencial globalnega segrevanja (GWP) zgradbe v njenem življenjskem ciklu, ki zajema od pridobivanja surovin (zibelka) do razgradnje in ravnanja z materialom (grob).

Vključuje utelešene emisije ogljika v materialih z neposrednimi in posrednimi emisijami iz faze uporabe, pri čemer upošteva dejavnike, kot sta poraba energije in vode.

Sprejetje pristopa od zibelke do groba omogoča načrtovanje zgradb, ki uravnotežijo utelešene in izkoriščajo stopnje emisij ogljika. Zgradbe priznava kot znatna skladišča ogljika in poudarja potrebo po zasnovah, ki spodbujajo ponovno uporabo v prihodnosti in recikliranje ob koncu njihove življenjske dobe.

Kazalnik 2: GWP - poročanje

| Indicator | Unit | Product (A1-3) | Construction process (A4-5) | Use stage (B1-7) | End of life (C1-4) | Benefits and loads beyond the system boundary (D) |
|--|-----------------------|----------------|-----------------------------|------------------|--------------------|---|
| (1) GWP - fossil | kg CO ₂ eq | | | | | |
| (2) GWP - biogenic | kg CO ₂ eq | | | | | |
| GWP – GHGs (1+2) | kg CO ₂ eq | | | | | |
| (3) GWP – land use and land use change | kg CO ₂ eq | | | | | |
| GWP – overall (1+2+3) | kg CO ₂ eq | | | | | |
| <i>Notes:</i> | | | | | | |

Kazalnik 2: GWP - primer

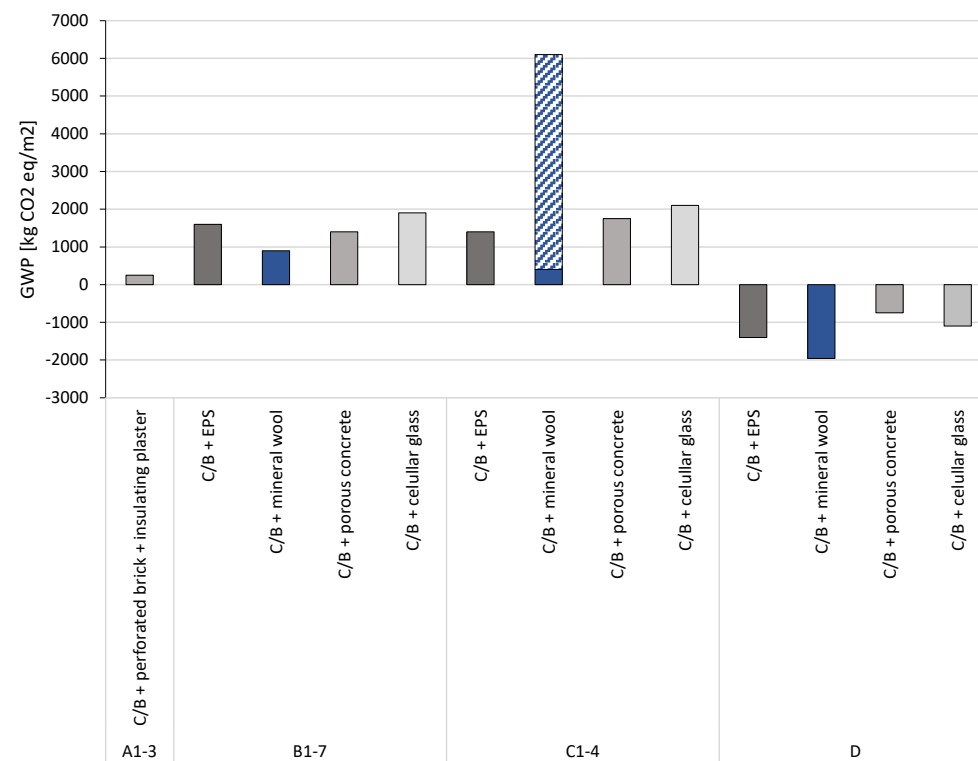
Preverjanje vpliva različnih toplotnoizolacijskih materialov na GWP.

| | Unit | After energy renovation | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| | | C/B + EPS | C/B + mineral wool | C/B + porous concrete | C/B + cellular glass |
| (1) GWP - fossil | kg CO ₂ eq /m ² | 1.850 | 2.415 | 2.650 | 3.150 |
| (2) GWP - biogenic | kg CO ₂ eq /m ² | 0 | 2.875 | 0 | 0 |
| GWP - (1) + (2) | kg CO ₂ eq /m ² | 1.850 | 5.290 | 2.650 | 3.150 |
| (3) GWP - Land use and land use change | kg CO ₂ eq /m ² | N/A | N/A | N/A | N/A |
| GWP - (1) + (2) + (3) | kg CO ₂ eq /m ² | N/A | N/A | N/A | N/A |

C/B - load bearing structure from concrete and bricks

ER - energy renovation

EPS - expanded polystyrene



Kazalnik 3: Čas izven cone toplotnega ugodja

Upravljanje toplotnega udobja, zlasti ublažitev sončnih dobitkov poleti, je ključnega pomena za vse stavbe. Medtem ko ta kazalnik obravnava predvsem poletno toplotno udobje, je ključnega pomena tudi zagotavljanje, da lahko prebivalci ohranijo toploto pozimi.

Velik del stanovanjskega sklada v EU se sooča z izzivi pri zagotavljanju zadostnega toplotnega udobja zaradi nezadostne izolacije, oken nizke kakovosti, hladnih mostov, infiltracije zraka ter neustreznih ali slabo vzdrževanih ogrevalnih sistemov.

Kazalnik 3: Čas izven cone toplotnega ugodja - poročanje

Performance assessment results

| Performance aspect | Heating season | Cooling season |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Operative temperature range (°C) | <i>Lower/upper limits</i> | <i>Lower/upper limits</i> |
| Time out of range (%) - without mechanical heating/cooling | <i>Proportion of time</i> | <i>Proportion of time</i> |
| Time out of range (%) - with mechanical heating/cooling | <i>Proportion of time</i> | <i>Proportion of time</i> |

Optional reporting for comparison with post-occupancy assessment results ⁴

| Performance aspect | Heating season | Cooling season |
|--|---|---|
| Thermal environment categories - without mechanical cooling | <i>EN 15251, Annex F comfort category</i> | <i>EN 15251, Annex F comfort category</i> |
| Time out of range (%) - with mechanical cooling | <i>EN 15251, Annex F comfort category</i> | <i>EN 15251, Annex F comfort category</i> |

Kazalnik 4: Vseživljenjski stroški

Stroški življenjskega cikla omogočajo celovito oceno stroškov v določenem obdobju, ki vključuje začetne kapitalske stroške ter prihodnje operativne stroške in stroške zamenjave sredstev.

Ta tehnika je ključnega pomena za izboljšanje okoljske učinkovitosti, saj priznava, da lahko višje začetne kapitalske naložbe povzročijo nižje tekoče stroške življenjskega cikla.

Ta perspektiva spodbudi stranke in oblikovalce, da razmislijo o medsebojnem delovanju med vnaprejšnjimi kapitalskimi stroški in stroški tekoče faze uporabe, kar ponuja dobro informirano osnovo za ocenjevanje prihodnje uspešnosti, vrednosti in obveznosti stavbe.

Kazalnik 4: Vseživljenjski stroški - poročanje

| Type of cost | Normalised cost by life cycle stage (€/m ² /an.) | | |
|----------------------------------|---|--|-------------------------------|
| | A Product and construction stages | B Use stage | C End of life stage |
| Initial costs | Construction | Refurbishment and adaptation | Deconstruction and demolition |
| Annual costs | - | Energy Water Maintenance, repair and replacement | - |
| Periodic costs | - | Maintenance, repair and replacement | - |
| Global costs by life cycle stage | Sum of A | Sum of B | Sum of C |

BIM kot pomemben generator podatkov in modelov

EPC ima potencial za usmerjanje gradbenih projektov k trajnostnim rešitvam. Tradicionalni način ustvarjanja EPC je lahko dolgotrajen.

Informacijsko modeliranje stavb postaja vse bolj priljubljen vir informacij med gradbenimi projekti in življenjskim ciklom zgradbe. BIM je virtualna podatkovna banka zgradbe in lahko pretirano izboljša proces EPC.

Integracija BIM omogoča ustvarjanje, shranjevanje in skupno rabo celovitih podatkov o zgradbi. To omogoča realen predlog ukrepov prenove, vključno z njihovimi koristmi in stroški.

Uporaba BIM zmanjša napor, potreben pri postopkih zbiranja podatkov in izračuna, ter optimizira učinek pri izračunu indikatorjev trajnosti.

Aplikacija pristopa na primeru dveh poslovnih stavb

Poslovna stavba 1 je bila izbrana, ker:

- je bila zgrajena leta 1956 in spada v skupino stavb, ki jih zajema Direktiva 2012/27/EU.
- je predstavnica tipologije poslovnih stavb z vidika velikost in rabe energije.
- je bila prenova izvedena kot primer dobre prakse ter financirana z modelom energetskega pogodbenišтва.
- so prostori namenjeni izključno za poslovno rabo.

Poslovna stavba 2 je bila izbrana, ker prostori niso namenjeni izključno za poslovno rabo. Na slednje vplivajo specifični dinamični energijski tokovi.

Poslovna stavba 1



Vir: GOLEA, 2016

Poslovna stavba 2



Aplikacija pristopa na primeru dveh poslovnih stavb

Poslovna stavba 1



Vir: GOLEA, 2016

Analiziran je bil proces načrtovanja energijske prenove dveh stavb.

Glavni razlogi za prenovo stavbe so bili:

- 1. izrabljeni tehnični sistemi stavbe**
- 2. energijska neučinkovitost**
- 3. trajnostna naravnost**
- 4. finančna sredstva**

Identificirani so bili glavni izzivi posamezne energijske prenove stavbe.

Progresivna metodologija poda odgovor, v kolikšni meri je mogoče s tradicionalnimi postopki le te nasloviti.

Poslovna stavba 2



Aplikacija pristopa na primeru dveh poslovnih stavb

Poslovna stavba 1



Vir: GOLEA, 2016

Obseg prenove poslovne stavbe 1:

celovita prenove toplotnega ovoja + menjava sistema ogrevanja

- $A_u = 605 \text{ m}^2$
- $Q_{nh}/A_u = 125 \text{ kWh/m}^2\text{a}$,
- $f_{OVE} = 0 \%$

Prenova izvedena v letu 2014.

Obseg prenove poslovne stavbe 2:

celovita prenove toplotnega ovoja + menjava energenta

- $A_u = 1.107 \text{ m}^2$
- $Q_{nh}/A_u = 108 \text{ kWh/m}^2\text{a}$,
- $f_{OVE} = 0 \%$

Prenova izvedena v obdobju 2014-2015.

Poslovna stavba 2



Poslovna stavba 1: Izveden postopek

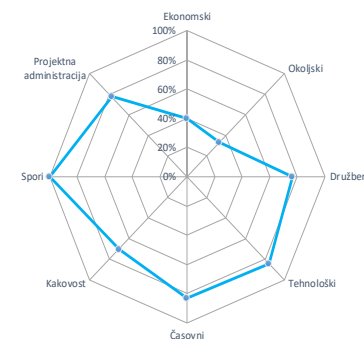
Cilj projekta: energijska učinkovitost
Vrednost dodatnih, nepredvidenih del: 49.800 EUR (18 % invest.)
Čas izvedbe: 3-mesečna zamuda

Dodatni investiciji in zamudi bi se lahko izognili. Prenova poslovne stavbe 1 je v času izvedbe veljala za primer dobre prakse. Danes pa bi s sodobnimi orodji v okolju BIM s progresivno metodologijo te rezultate lahko še izboljšali.

Nabor pridobljenih podatkov v času načrtovanja

| | Kategorija podatkov | Prizadevanje | Učinek na | | |
|-----------------------------------|---------------------|--------------|-----------|------------|------------|
| | | | Ekonomiko | Simulacijo | Natančnost |
| Obstoječi podatki o stavbi | | | | | |
| Popravila | Vse | + | - | +++++ | +++++ |
| Pretekla dela (prenove) | Vse | + | - | +++++ | +++++ |
| Vzdrževanje | Vse | + | - | +++++ | +++++ |
| Posnetek stanja stavbe | | | | | |
| Energetski pregled | Vse | +++++ | +++ | +++++ | ++++ |
| Obstoječi CAD načrti | Geometrija | - | - | +++++ | +++++ |
| Obstoječi HVAC načrti | HVAC | - | - | +++++ | +++++ |
| Termografija | Kalibracija | +++ | +++ | + | + |
| Energetski pregled | Kalibracija | +++++ | +++ | +++++ | +++++ |

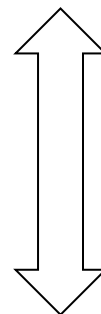
KPI izvedene prenove



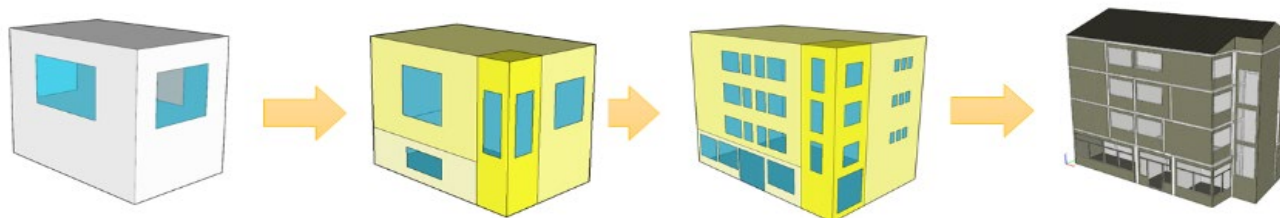
Aplikacija progresivnega pristopa

Oblikovani so bili testni primeri za stanje pred in po energijski prenovi, kjer se postopoma povečuje obseg vhodnih podatkov ter spreminja:

- *metoda izračuna energijskih kazalnikov,*
- *število toplotnih con,*
- *časovni režim uporabe,*
- *projektna notranja temperatura zraka in*
- *oddana toplota notranjih virov.*



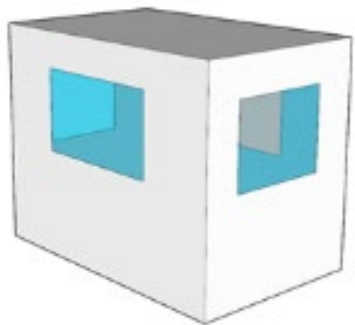
Opazovana kazalnika: (1) potrebna toplota za ogrevanje in (2) dovedena energija za ogrevanje stavbe.



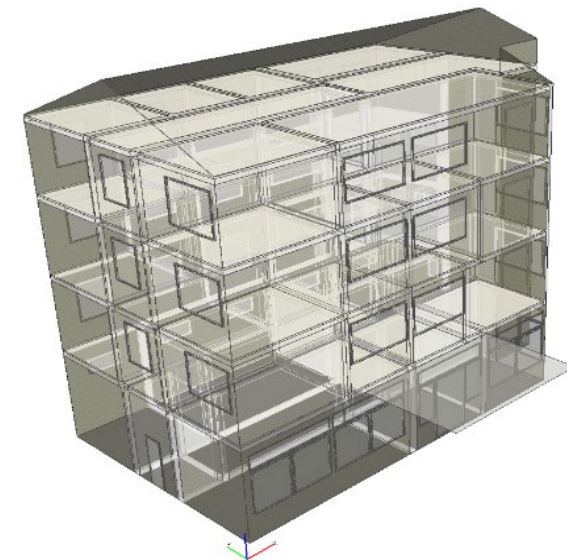
Primerjava pristopov

Rezultati energijskega modeliranja z različnimi pristopi:

- **uporabljeni:** izračunane vrednosti v času projektiranja;
- **simulacijski:** rezultat s simulacijo in pridobitvijo dodatnih podatkov;
- **normirana raba:** normirana dejanska raba energije za ogrevanje



| Kurilna sezona | Faza projekta energetske prenove | Energent za ogrevanje | Dovedena energija za ogrevanje [MWh] | Dovedena energija za ogrevanje [MWh] | Norm. dej. raba en. za ogrevanje [MWh] |
|----------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| <i>Pristop</i> | | | Uporabljeni | Simulacijski | |
| 2009-10 | Pred prenovi | Propan | 107,7 | 71,3 | 82,02 |
| 2010-11 | | | 107,7 | 71,3 | 82,01 |
| 2011-12 | | | 107,7 | 71,3 | 67,91 |
| ... | | | | | |
| 2015-16 | Po prenovi | Električna energija | 36,9 | 16,4 | 15,18 |
| 2016-17 | | | 36,9 | 16,4 | 16,21 |

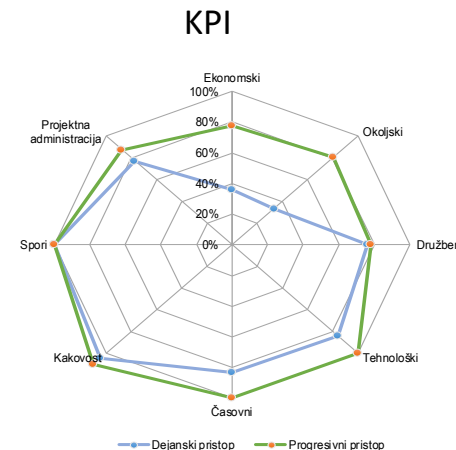
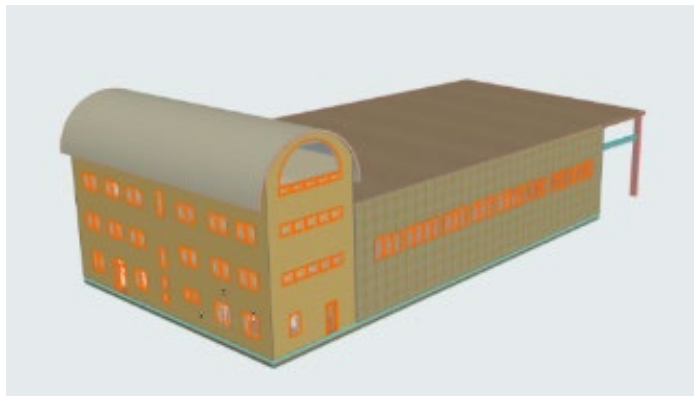


Poslovna stavba 2: Izveden postopek

Cilj projekta: energijska učinkovitost
Vrednost dodatnih, nepredvidenih del: 31.600 EUR (20 % invest.)
Čas izvedbe: v roku

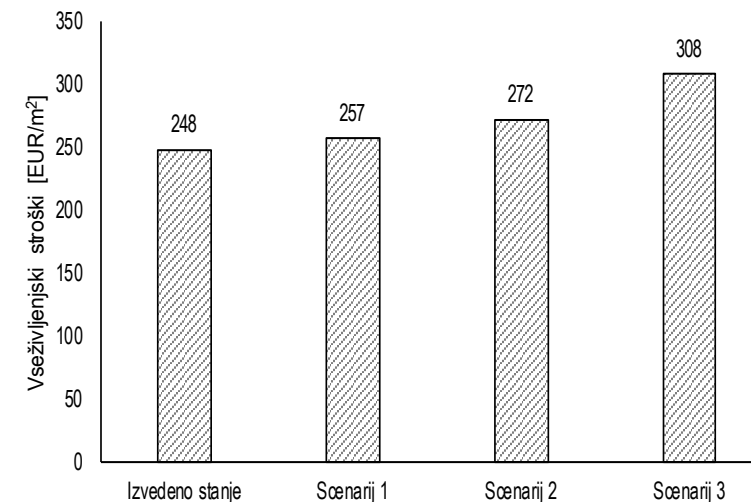
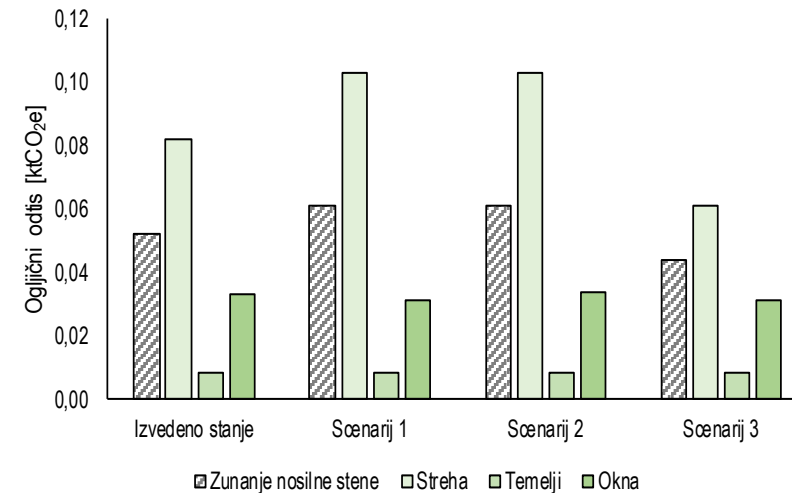
Navkljub dodatnim delom so bila dela končana v roku. Sčasoma pa se je izkazalo, da v času projektiranja vsi izzivi niso bili celovito naslovljeni. Zato so po že končani prenovi izvedli dodatne investicije, s čimer so optimizirali delovanje stavbe.

Model BIM poslovne stavbe 2



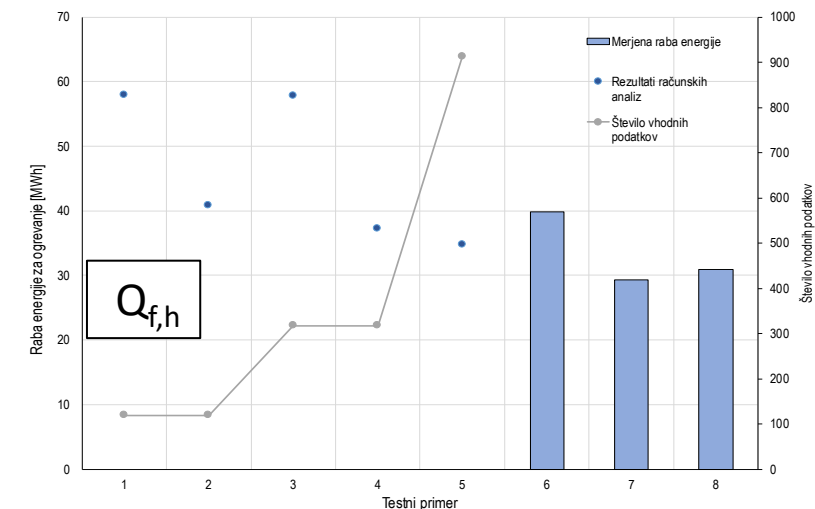
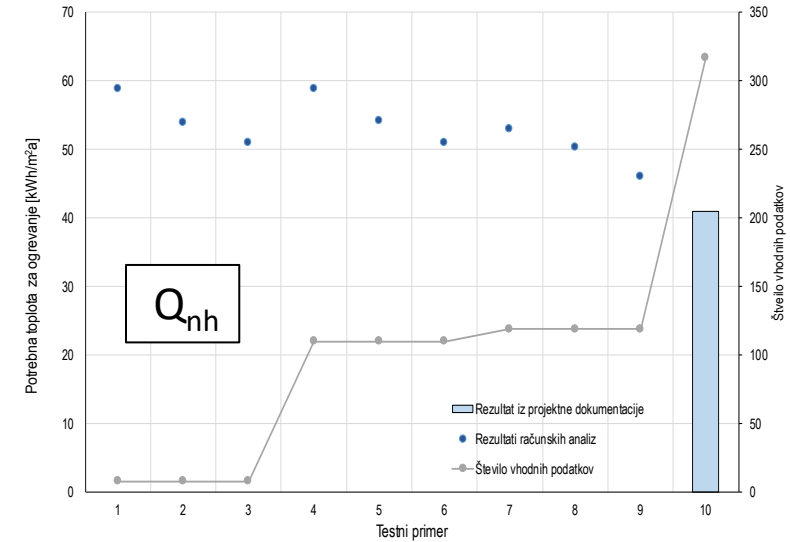
Poslovna stavba 2: Uporaba progresivne metodologije

- Rezultati energijske učinkovitosti na nivoju Q_{nh} dajejo podobne zaključke kot pri stavbi 1.
- Demonstracijsko so bili izračunani trajnostni kazalniki (vgrajena energija, ogljični odtis) ter primerjani z različnimi alternativnimi rešitvami.
- Dodatne potrebne podatke omogočajo BIM knjižnice v BIM modelirnikih.
- Preko analize LCC se izkaže, da je bil izvedeni ukrep najbolj ekonomsko upravičen od predlaganih alternativ.



Rezultati progresivnega pristopa pri PS2: nivo Qf,h

- Za stanje po prenovi je uporaba PP neupravičena, saj odstopanja znašajo do 32 %.
- Bolj podrobne metode dajejo bolj natančne rezultate (odstopanja od 3 do 9 %).
- Glavni razlog za odstopanja je nezmožnost obravnave specifičnih dinamičnih energijskih tokov s PP.



Uporaba BIM (tudi s progresivnim pristopom)

Analiza z BIM ter vrednotenjem KPI podaja naslednje zaključke:

- + BIM pristop omogoča **bolj učinkovito in celovito načrtovanje**,
 - + daje **boljši pregled nad modelom**,
 - + z BIM pristopom **eliminiramo potencialne zamude pri izvedbi** zaradi napak pri projektiranju,
 - + je zaradi BIM pristopa projektna dokumentacija bolj obsežna, ampak zaradi tega tudi bolj pregledna in učinkovita,
-
- izgradnja ustreznega modela zahteva vložek časa,
 - za ustrezno vodenje procesa BIM ter upravljanje z model(i) BIM potrebujemo ustrezen kader.

Uporaba progresivnega pristopa pred modeliranjem v BIM okolju je upravičena do nivoja ocenjevanja energijskega razreda stavbe ter rabe energije za ogrevanje po izvedeni en. prenovi pri stavbah izključno iste namenske rabe.

Če želite več informacij obiščite našo spletno stran www.timepac.eu ali nas kontaktirajte na gasper.stegnar@ijs.si

Hvala za vašo pozornost!