

# Trajnostno vrednotenje jeklenih konstrukcij

avtorji:

Helena GERVÁSIO,  
Paulo SANTOS,  
Luís Simões DA SILVA,  
Olivier VASSART,  
Anne-Laure HETTINGER,  
Valérie HUET

uredniki slovenske izdaje:

Primož MOŽE,  
Franc SINUR,  
Jože KORELC



Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za *gradbeništvo in geodezijo*

# Trajnostno vrednotenje jeklenih konstrukcij

## *Avtorji*

Helena Gervásio,  
Paulo Santos,  
Luís Simões da Silva,  
Olivier Vassart,  
Anne-Laure Hettinger,  
Valérie Huet

## *Uredniki slovenske izdaje*

Primož Može,  
Franc Sinur,  
Jože Korelc

## *Prevod in tehnična obdelava*

Blaž Čermelj  
Primož Može

## *Izdala in založila*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

## *Naklada*

100 izvodov

## *Tisk*

Formatisk d. o. o.

Publikacija je sofinancirana s strani Evropske komisije in ni namenjena za prodajo.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

624.014.2-047.44(035)

TRAJNOSTNO vrednotenje jeklenih konstrukcij / avtorji Helena Gervásio ... [et al.] ;  
[prevod Blaž Čermelj, Primož Može]. - Ljubljana : Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,  
2014

ISBN 978-961-6884-24-2

1. Gervásio, Helena  
276763392

# VSEBINA

---

RAZDELEK I

## **TEORETIČNE OSNOVE**

---

RAZDELEK II

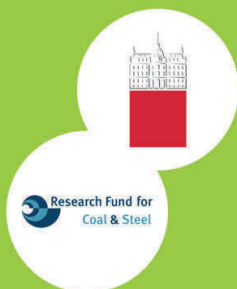
## **PRIROČNIK ZA PROJEKTIRANJE**

---





# TRAJNOSTNO VREDNOTENJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ Teoretične osnove



Poročilo projekta, financiranega s strani Evropske komisije  
preko Raziskovalnega sklada za premog in jeklo, februar 2014



## **Teoretične osnove**

Kljub posvečeni skrbi za zagotovitev celovitosti in kakovosti te publikacije vključno s predstavljenimi informacijami, partnerji projekta in založnik ne prevzemajo odgovornosti za morebitno škodo lastnine ali oseb, nastale v primeru uporabe publikacije in v njej zbranih informacij.

Razmnoževanje za nekomercialne namene je dovoljeno le z navedbo vira in s predhodnim obvestilom koordinatorja projekta. Javna objava tega dokumenta preko drugih virov, kot so spletne strani navedene v nadaljevanju, zahteva predhodno dovoljenje partnerjev projekta. Prošnja za objavo je potrebno nasloviti na koordinatorja projekta: ARCELORMITTAL BELVAL & DIFFERANGLE S.A., Rue de Luxembourg 66, Esch-sur-Alzette, Luxembourg.

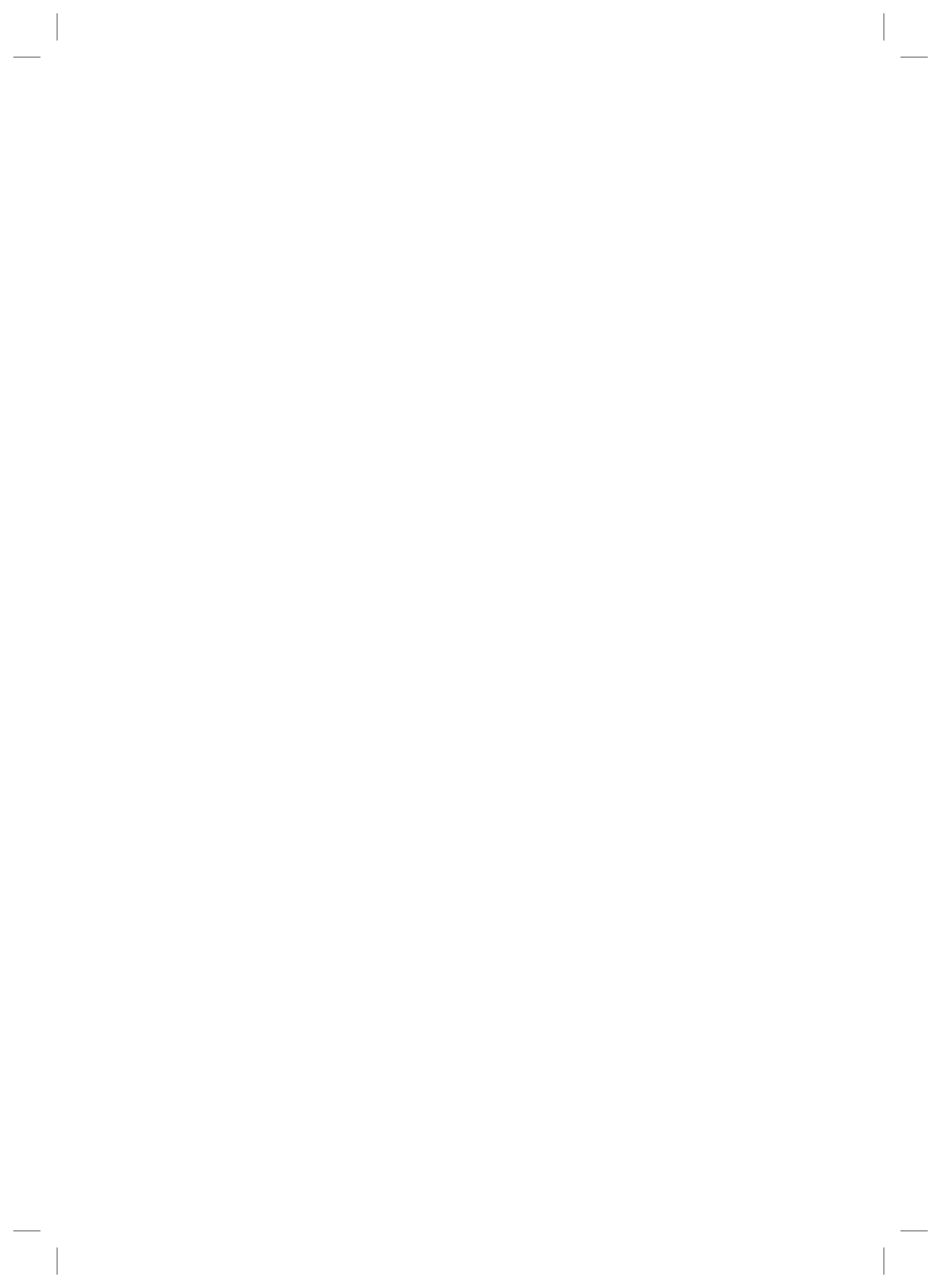
Ta dokument se nanaša na deseminacijski projekt (RFS2-CT-2013-00016) LVS<sup>3</sup> – Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures, ki je bil sofinanciran s strani Evropske komisije preko Raziskovalnega sklada za premog in jeklo (Research Fund for Coal and Steel).

Helena Gervásio, Paulo Santos, Luís Simões da Silva, Olivier Vassart, Anne-Laure Hettinger in Valérie Huet



## Vsebina

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OCENA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA STAVB</b>	<b>2</b>
2.1	Načelo življenjskega cikla	2
2.2	Metodologije in orodja za trajnostno vrednotenje stavb	3
2.3	Normativni okvir LCA	4
2.3.1	Opredelitev cilja in obsega	4
2.3.2	Analiza inventarja življenjskega cikla (angl. Life cycle inventory analysis – LCI analysis)	6
2.3.3	Presoja vpliva življenjskega cikla (angl. Life cycle impact assessment – LCIA)	6
2.3.4	Interpretacija življenjskega cikla	13
2.3.5	Ponazorilni zgled	13
2.4	Evropski standardi za oceno življenjskega cikla stavb	15
2.4.1	CEN TC350	15
2.4.2	Nivo stavbe (SIST EN 15978: 2011)	15
2.4.3	Nivo produkta (SIST EN 15804: 2012)	19
2.5	Drugi standardi in regulative (predvsem za fazo uporabe)	20
<b>3</b>	<b>POENOSTAVLJENE METODE ZA PRESOJO TRAJNOSTNEGA VIDIKA GRADNJE STAVB</b>	<b>22</b>
3.1	Uvod	22
3.2	Algoritem za oceno življenjskega cikla temelječ na makro-komponentah	22
3.2.1	Osnovne postavke	22
3.2.2	Razporeditev recikliranega materiala	25
3.2.3	Opredelitev makro-komponent	28
3.2.4	Nazoren primer sestava makro-komponent	29
3.3	Algoritem za količinsko opredelitev energije (faza uporabe)	33
3.3.1	Uvod	33
3.3.2	Lokacija stavbe in podnebje	33
3.3.3	Računske metode za določitev energetskih potreb	37
3.3.4	Kalibracija algoritma	54
<b>4</b>	<b>VALIDACIJA PRIVZETIH METODOLOGIJ</b>	<b>61</b>
4.1	Validacija pristopa z makro-komponentami	61
4.1.1	Opis študije primera	61
4.1.2	Izbira makro-komponent	62
4.1.3	Uporaba pristopa z makro-komponentami	64
4.1.4	Primerjava z detajlno analizo življenjskega cikla	65
4.2	Validacija pristopa v primeru izračuna energijskih potreb	66
4.2.1	Podnebni podatki in toplotne karakteristike tal	66
4.2.2	Podatki v zvezi z zasedenostjo	66
4.2.3	Sistemi v stavbi	67
4.2.4	Zastekljen del ovoja in specifikacije senčil	67
4.2.5	Neprosojni del ovoja	67
4.2.6	Rezultati energijske učinkovitosti stavbe	67
4.2.7	Primerjava z napredno numerično simulacijo	68
4.3	Končne ugotovitve	70
	<b>LITERATURA</b>	<b>71</b>
	<b>DODATEK 1 – PODATKOVNA BAZA MAKRO-KOMPONENT</b>	<b>75</b>



## 1 UVOD

Namen tega dokumenta je posredovanje podrobnejše informacije o razvoju in potrjevanju veljavnosti metodologij življenjskega kroga, ki se osredotočajo na oceno življenjskega cikla jeklenih konstrukcij. Dokument je nastal v okviru projekta za širjenje znanja **LVS<sup>3</sup>: Large Valorisation Sustainability of Steel Structures** (RFS2-CT2013-00016).

Dokument se nanaša na dve komplementarni metodologiji:

- (i) Pristop makro-komponent, ki obravnava oceno življenjskega cikla stavb in/ali posameznih stavbnih elementov, vendar brez upoštevanja količine porabljene energije v obdobju uporabe stavbe;
- (ii) Pristop, ki se osredotoča na obdobje uporabe stavbe in omogoča določitev količine porabljene energije za njeno obratovanje.

Oba pristopa sta bila razvita in preverjena v okviru evropskega RFCS projekta *SB\_Steel: Sustainability of Steel Buildings* (SB\_Steel, 2014).

V okviru predstavljenega projekta LVS<sup>3</sup> sta bila omenjena pristopa implementirana v več dostopnih programskih orodij. Prvi od njih je bil vključen v program *LCA Calculator*, ki je bil razvit na Univerzi v Coimabri na Portugalskem v sodelovanju z ECCS. Program deluje v okolju iOS. Drugi pristop pa je vgrajen v program *AMECO*, ki je bil razvit v sodelovanju med ArcelorMittal in CTICM.

Dokument sestoji iz treh glavnih delov. V prvem delu (poglavje 2) je podan kratek uvod k razumevanju načela življenjskega cikla. Sledi predstavitev različnih metod za trajnostno vrednotenje stavb z opisom splošnega okvira analize življenjskega cikla v skladu z mednarodnimi standardi. Drugi del dokumenta (poglavje 3) predstavlja podroben opis privzetih pristopov za presojo vplivov življenjskega cikla na okolje ter za oceno energetskih potreb stavbe med njeno operativno življenjsko dobo. V zadnjem delu dokumenta (poglavje 4) je predstavljena študija primera, ki je bil uporabljen za potrditev pravilnosti prikazanih pristopov.

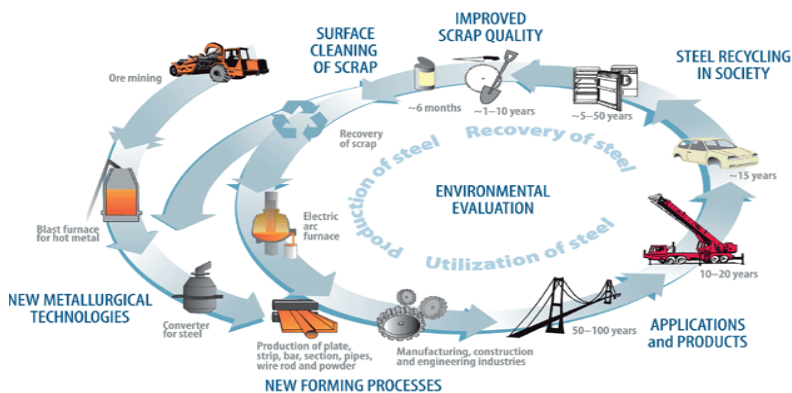
## 2 OCENA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA STAVB

### 2.1 Načelo življenjskega cikla

Analiza življenjskega cikla (angl. Life cycle Analysis – LCA) je postopek namenjen oceni okoljskih bremen, nastalih v procesu proizvoda oziroma v času njegove aktivnosti / uporabe, in vrednotenju ter izvajanju možnih ukrepov za doseganje okoljskih izboljšav. Opredeljuje in ugotavlja porabo materiala, potrebe po energiji, trdih odpadkov ter atmosferske in vodne emisije tekom celotnega življenjskega cikla izdelka (tj. od pridobivanja surovin do konca njegove življenjske dobe), kot je to prikazano na sliki 2.1.

Uporaba pristopov analize življenjskega cikla za oceno možnih vplivov izdelkov je priporočena tudi v dokumentu Integrated Product Policy (COM (2003)302).

Morebitni vplivi na okolje se pojavljajo v vseh fazah življenjskega cikla stavb ali drugih konstrukcij. Glavna prednost načela življenjskega cikla je, da se izogiba prelaganju bremen iz ene faze življenjskega cikla v drugo, iz enega geografskega območja v drugega in iz enega okoljskega medija (npr. iz zraka za doseg čistejšega zraka) v drugega (npr. v vodo ali v zemljo) (UNEP, 2004).



Slika 2.1: Princip življenjskega cikla (stalkretsloppet.se)

Uporaba pristopov življenjskega cikla omogoča tudi boljše rešitve za daljše časovno obdobje. To pomeni, da ima vsakdo v celotnem življenjskem ciklu izdelka, "od zibelke do groba" (angl. "cradle to grave"), odgovornost in vlogo glede vseh pomembnih vplivov na okolje (UNEP, 2004). Z opredelitvijo količine vseh emisij v zraku, vodi in tleh, do katerih prihaja v vsaki fazi življenjskega cikla, pristop življenjskega cikla omogoča identifikacijo najbolj kritičnih procesov tekom življenjske dobe izdelka ali sistema, s čimer se izboljša možnost za izboljšanje okolja tekom celotne verige proizvoda.

Kljub temu pa ima ta tip analize nekaj pomanjkljivosti:

- LCA je pogosto zamudna in draga, pogosto zahteva strokovno znanje;
- splošno sprejeta metodologija LCA ne obstaja;
- nekatere predpostavke v LCA utegnejo biti subjektivne (na primer določitev mej, podatkovni vir in presoja glede ocene učinka);



- v primeru, ko se LCA osredotoča na nacionalno in regionalno raven, njeni rezultati morda niso primerni za uporabo na lokalni ravni;
- natančnost študije LCA je odvisna od razpoložljivosti in kakovosti ustreznih podatkov.

Namen obeh uporabljenih pristopov za analizo življenjskega cikla v tem projektu je, da se odpravijo nekatere od zgoraj navedenih pomanjkljivosti, kot je to opisano v naslednjem poglavju.

V sledečem podpoglavju je predstavljen kratek povzetek različnih metodologij in orodij za oceno trajnostne gradnje.

## 2.2 Metodologije in orodja za trajnostno vrednotenje stavb

Gradbeništvo je odgovorno za največji delež okoljskih vplivov znotraj celotnega industrijskega sektorja. Na področju grajenega okolja je v zadnjih letih mogoče zaznati povečano zanimanje za ocenjevanje stanja okolja. Trenutno obstajata dva večja razreda orodij za oceno stanja grajenega okolja (Reijnders, Roekel, 1999):

- (i) kvalitativna orodja, ki temeljijo na točkah in kriterijih;
- (ii) orodja, ki se poslužujejo kvantitativne analize vhodov (inputov) in izhodov (outputov) sistema na podlagi pristopa življenjskega cikla.

V prvi skupini orodij so sistemi, kot so LEED (v ZDA), BREAM (v Angliji), GBTool (International Initiative for a Sustainable Built Environment - iiSBE), itd. Te metode, znane tudi kot bonitetni sistemi, običajno temeljijo na pregledih / revizijah stavb in dodeljevanju točk v skladu z vnaprej določenimi parametri. Čeprav gre v glavnem za kvalitativne parametre, so lahko nekateri parametri tudi kvantitativni in uporabljajo analizo življenjskega cikla (LCA), predvsem ko gre za določanje materialnih ocenjevalnih točk. Ponavadi se ti sistemi poslužujejo za pridobivanje certifikatov zelene (okolju prijazne) stavbe in znakov za okolje. Vendar pa je ta skupina orodij zunaj obsega tega dokumenta, zato je poudarek v nadaljevanju na drugi skupini orodij, ki temeljijo na pristopih življenjskega cikla.

LCA se sicer lahko neposredno uporablja v gradbenem sektorju, vendar pa zaradi specifičnosti pristopa pri uporabi standardnega modela življenjskega cikla za stavbe in druge objekte obstajajo dodatne težave. Glavni vzroki za to so (IEA, 2001):

- (i) pričakovana življenjska doba stavb je dolga in neznana in kot taka izpostavljena visoki stopnji negotovosti;
- (ii) stavbe so vezane na lokacijo in številni vplivi so lokalni;
- (iii) gradbeni proizvodi so običajno izdelani iz kompozitnih materialov, kar pomeni, da je potrebno zbrati večje število podatkov in s tem povezanih več proizvodnih procesov;
- (iv) poraba energije v fazi uporabe stavbe je v veliki meri odvisna od ravnanja uporabnikov in upravljanja sistemov;
- (v) pri stavbah gre za visoko stopnjo večnamenskosti, zaradi česar je težko izbrati ustrezno funkcionalno enoto;
- (vi) stavbe so tesno povezane z drugimi elementi v njihovem okolju, zlasti mestna infrastruktura, kot so ceste, cevi, zelene površine, čistilne naprave, kar je lahko zelo zavajajoče pri izvedbi LCA na stavbi kot izolirani enoti.

V zvezi z oceno življenjskega cikla stavb in njenih sestavnih delov je potrebno razlikovati med orodji LCA, razvitimi z namenom vrednotenja gradbenih materialov in komponent na eni strani (npr. BEES (Lippiatt, 2002)) in na drugi strani pristopi LCA za ocenjevanje stavbe kot celote

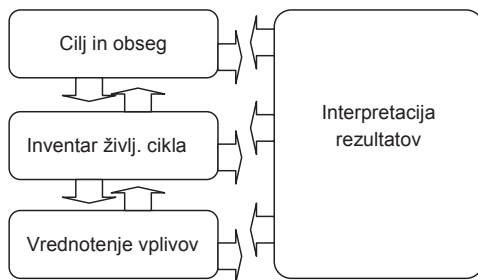
(npr. Athena (Trusty, 1997), Envest (Howard et al. 1999), EcoQuantum (Kortman et al., 1998)). Slednji pristopi so običajno bolj zapleteni, saj je splošna učinkovitost stavbe odvisna od interakcije med posameznimi komponentami in podsistemi, kot tudi od interakcije z uporabniki in naravnim okoljem. Izbira ustreznega orodja je zato odvisna od specifičnih okoljskih ciljev projekta.

Natančnost in ustreznost orodij LCA, ki se uporabljajo kot pomoč za načrtovanje, so bili analizirani v projektu razvitem v okviru evropske tematske skupine PRESCO (Practical Recommendations for Sustainable Construction) (Kellenberger, 2005). V tem projektu je bila narejena primerjava med različnimi orodji LCA na osnovi študij primerov, z osnovnim ciljem uskladitve orodij za presojanje, ki se uporabljajo za LCA stavb. Druge primerjalne analize v zvezi z orodji za presojo okoljskih vplivov grajenega okolja je mogoče najti v Jönsson (2000) in Forsberg & von Malmberg (2004).

Kot je bilo že omenjeno, se ta dokument osredotoča na LCA, in zlasti njeni uporabi v zvezi z jeklenimi konstrukcijami. V naslednjih podpoglavjih je predstavljen normativni okvir LCA. Najprej sta omenjena standarda SIST EN ISO 14040 (2006) in SIST EN ISO 14044 (2006), ki določata splošni okvir LCA. Sledi predstavitev novih evropskih (slovenskih) standardov za trajnostno gradnjo objektov. Potrebno je opozoriti, da se oba SIST EN ISO standarda nanašata na splošno uporabo, medtem ko se evropski SIST EN osredotočajo na oceno stavb in ostalih gradbenih objektov.

### 2.3 Normativni okvir LCA

Mednarodni standard SIST EN ISO 14040 (2006) in SIST EN ISO 14044 (2006) opredeljujeta splošni okvir, načela in zahteve za izvajanje in poročanje v zvezi s študijami za oceno življenjskega cikla. V skladu s tema standardoma mora ocena življenjskega cikla vključevati sledeče faze: opredelitev cilja in obsega, popis cikla (LCA inventar materialnih in energijskih tokov), oceno učinka in interpretacijo rezultatov. Kot je prikazano na sliki 2.2, so različne faze med seboj povezane, zato je za izpolnitev namena in cilja raziskave včasih potreben iterativni postopek. Opis posameznih faz je podan v naslednjih podpoglavjih.



Slika 2.2: Splošni okvir LCA (SIST EN ISO 14044:2006)

#### 2.3.1 Opredelitev cilja in obsega

V cilju študije LCA je potrebno jasno navesti namen uporabe, razloge za izvedbo študije in ciljno skupino, kateri bodo rezultati študije predstavljeni.

V obsegu LCA študije je potrebno opredeliti in jasno opisati funkcionalno enoto in meje sistema.

### 2.3.1.1 Funkcija in funkcionalna enota

Obseg študije LCA mora jasno opredeljevati funkcije analiziranega sistema. Funkcionalna enota je merilo učinkovitosti rezultata proizvodnega sistema. Osnovni namen funkcionalne enote je določitev referenčne vrednosti na katerega se nanašajo zbrani podatki. Te vrednosti so nujne za doseg primerljivosti rezultatov LCA. Primerljivost rezultatov je še posebej pomembna v primerih, ko gre za oceno različnih sistemov. Pri tem je potrebno zagotoviti, da so primerjave opravljene na skupni osnovi.

### 2.3.1.2 Sistemske meje

Meje sistema določajo katera enota procesa naj bo vključena v LCA. V primeru splošnega materiala, LCA zajema vse faze od proizvodnje surovin do njegove izrabe, kot je to prikazano na sliki 2.3.



Slika 2.3: procesi vključeni v LCA na primeru splošnega materiala

LCA, ki zajema le prve faze v proizvodnji materiala, od pridobivanja surovin do prevzema pri vratih tovarne, se imenuje analiza "od zibelke do vrat" (angl. "cradle to gate"). V primeru, ko je obravnavan celoten cikel proizvoda, od proizvodnje surovin do izrabe proizvoda, gre za analizo od "zibelke do groba" (angl. "cradle to grave"). V primerih, ko se po izrabi proizvoda upoštevajo postopki recikliranja in odpadni material nadomesti sicer potrebne nove surovine, se analiza imenuje analiza od "zibelke do zibelke" (angl. "cradle to cradle").

Meje sistema so določene na podlagi več dejavnikov vključno s predvidenim namenom uporabe študije, njenimi predpostavkami, merili za razmejitev, podatki, stroškovnimi omejitvami in s ciljno skupino.

Izbira inputov in outputov, stopnje združevanja znotraj posamezne kategorije podatkov in način modeliranja sistema morajo biti oblikovani tako, da inputi in outputi na svojih mejah predstavljajo elementarni tok.

### 2.3.1.3 Zahteve glede kakovosti podatkov

Za doseg predvidenega cilja in obsega analize so v SIST EN ISO 14044 navedene zahteve za sledeče kategorije:

- časovni obseg: starost podatkov in minimalno časovno obdobje predvideno za beleženje podatkov;
- geografska pokritost: geografsko območje iz katerega morajo biti zbrani podatki za procesno enoto;
- obseg tehnologije: specifična tehnologija ali kombinacija tehnologij;
- natančnost: statistične mere razpršenosti za podane vrednosti podatkov (npr. varianca);
- celovitost: odstotek toka, ki se meri ali ocenjuje;
- reprezentativnost: ocena kakovosti podatkov – v kolikšni meri nabor podatkov odraža resnično stanje;
- konsistentnost: ugotavljanje korektnosti uporabljene metodologije študije na obravnavanih primerih;

- ponovljivost: kvalitativna ocena stopnje ponovljivosti poročanih rezultatov študije s strani neodvisnega strokovnjaka na podlagi opisa uporabljene metodologije in podanih vrednosti podatkov;
- nezanesljivost informacij (npr. podatkov, modelov in predpostavk).

### **2.3.2 Analiza inventarja življenjskega cikla (angl. Life cycle inventory analysis – LCI analysis)**

Analiza popisa vključuje zbiranje podatkov in računске postopke za količinsko opredelitev inputov in outputov proizvodnega sistema. Te vhodne in izhodne količine lahko vključujejo uporabo surovin in s sistemom povezane izpuste v zrak, vodo in tla. Vrednostne in količinske podatke, ki se uporabijo v popisu, je potrebno zbrati posebej za vsako procesno enoto, ki je vključena znotraj mej sistema. Zbiranje podatkov je lahko odvisno od podatkovnih virov. Praktične omejitve pri zbiranju podatkov je potrebno navesti v podanem obsegu študije in jih tudi dokumentirati v poročilu študije.

### **2.3.3 Presoja vpliva življenjskega cikla (angl. Life cycle impact assessment – LCIA)**

#### **2.3.3.1 Splošna računška metoda**

Faza presoje vpliva v LCA je namenjena oceni pomembnosti možnih vplivov na okolje, pri tem pa uporablja rezultate LCI analize. V splošnem ta proces vključuje s tem povezan seznam podatkov s posebnimi okoljskimi vplivi in je sestavljen iz dveh delov:

- (i) obvezni elementi, kot so razvrščanje in opredelitev;
- (ii) neobvezni elementi, kot so normiranje, rangiranje, razvrščanje in uteževanje (pondiranje).

V skladu s podanim ciljem študije, razvrščanje zahteva predhodno izbiro ustreznih kategorij okoljskih vplivov in pripis rezultatov analize LCI izbranim kategorijam okoljskih vplivov. Nato se uporabijo karakterizacijski faktorji, ki predstavljajo relativni delež rezultata analize LCI v končni vrednosti kazalnika posamezne kategorije okoljskega vpliva. V skladu s to metodo so kategorije okoljskih vplivov linearne funkcije, tj. karakterizacijski faktorji so neodvisni od velikosti okoljskega ukrepa, kot je to podano z enačbo (2.1):

$$impact_{cat} = \sum_i m_i \cdot charact\_factor_{cat,i} \quad (2.1)$$

kjer je  $m_i$  masa  $i$ -tega inventarnega (materialnega) toka in  $charact\_factor_{cat,i}$  karakterizacijski faktorj  $i$ -tega materialnega toka za posamezno kategorijo vpliva.

V zvezi z neobveznimi koraki v LCA se normiranja običajno poslužujemo takrat, ko želimo pokazati do kakšne mere ima obravnavana kategorija okoljskega vpliva pomemben prispevek k celotnemu vplivu na okolje. V koraku uteževanja je dobljenim normiranim kazalnikom za vsako kategorijo vpliva pripisan koeficient z vrednostjo določeno glede na njihovo relativno pomembnost. Uteževanje (ponderiranje) temelji na izbiri vrednosti in nima znanstvene osnove, zato standard SIST EN ISO 14044 razlikuje med izbiro notranje in zunanje uporabe: če so rezultati namenjeni za primerjavo in predstavitev v javnosti, potem se uteževanje naj ne uporablja.

Razvrščanje je naslednji neobvezni korak v analizi življenjskega cikla, v katerem se kategorije vpliva združijo v enega ali več sklopov. V tem primeru se lahko v skladu s SIST EN ISO 14044 uporabljata dva možna postopka: razvrščanje kazalnikov kategorij na nominalni ravni in

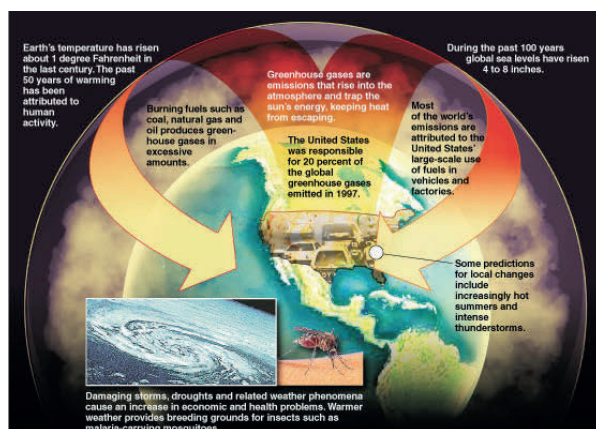
razvrstitev kazalnikov po sistemu rangiranja. Ker se ta dokument nanaša le na obvezne korake LCA, zgoraj navedeni neobvezni elementi v nadaljnjem besedilu niso posebej obravnavani.

### 2.3.3.2 Določitev vplivnih potencialov globalnih vplivov na okolje

Opazimo, da je cilj LCA ocena vplivnih potencialov vplivov na okolje, ki so povezani z opredeljenimi inputi in outputi. V naslednjih odstavkih je predstavljen kratek uvod v najpogostejše okoljske kategorije LCA. Obenem je predstavljena ustrezna računska metoda, ki je privzeta v okviru poenostavljenega pristopa opisanega v tem dokumentu.

#### 2.3.3.2.1 Potencial globalnega segrevanja (angl. Global warming potential - GWP)

Učinek tople grede, prikazan na sliki 2.4 nastane zaradi infrardečih (IR) aktivnih plinov, ki so naravno prisotni v zemljini atmosferi (npr.  $H_2O$ ,  $CO_2$  in  $O_3$ ). Ti plini absorbirajo zemeljsko (infrardečo) energijo (oz. radiacijo), ki jo oddaja Zemlja, ter njen del odbijajo nazaj proti Zemlji. Tako prispevajo k segrevanju površine Zemlje in spodnjega dela atmosfere. Koncentracija teh plinov, znanih tudi kot toplogrednih plinov (angl. Green House Gases - GHG), se povečuje od začetka industrijskega obdobja in povečuje naravni učinek tople grede na Zemlji, kar povzroča dvig temperature na površini Zemlje. Opisano stanje zvišanja temperature povzroča zaskrbljenost nad morebitno nastalimi podnebnimi spremembami.



Slika 2.4: Globalno segrevanje (EPS, 2009)

Vsi GHG niso enaki. Medtem ko je  $CO_2$  najbolj razširjen toplogredni plin, obstajajo številni drugi, ki prispevajo k podnebnim spremembam na enak način kot  $CO_2$ . Učinek različnih GHG se določa z uporabo koncepta potenciala globalnega segrevanja.

GWP je mera za relativno količino  $CO_2$ , ki bi jo bilo potrebno sprostiti, da bi imela v določenem času enak učinek sevanja, kot sproščen 1 kg GHG. GWP je torej način, ki za določen plin opredeljuje potencialni vpliv na globalno segrevanje. S strani Medvladnega foruma o podnebnih spremembah (angl. Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, 2007) so bile vrednosti GWP izračunane za tri časovna obdobja po 20, 100 in 500 let in so v preglednici 2.1 navedene za tri najpomembnejše toplogredne pline posebej za omenjena tri časovna obdobja.

Preglednica 2.1: GWP-ji za podana časovna obdobja (v kg  $CO_2$  ekv./kg) (IPCC, 2007)

	20 let	100 let	500 let
ogljikov dioksid ( $CO_2$ )	1	1	1
metan ( $CH_4$ )	62	25	7
didušikov oksid ( $N_2O$ )	275	298	156

Torej, po enačbi (2.2), je kazalnik globalnega segrevanja "Global Warming" določen kot,

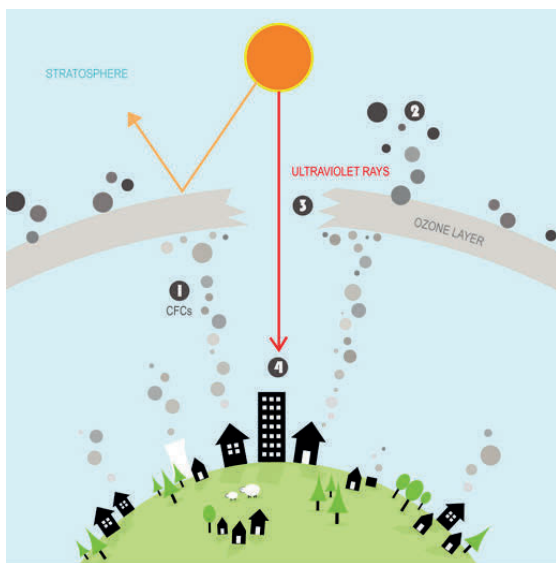
$$\text{Global Warming} = \sum_i GWP_i \cdot m_i \quad (2.2)$$

kjer je  $m_i$  masa sproščene snovi  $i$  (v kg). Kazalnik je izražen v ekvivalentu 1 kg plina  $\text{CO}_2$ .

V privzetem pristopu je bilo upoštevano le časovno obdobje 100 let.

### 2.3.3.2.2 Potencial razgradnje ozonske plasti (angl. Ozone Depletion Potential - ODP)

Plini, ki povzročajo zmanjševanje ozonske plasti, s sproščanjem prostih radikalov molekul povzročajo poškodbe stratosferskega ozona oziroma ozonske plasti ( $\text{O}_3$ ).



Poškodbe na ozonskem plašču zmanjšujejo njegovo zmožnost za preprečevanje ultravijolične (UV) svetlobe, ki vstopa v zemljino atmosfero, kar povečuje količino kancerogene UVB svetlobe, ki zadane zemljino površino. To pa povzroča zdravstvene težave pri ljudeh, kot na primer kožni rak, siva mrena, in s sončno svetlobo povezane poškodbe na živalih in rastlinah.

Poglavitni plini, ki povzročajo tanjšanje ozonske plasti so CFC-ji, HCFC-ji in haloni.

Slika 2.5: Poškodbe ozona (Blendspace, 2013)

Naraščajoča zaskrbljenost je leta 1980 privedla do svetovnih prizadevanj za omejitev uničevanja ozonske plasti. Takrat doseženi Montrealski sporazum je uveljavil prepoved uporabe mnogih ozonu najbolj škodljivih plinov.

Faktor škodljivosti za ozon je definiran kot potencial snovi za zmanjševanje globalne ravni ozona, v kilogramih, v primerjavi z ekvivalentom klorofluorogljikovodikom-11 (CFC-11). Model karakterizacije je razvila Svetovna meteorološka organizacija (angl. World Meteorological Organization - WMO) in opredeljuje potencial različnih plinov za zmanjševanje ravni ozona. Vrednosti faktorja škodljivosti za ozon so za nekatere snovi, ob predpostavki stanja dinamičnega ravnovesja, predstavljene v preglednici 2.2 (Heijungs et al., 1999).

Preglednica 2.2: Vrednosti faktorja škodljivosti za ozon (v kg CFC-11 eq./kg) (Heijungs et al., 1999)

	Stanje ravnotežja ( $t \approx \infty$ )
CFC-11	1
CFC-10	1,2
Halon 1211	6,0
Halon 1301	12,0

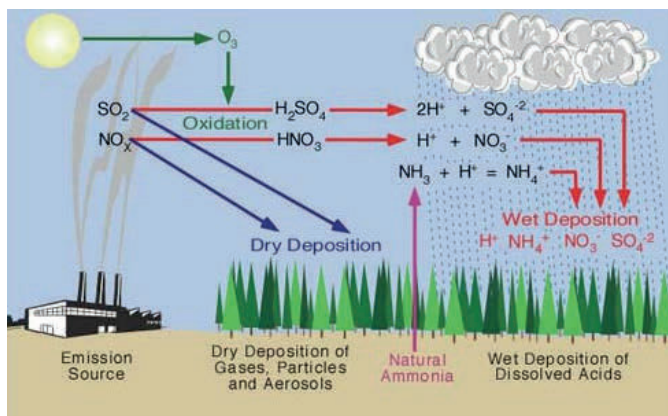
Tako je kazalnik zmanjševanja ravni ozona definiran kot

$$\text{Ozone Depletion} = \sum_i \text{ODP}_i \times m_i \quad (2.3)$$

kjer je  $m_i$  masa  $i$ -te sproščene snovi (v kg). Kazalnik je izražen v kilogramih ekvivalenta CFC-11.

### 2.3.3.2.3 Potencial zakisovajna (angl. Acidification Potential - AP)

Zakisovanje je proces v katerem se onesnažen zrak pretvori v kisle snovi, kot je to prikazano na sliki 2.6. Med zakisovalne pline prištevamo amonijak ( $\text{NH}_3$ ), žveplov dioksid ( $\text{SO}_2$ ) in dušikove okside ( $\text{NO}_x$ ). V ozračje izpuščene kisle spojine potujejo z vetrom in padajo na zemljo v obliki kislil delcev, kislega dežja ali snega. Kisel dež, ki pogosto pade zelo daleč od prvotnega mesta z izpustom plina, v različnem obsegu povzroča škodo na ekosistemu, odvisno od narave krajinskih ekosistemov.



Slika 2.6: Možnost zakisovanja (The energy library, 2013)

Možnost zakisovanja merimo z zmožnostjo snovi za sproščanje  $\text{H}^+$  ionov, ki je vzrok zakisovanja, ali pa se lahko meri glede na ekvivalentno sproščanje  $\text{SO}_2$ .

Karakterizacijski faktorji, privzeti v tem delu, temeljijo na modelu RAINS-LCA, ki upošteva obnašanje izpušnih plinov, usedlin in z njimi povezane učinke (Huijbregts, 2001). Povprečne vrednosti faktorjev opredelitive za Evropo so predstavljene v preglednici 2.3.

Preglednica 2.3: Možnost zakisovanja (v kg  $\text{SO}_2$  ekv.) (Huijbregts, 2001)

	amonijak ( $\text{NH}_3$ )	dušikovi oksidi ( $\text{NO}_x$ )	žveplov dioksid ( $\text{SO}_2$ )
API	1,60	0,50	1,0

Kazalnik zakisovanja je definiran kot:

$$\text{Acidification} = \sum_i \text{AP}_i \cdot m_i \quad (2.4)$$

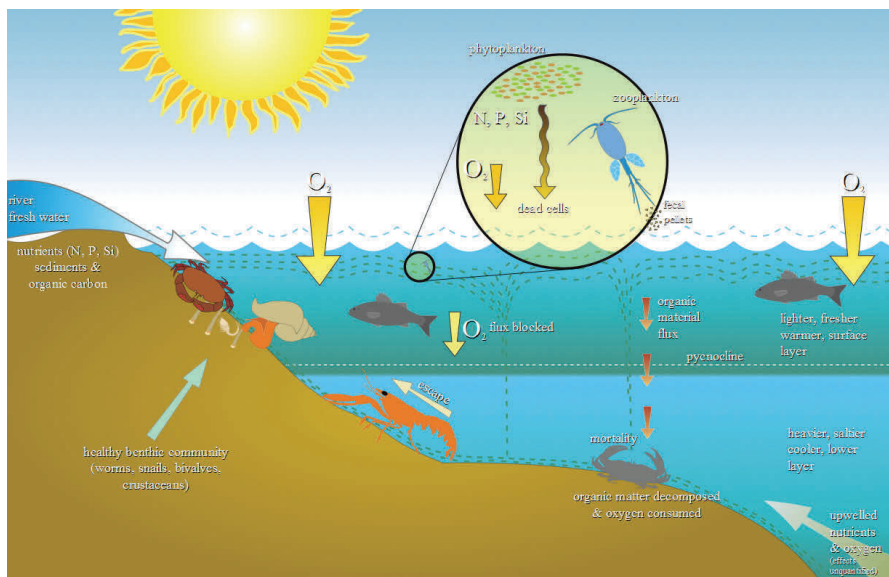
kjer je  $m_i$  masa  $i$ -te sproščene snovi (v kg). Kazalnik je izražen v kilogramih ekvivalenta  $\text{SO}_2$ .



### 2.3.3.2.4 Potencial evtrofikacije (angl. Eutrophication Potential - EP)

Hranilne snovi, kot so nitrati in fosfati, se običajno z gnojenjem dodajajo prsti z namenom spodbujanja rasti rastlin in kmetijskih proizvodov. Ta hranila so ključnega pomena za življenje, ko pa končajo v občutljivih naravnih vodnih ali kopenskih območjih, lahko to nenamerno gnojenje povzroči hitro in prekomerno rast rastlin oziroma alg. Rastline odmrejo in razpadejo in zadušijo ostale organizme. Zato je mogoče evtrofikacijo oziroma bogatitev s hranili (slika 2.7), opredeliti kot prekomerno bogatitev vodotokov. Njen pojav lahko povzroči poškodbe ekosistemov, povečano umrljivost vodnih živalskih in rastlinskih vrst, kar lahko privede do izgube vrst, ki so odvisne od okolij z nizko vsebnostjo hranil. Vse to vodi k skupnemu zmanjšanju biotske raznovrstnosti teh okolij in ima vpliv tudi na kopenske živali in ljudi, ki so odvisni od teh ekosistemov.

Stopnja evtrofikacije se meri z referenčno enoto kilograma dušikovega ali fosfatnega ekvivalenta. Evtrofikacija je torej mera za obseg proliferacije (čezmerne rasti) zaradi prisotnosti snovi v vodi, izražene na podlagi prisotnosti dušika ali fosfata kot referenčne snovi. K evtrofikaciji najbolj prispevajo dušikove spojine, kot so nitrati, amonijak, dušikova kislina in fosforne spojine, vključno s fosfati in fosforno kislino.



Slika 2.7: Možnost evtrofikacije (Wikipedia, 2013a)

V preglednici 2.4 so prikazani karakterizacijski faktorji, če fosfat predstavlja referenčno snov (Heijungs et al., 1999).

Preglednica 2.4: Možnost evtrofikacije (v kg  $\text{PO}_4^{3-}$  ekv.) (Heijungs et al., 1999)

	amoniak ( $\text{NH}_3$ )	dušikov oksid ( $\text{NO}_x$ )	nitrat (N)	fosfat (P)
EPi	0,35	0,13	0,10	1,00



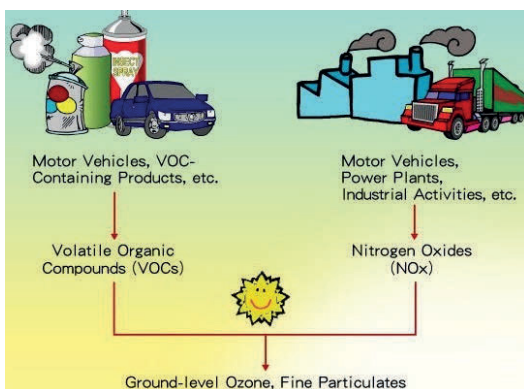
Potemtakem je indikator evtrofikacije definiran kot:

$$Eutrofication = \sum_i EP_i \cdot m_i \quad (2.5)$$

kjer je  $m_i$  (kg) masa  $i$ -te sproščene snovi v zrak, vodo ali tla. Kazalnik je izražen v kilogramih ekvivalenta  $PO_4^{3-}$

### 2.3.3.2.5 Potencial fotokemičnega nastanka ozona (angl. Photochemical Ozone Creation Potential - POCP)

V atmosferah, ki vsebujejo dušikove okside ( $NO_x$ ), druga onesnaževala in hlapne organske spojine (angl. volatile organic compound – VOC), se lahko v prisotnosti sončne svetlobe tvori ozon in druga onesnaževala zraka. Čeprav je ozon ključnega pomena v višjih plasteh atmosfere za zaščito pred ultravijoličnim (UV) sevanjem, prisotnost ozona v nižji atmosferi vpliva na nastanek najrazličnejše škode na pridelkih, povečane pojavnosti astme in drugih boleznih dihal.



Najpogostejši pokazatelj učinkov visoke stopnje prisotnosti plinov, ki prispevajo k temu pojavu, je nastanek smoga v poletnih mesecih nad velikimi mesti kot sta Los Angeles in Peking. Pri tem je glavni vir emisij  $NO_x$  izogrevanje goriva, medtem ko hlapne organske spojine pogosto izhajajo iz topil, ki se v veliki meri uporabljajo v barvah in premazih.

Slika 2.8: Možnost fotokemijskega nastajanja ozona (EPD, 2013)

Kategorija vpliva POCP je merilo za relativno sposobnost snovi, da v prisotnosti  $NO_x$  in sončne svetlobe tvori ozon. Pri tem je POCP izražen glede na referenčno snov, ki je v tem primeru etilen. Karakterizacijski faktorji za POCP so bili razviti s pomočjo usmeritvenega modela Gospodarske komisije združenih narodov za Evropo (angl. United Nations Economic Commission for Europe – UNECE).

Faktorji POCP so bili izračunani za dva scenarija (Heijungs in drugi, 1999):

- (i) scenarij z relativno visoko koncentracijo  $NO_x$  v ozadju;
- (ii) scenarij z relativno nizko koncentracijo  $NO_x$  v ozadju.

Vrednosti obeh faktorjev opredelitve so za izbrane snovi predstavljene v preglednici 2.5.

Preglednica 2.5: Karakterizacijski faktorji POCP za različni koncentraciji NO<sub>x</sub> določeni za izbrane snovi (v kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./kg) (Heijungs in drugi, 1999)

	visok delež NO <sub>x</sub>	nizek delež NO <sub>x</sub>
acetaldehid (CH <sub>3</sub> CHO)	0,641	0,200
butan (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0,352	0,500
ogljikov monoksid (CO)	0,027	0,040
acetilen (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	0,085	0,400
metan (CH <sub>4</sub> )	0,006	0,007
dušikov oksid (NO <sub>x</sub> )	0,028	ni podatka
propen (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> )	1,123	0,600
žveplov oksid (SO <sub>x</sub> )	0,048	ni podatka
toluen (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> )	0,637	0,500

Definicija kazalnika za nastanek ozona (angl. Photo-oxidant formation) je:

$$\text{Photo-oxidant formation} = \sum_i \text{POCP}_i \cdot m_i \quad (2.6)$$

kjer je,  $m_i$  (kg) masa  $i$ -te sproščene snovi. Kazalnik je izražen v kilogramih ekvivalenta etilena (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>).

V okviru privzetega pristopa so upoštevani le karakterizacijski faktorji, ki se nanašajo na scenarij z visoko koncentracijo NO<sub>x</sub>, ki nastane z lokalnimi naravnimi procesi, kot s tistimi, ki pridejo od daleč (tako fizičnega ali antropogenega izvora).

#### 2.3.3.2.6 Potencial porabe abiotskih virov (angl. Abiotic Depletion Potential)

Kazalniki porabe abiotskih virov opredeljujejo pomanjkanje neobnovljivih surovin, ki je posledica ekstrakcije virov (npr. mineralnih surovin, fosilnih nosilcev energije). V tem dokumentu sta upoštevani dve vrsti kazalnikov:

- poraba abiotskih elementov, ki obravnava pridobivanje redkih elementov (in njihovih rud);
- poraba abiotske energije / fosilnih goriv, v zvezi z uporabo fosilnih goriv za pogonska goriva ali surovino.



Slika 2.9: Poraba abiotskih virov (Wikipedia, 2013b)

Potencial porabe abiotskih virov v povezavi s pridobivanjem elementov (angl. The Abiotic Depletion Potential for elements – ADP<sub>elements</sub>) je definiran za vsako pridobivanje elementov posebej na podlagi preostalih rezerv in intenzitete izrabe. ADP temelji na enačbi

proizvodnja / preostala zaloga, ki služi za primerjavo z referenčnim primerom, antimon (Sb) (Guinée in drugi, 2002). Različni pristopi uporabljajo različne izračune rezerv v Zemljini skorji: npr. izračun celotne zaloge pred samim izčrpavanjem (angl. ultimate reserve), izračun zgornje meje količine pridobljene surovine, na osnovi ekonomske upravičenosti (angl. economic reserve).

Zato je možnost porabe  $i$ -tega abiotskega vira elementa ( $ADP_i$ ) podana z razmerjem med količino že porabljenega vira in količino zalog istega vira, ki jo je mogoče izrabiti. Za količinsko mero se uporablja kilogram referenčnega vira antimona. Pripadajoči karakteristični faktorji za nekatere vire so predstavljeni v preglednici 2.6.

Preglednica 2.6: Možnost porabe abiotskih virov za nekatere elemente (v Sb ekv./kg) (Guinée in drugi, 2002)

rudninski vir	ADP element
aluminij	1,09E-09
cadmij	1,57E-01
baker	1,37E-03
železo	5,24E-08
svinec	6,34E-03

Definicija kazalnika za porabo abiotskih elementov je:

$$Abiotic\ Depletion = \sum_i ADP_i \cdot m_i \quad (2.7)$$

kjer je,  $m_i$  (kg) količina  $i$ -tega izkoriščenega vira. Kazalnik je izražen v kilogramih antimona (referenčni vir).

Prvotno se je količina fosilnih goriv merila na enak način, vendar se od leta 2010 uporabljajo nekoliko drugačni izračuni. V tem primeru se uporablja absolutno merilo, ki temelji na energijski vsebnosti fosilnih goriv (Guinée in drugi, 2002). Ta pristop ne upošteva razlik v relativnem pomanjkanju med različnimi fosilnimi gorivi, saj so fosilna goriva v veliki meri prenosljiva sredstva in je razlika v pomanjkanju med rudo (kot najpogostejšim virom) in zemeljskim plinom (kot virom z najmanjšimi zalogami) le 17 %. Kazalnik porabe abiotskih fosilnih virov (angl. indicator Abiotic Depletion Fossil) je izražen v MJ.

### 2.3.4 Interpretacija življenjskega cikla

Interpretacija rezultatov je zadnji korak v LCA. Tu so zbrane skupaj ugotovitve iz popisa življenjskega cikla in presoje vpliva življenjskega cikla. Glavni cilj te faze je oblikovanje zaključkov na osnovi rezultatov LCA. Prav tako je potrebno analizirati rezultate iz prejšnjih faz, skupaj z odločitvami tekom celotnega procesa. Predpostavke, modeli, parametri in uporabljeni podatki morajo biti skladni z definiranim ciljem in obsegom študije.

### 2.3.5 Ponazorilni zgled

Za ponazoritev različnih korakov v študiji ocene življenjskega cikla, opisane v prejšnjih odstavkih, je v nadaljevanju podan kratek primer.

Ob predpostavki proizvodnje 1 kg generičnega izolacijskega materiala, so bile v fazi popisa življenjskega cikla določene emisije, ki so prikazane v preglednici 2.7.

Preglednica 2.7: Emisije za proizvodnjo 1 kg generičnega izolacijskega materiala

emisije	vrednost (v kg)
ogljikov monoksid (CO)	0,12
ogljikov dioksid (CO <sub>2</sub> )	0,60
amonijak (NH <sub>3</sub> )	0,01
metan (CH <sub>4</sub> )	0,05
dušikov oksid (NO <sub>x</sub> )	1,02
fosfor (P)	0,35
žveplov dioksid (SO <sub>2</sub> )	0,10

V naslednjem koraku presoje vpliva življenjskega cikla so izbrane sledeče okoljske kategorije:

- (i) potencial globalnega segrevanja (GWP),
- (ii) potencial zakisovanja (AP),
- (iii) potencial evtrofikacije (EP).

Karakterizacijski faktorji vseh emisij so z vsako okoljsko kategorijo navedeni v preglednici 2.8.

Preglednica 2.8: Karakterizacijski faktorji za izbrane okoljske kategorije

	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv.)	AP (kg SO <sub>2</sub> ekv.)	EP (kg PO <sub>4</sub> - ekv.)
ogljikov monoksid (CO)	1,53	-	-
ogljikov dioksid (CO <sub>2</sub> )	1,00	-	-
amonijak (NH <sub>3</sub> )	-	1,60	0,35
metan (CH <sub>4</sub> )	25,00	-	-
dušikov oksid (NO <sub>x</sub> )	-	0,50	0,13
fosfor (P)	-	-	3,06
žveplov dioksid (SO <sub>2</sub> )	-	1,20	-

Produkt vsake udeležene emisije obravnavanega proizvoda s pripadajočim karakterizacijskim faktorjem predstavlja končni rezultat za vsako okoljsko kategorijo (npr., za GWP:  $0,12 \times 1,53 + 0,60 \times 1,00 + 0,05 \times 25 = 1,93$  kg CO<sub>2</sub> ekv.). Rezultati so prikazani v preglednici 2.9.

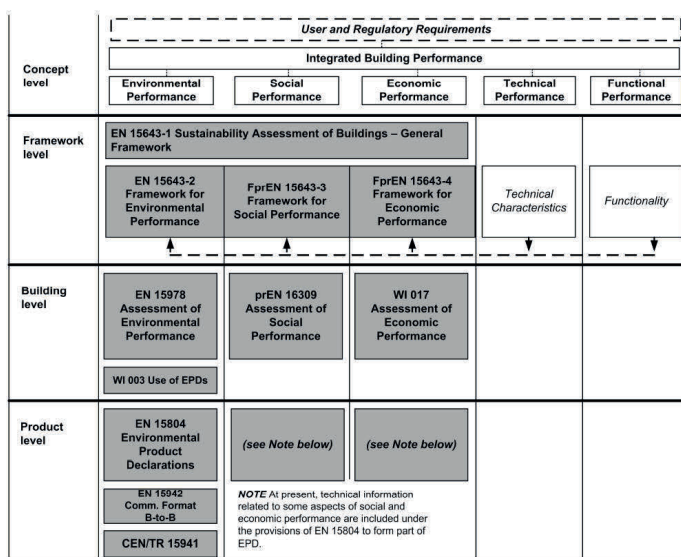
Preglednica 2.9: Končni rezultat vrednosti kazalnikov izbranih okoljskih kazalnikov

GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv.)	AP (kg SO <sub>2</sub> ekv.)	EP (kg PO <sub>4</sub> - ekv.)
1,93	0,65	1,21

## 2.4 Evropski standardi za oceno življenjskega cikla stavb

### 2.4.1 CEN TC350

Evropski komite za standardizacijo – CEN je bil v letu 2004 pooblaščen za razvoj horizontalnih standardiziranih metod za ocenjevanje celostne okoljske učinkovitosti stavb. V okviru CEN-TC 350 je bil ta mandat razširjen na področje trajnosti stavb, hkrati pa je bila sprejeta odločitev za uporabo pristopa življenjskega cikla kot osnove za vse ocene. Zato, tehnični komite (TC) razvija standarde, tehnična poročila in tehnične specifikacije, ki zagotavljajo metodologijo in kazalnike za trajnostno vrednotenje stavb. Normativni okvir za trajnostno vrednotenje stavb, ki jih zagotavljajo standardi s strani CEN-TC 350, zajemajo okoljske, gospodarske in družbene vidike (EN 15643-1, 2010), kot je to prikazano na sliki 2.10.



Slika 2.10: Program dela CEN TC350 (EN 15643-1, 2010)

Kot je razvidno iz slike 2.10 TC deluje na štirih ravneh (koncept / okvir / stavba / proizvod) in vključuje pet vidikov delovanja (okoljski / socialni / ekonomski / tehnični / funkcionalni). Med njimi je okoljska presoja najrazvitejše področje, podprto s standardi razvitimi tako na ravni stavbe kot na ravni proizvodov. Okoljski pristop življenjskega cikla privzet v tem dokumentu sledi smernicam dveh standardov, namenjenih vrednotenju okoljskih vplivov stavb: SIST EN 15978 (2011) za stavbe in SIST EN 15804 (2012) na nivoju materiala.

### 2.4.2 Nivo stavbe (SIST EN 15978: 2011)

SIST EN 15978 (2011) določa pravila za oceno okoljske učinkovitosti novih in obstoječih stavb, ki temeljijo na pristopu življenjskega cikla. Namenjen je podpori pri procesu odločanja in pri pripravi dokumentacije o okoljski učinkovitosti stavb. Za popoln pregled metodologije se priporoča branje omenjenega standarda. Dokument v nadaljevanju obravnava naslednje ključne vidike: funkcionalno enakovrednico, faze življenjskega cikla in okoljske kazalce.

### 2.4.2.1 Funkcionalna enakovrednica

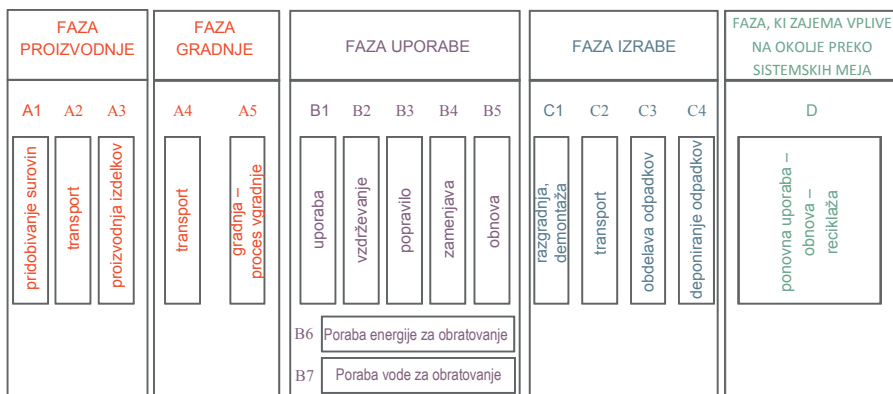
Funkcionalna enakovrednica je v standardu definirana kot "količinsko opredeljene funkcionalne zahteve in / ali tehnične zahteve za stavbe ali sestavljene sisteme (konstrukcijski deli), ki služijo kot osnova za primerjavo". Zato je primerjava med stavbami ali sistemi mogoča le takrat, ko so uporabljene enake funkcije. Funkcionalna enakovrednica stavbe mora vsebovati vsaj naslednje vidike:

- (i) tip stavbe (npr. stanovanjska, pisarne, itd.);
- (ii) način uporabe;
- (iii) ustrezne tehnične in funkcionalne zahteve; in
- (iv) zahtevano življenjsko dobo.

### 2.4.2.2 Faze življenjskega cikla

Meje sistema določajo obseg analize življenjskega cikla, tj. opredeljujejo procese, ki se upoštevajo v analizi. Kot je navedeno v standardu, okoljska presoja "vključuje vse procesne faze, od pridobivanja surovin (angl. upstream process) do faze proizvodnje vse do gotovega produkta (angl. downstream process), ki so potrebne za vzpostavitev in vzdrževanje delovanja stavbe".

Seveda pa je za presojo okoljske učinkovitosti na nivoju stavbe potrebno poznati tudi informacije v zvezi z materiali, ki so vgrajeni v stavbo. Za zagotovitev potrebne skladnosti, morajo te informacije slediti pravilom za posamezne kategorije podatkov, navedenim v SIST EN 15804 (glej naslednje podpoglavje). V tem standardu je življenjski cikel stavbe predstavljen z modularno zasnovo, kot je to prikazano na sliki 2.11.



Slika 2.11: Moduli življenjskega cikla stavbe (SIST EN 15978, 2011)

Proizvodna faza materialov / proizvodov vključuje module A1 do A3, faza gradnje vključuje modula A4 in A5, faza uporabe vključuje module B1 do B7, faza izrabe (faza ob koncu življenjskega kroga) vključuje module C1 do C4. Sledi modul D, ki vključuje ponovno uporabni material in odpad (proces reciklaže) zunaj meja obravnavanega sistema. V naslednjih odstavkih je podan kratek opis vsake izmed zgoraj naštetih faz s pripadajočimi moduli.

#### 2.4.2.2.1 Faza proizvodnje gradbenih materialov / proizvodov

Faza proizvodnje vključuje informacijske module od A1 do A3. Systemske meje v naravi so postavljene tako, da so vključeni vsi procesi, ki zagotavljajo materialne in energetske vložke v

sistem in v nadaljnjo proizvodnjo ter procese transporta do vrat tovarne, vključno z obdelavo vseh odpadkov nastalih zaradi teh procesov. Faza vključuje:

- A1 Pridobivanje in predelavo surovin; ponovno uporabo izdelkov ali materialov iz prejšnjega proizvodnega sistema; predelava sekundarnih surovin, ki se uporabljajo kot vhodni materiali pri izdelavi produkta;
- A2 prevoz do vrat tovarne in interni transport;
- A3 Proizvodnja pomožnih materialov, proizvodnjo izdelkov in stranskih produktov; izdelavo embalaže.

#### 2.4.2.2 Faza gradnje

Faza gradnje vključuje sledeče informacijske module:

- A4 Transport od vrat tovarne do gradbišča;
- A5 Vgradnja izdelka v stavbo vključno s proizvodnjo in transportom pomožnih materialov in vso energijo ali vodo, ki je potrebna za vgradnjo ali nemoteno delovanje gradbišča. Prav tako vključuje potrebno obdelavo izdelka na samem gradbišču.

#### 2.4.2.3 Faza uporabe

Faza uporabe vključuje dve vrsti informacijskih modulov. Moduli, povezani s samo konstrukcijo stavbe (moduli B1 – B5) in moduli, povezani z delovanjem stavbe (modula B6 in B7):

- B1 Uporaba vgrajenega proizvoda v smislu morebitnih emisij v okolje, ki izhajajo iz sestavnih delov zgradbe in gradbenih objektov med njihovo normalno (pričakovano) uporabo;
- B2 Redno vzdrževanje, ki vključuje kombinacijo vseh načrtovanih tehničnih in pripadajočih upravnih ukrepov v času življenjske dobe proizvoda z namenom, da se v stavbo vgrajeni material ohranja v stanju, ki omogoča njegovo funkcionalno in tehnično uporabo ter ohranja estetske kvalitete proizvoda;
- B3 Popravilo, ki zajema kombinacijo vseh tehničnih in pripadajočih upravnih ukrepov v času življenjske dobe proizvoda, povezanih s popravilom, vzdrževanjem skladnosti in zmožnosti gradbenega proizvoda ali njegovih delov vgrajenih v stavbo, z namenom, da se povrne v sprejemljivo stanje, v katerem lahko opravlja zahtevano funkcionalno in tehnično uporabo.
- B4 Zamenjava, ki zajema kombinacijo vseh tehničnih in pripadajočih upravnih ukrepov v času življenjske dobe proizvoda povezanih z vračanjem gradbenega proizvoda v stanje, v katerem lahko opravlja zahtevano funkcionalno in tehnično uporabo, z zamenjavo celotnega gradbenega elementa;
- B5 Obnova (s tehničnimi izboljšavami), ki zajema kombinacijo vseh tehničnih in pripadajočih upravnih ukrepov v času življenjske dobe proizvoda, povezanih z vračanjem stavbe v stanje, v katerem lahko opravlja zahtevane funkcije;
- B6 Poraba energije potrebne za delovanje v stavbo vgrajenih tehničnih sistemov in skupaj z njo povezani okoljski vidiki in vplivi, vključno z obdelavo in transportom vseh odpadkov nastalih na samem kraju s porabljeno energijo.
- B7 Poraba vode potrebna za delovanje v stavbo vgrajenih tehničnih sistemov in skupaj z njo povezani okoljski vidiki in vplivi, upoštevajoč življenjski cikel vode, vključno z dobavo, transportom in obdelavo odpadne vode.

#### 2.4.2.2.4 Faza izrabe (faza ob koncu življenjskega kroga)

Faza izrabe stavbe vključuje ves output (izhodni materialni tok), ki izhaja iz odstranitve, demontaže ali rušenja stavbe, in mu je prenehal status odpadka. Ta faza vključuje sledeče neobvezne informacijske module:

- C1 Razgradnja, vključno z demontažo ali rušenjem proizvoda iz stavbe, vključno z začetnim razvrščanjem materialov na kraju samem;
- C2 prevoz izrabljenega proizvoda znotraj procesa obdelave odpadkov, npr. na kraj za recikliranje in transport dobljenih odpadkov do končne deponije;
- C3 Obdelava odpadkov, npr. zbiranje posameznih frakcij odpadkov iz odstranjenih objektov in kasnejše obdelave materialnih tokov, namenjenih za ponovno uporabo, recikliranje in pridobivanje energije iz odpadkov;
- C4 Odstranjevanje odpadkov na deponijo, vključno s fizično predhodno obdelavo in upravljanjem odlagališča.

#### 2.4.2.2.5 Faza, ki zajema vplive na okolje preko sistemskih meja

Informacijski modul D zajema ves neto ponovno uporabni material ali obremenitve izhajajoče iz produktov namenjenih za večkratno uporabo, recikliranih materialov in / ali uporabnih nosilcev energije, ki izhajajo iz proizvodnega sistema po njegovi izrabi, npr. sekundarne surovine ali goriva.

#### 2.4.2.3 Presoja vpliva življenjskega cikla

V fazi presoje vpliva življenjskega cikla sta v zvezi s SIST EN 15978 predvideni dve kategoriji okoljskih vplivov: okoljski kazalniki, ki opisujejo vplive na okolje, in okoljski kazalniki, ki opisujejo vhodne in izhodne materialne tokove. Oba tipa kazalnikov sta podana v naslednjih odstavkih.

##### 2.4.2.3.1 Kazalniki, ki opisujejo vplive na okolje

Na voljo je šest kazalnikov za opis vplivov na naravno okolje. Navedeni so v preglednici 2.10.

Preglednica 2.10: Kazalniki za opis vplivov na okolje (EN15978)

kazalnik	enota
potencial globalnega segrevanja, GWP	kg CO <sub>2</sub> ekv.
potencial razgradnje stratosferske ozonske plasti, ODP;	kg CFC 11 ekv.
potencial zakisovanja tal in vode; AP;	kg SO <sup>2-</sup> ekv.
potencial eutrofikacije, EP;	kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> ekv.
potencial nastanka ozona v troposferi, POCP;	kg etena ekv.
potencial porabe abiotskih virov – elementi ADP	kg Sb ekv.
potencial porabe abiotskih virov – fosilna goriva ADP	MJ

Vsi zgoraj naštetih kazalniki so bili opisani v predhodnih poglavjih.



### 2.4.2.3.2 Kazalniki za opis inputov in outputov (vhodnih in izhodnih materialnih tokov)

Dodatni kazalniki opisujejo količinski tok inputov in outputov. Kazalniki, ki opisujejo porabo virov so navedeni v preglednici 2.11. Ti kazalniki opisujejo porabo obnovljivih in neobnovljivih virov primarne energije in vode in so izračunani neposredno iz vhodnih tokov analize LCI.

Preglednica 2.11: Kazalniki porabe virov (SIST EN 15978)

kazalnik	enota
poraba obnovljivih virov primarne energije, brez virov energije v obliki surovin	MJ, neto kalorična vrednost
poraba obnovljivih virov primarne energije iz surovin	MJ, neto kalorična vrednost
poraba neobnovljivih virov primarne energije, brez virov energije v obliki surovin	MJ, neto kalorična vrednost
poraba neobnovljivih virov primarne energije iz surovin	MJ, neto kalorična vrednost
poraba sekundarnih surovin	kg
poraba obnovljivih sekundarnih goriv	MJ
poraba neobnovljivih sekundarnih goriv	MJ
poraba čiste sladke vode	m <sup>3</sup>

Prav tako so neposredno na podlagi vhodnih tokov študije LCI določeni kazalniki, ki opisujejo kategorije odpadnih in izhodnih materialnih tokov. Kazalniki odpadnih tokov so predstavljeni v preglednici 2.12, kazalniki izhodnih tokov pa v preglednici 2.13. Poleg tega so za količinsko opredelitev teh kazalnikov razviti scenariji za ustrezne procese in faze.

Preglednica 2.12: Kazalniki kategorij odpadnih materialov (SIST EN 15978)

kazalnik	enota
odlaganje nevarnih odpadkov	kg
odlaganje nenevarnih odpadkov	kg
odlaganje radioaktivnih odpadkov	kg

Preglednica 2.13: Kazalnik izhodnih materialnih tokov iz sistema (SIST EN15978)

kazalnik	Enota
komponente za ponovno uporabo	kg
material za reciklažo	kg
materiali za pridobivanje energije (izključeno zažiganje odpadkov)	kg
izvožena energija	MJ za vsakega nosilca energije

### 2.4.3 Nivo produkta (SIST EN 15804: 2012)

Na ravni izdelka standard SIST EN 15804 (2012) opredeljuje pravila za kategorije proizvodov z namenom razvoja okoljske deklaracije proizvoda (angl. Environmental Product Declarations - EPD) za gradbene proizvode. V skladu s SIST EN ISO 14025 (2010) EDP-ji sodijo v okoljsko deklaracijo tipa III in pogosto predstavljajo dober vir okoljskih podatkov za analizo življenjskega cikla.

EPD je posebna vrsta LCA, ki se za posamezne produktne skupine izvede s pomočjo pravil za kategorije proizvodov (Product Category Rules - PCR), kot je predstavljeno na sliki 2.12. Za gradbene proizvode je mogoče uporabiti več različnih PCR (CPA, 2012), vendar je potrebno pri tem paziti, saj je mogoča medsebojna primerjava le tistih EPD, ki sledijo istemu PCR.



Slika 2.12: Postopek EPD kot je podan v CPA (2012)

Cilj skupnega sklopa pravil v SIST EN 15804 je, da se ocenjevalcu omogoči konsistentne, primerljive in zanesljive informacije, ki so združljive na nivoju obravnave stavbe.

Pravila za izračun LCA na nivoju materiala so podobna tistim na nivoju stavbe in so bila v tem dokumentu že opredeljena. Obseg študije LCA izvedene na nivoju materialov je lahko enak obsegu na nivoju stavbe (glej sliko 2.11). Vendar je pri tem v skladu s SIST EN 15804 obvezna le opredelitev faze proizvodnje (moduli A1 do A3), opredelitev ostalih faz je opsijnska.

Tudi v tem standardu funkcionalna enota predstavlja referenčno vrednost, na katero se normirajo materialni tokovi določeni iz LCA gradbenega proizvoda. Vendar je v tem standardu navedena dodatna enota: deklarirana enota. Deklarirana enota se lahko uporabi namesto funkcionalne enote v primeru, ko funkcija produkta na nivoju stavbe ni navedena ali ni poznana.

## 2.5 Drugi standardi in regulative (predvsem za fazo uporabe)

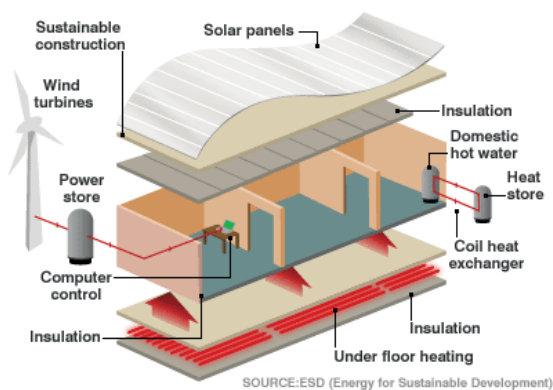
Kot že omenjeno, standard SIST EN 15978 (2011) opredeljuje vse možne vplive na okolje upoštevajoč vse vidike v povezavi s stavbo v njenem celotnem življenjskem ciklu, kot izhaja iz modularnega sistema na sliki 2.11. V tem sistemu modul B6 ustreza energiji za obratovanje, tj. energiji, ki je potrebna za delovanje v stavbo vgrajenih tehničnih sistemov tekom njene obratovalne dobe. Vključuje porabo energije za hlajenje in ogrevanje prostorov, za oskrbo s toplo vodo za gospodinjstva (angl. domestic hot water - DHW), za prezračevanje, za osvetlitev in dodatno energijo, ki se porablja za delovanje črpalk, nadzornih sistemov in avtomatizacije. Vendar pa SIST EN 15978 ne zagotavlja pravil za izračun količine potrebne energije. Navaja le zahtevo, da morajo biti ti izračuni v skladu z evropsko direktivo o energetske učinkovitosti stavb (angl. Energy Performance of Building Directive - EU 2002 - EPBD) in z njo povezanih nacionalnih določil.

Direktiva o energetske učinkovitosti stavb predstavlja glavni zakonodajni instrument na ravni EU za doseganje energetske učinkovitosti stavb. Štiri ključna področja opredeljena v EPBD, ki naj bi jih posebej opredelile tudi države članice so sledeča (EU 2002):

- enotna metodologija za izračun celovite energetske učinkovitosti stavb;
- minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti novih stavb in obstoječih stavb, ki so bile temeljiteje prenovljene;
- sistemi za energetske certifikacije novih in obstoječih stavb in posebej za javne stavbe jasen prikaz teh spričeval in drugih relevantnih informacij;

- redni inšpekcijski pregledi energijskih hranilnikov (bojlerjev) in centralnih klimatskih sistemov v stavbah in posebej oceno ogrevalnih sistemov z energijskimi hranilniki starejšimi od 15 let.

Dopolnjena direktiva EPBD (2010) določa pravni okvir za nadgradnjo nacionalnih gradbenih predpisov in predstavlja politiko skoraj nič energijske stavbe, z namenom, da bodo do leta 2020 vse nove stavbe skoraj nič energijske (npr. ključne funkcije z ničnimi emisijami ogljika so prikazane na sliki 2.13).



Slika 2.13: Ključne funkcije stavbe z ničnimi emisijami ogljika

Kljub splošnim zahtevam navedenim v direktivi EPBD, le-ta ne določa metode izračuna. Vsaki državi članici EU je torej dovoljeno, da izbere svoj način metode izvajanja. Pri tem večina držav navaja, da se do določene meje poslužuje standardov CEN oziroma drugih mednarodnih standardov. V zvezi s tem sta v tem dokumentu upoštevana dva dodatna standard:

- SIST EN ISO 13790 (2008), ki obravnava vse vidike ogrevalnih sistemov, ki nastopajo v energetskih izračunih in zagotavlja korekcijske faktorje za zajem dinamičnih toplotnih učinkov;
- SIST EN 15316-3-1 (2007), ki se nanaša na energetske potrebe za produkcijo tople sanitarne vode za gospodinjstva (DHW).

### 3 POENOSTAVLJENE METODE ZA PRESOJO TRAJNOSTNEGA VIDIKA GRADNJE STAVB

#### 3.1 Uvod

Gradbeni sektor je vedno bolj izpostavljen pritiskom v zvezi s trajnostnim vidikom gradnje: deklaracije o okoljski učinkovitosti izdelkov, nizkoenergijska gradnja, itd. Vendar pa zainteresirane strani niso vedno ustrezno usposobljene, da bi lahko analizirale okoljsko učinkovitost gradbenih proizvodov.

Energetska (toplotna) učinkovitost novih stavb je že nekaj let regulirana s pomočjo predpisov, kar je omogočilo arhitekturni stroki dober nadzor in znanje predvsem v fazi uporabe stavb. Na drugi strani pa so okoljski vplivi proizvedene energije in izpusti ogljika, ki izhajajo iz uporabe materialov samih, manj znani, vendar se postopoma tudi ta vidik vključuje v razpise za obravnavo. Le nekateri akterji v gradbenem sektorju posedujejo strokovno znanje za obravnavo obeh vidikov.

Z namenom pospešitve uvajanja analize življenjskega cikla na področje gradbeništva, to poglavje uvaja dva poenostavljena pristopa:

- (i) pristop za poenostavljen koncept življenjskega cikla, ki temelji na makro-komponentah;
- (ii) pristop za izračun energetske potrebe stavbe, za hlajenje in ogrevanje prostorov, ki vključuje tudi potrebe po energiji za oskrbo s toplo sanitarno vodo.

Oba pristopa sta bila razvita v okviru evropskega raziskovalnega projekta *SB\_Steel* (2014) in temeljita na načelih zadnjih evropskih standardov SIST EN 15978 in SIST EN 15804.

Najprej je opisan pristop za oceno življenjskega cikla. Sledi predstavitev poenostavljenega pristopa za izračun energije in ustrezen kalibracijski postopek.

#### 3.2 Algoritem za oceno življenjskega cikla temelječ na makro-komponentah

Konstrukcijski elementi, tako zunanjska kot notranjska ovoja stavbe, imajo pomembno vlogo v obnašanju stavbe v smislu porabe energije in obremenitve okolja. To je bilo vodilo za določitev vnaprej sestavljenih rešitev za glavne sestavne dele stavbe, tj. makro-komponente. Makro-komponente so vnaprej določeni sestavi iz različnih materialov, ki v celoti sestavljajo izbrano komponento stavbe (Gervásio in drugi, 2014).

Za vsako komponento stavbe so bile vnaprej sestavljene različne rešitve. Model, ki temelji na makro-komponentah, in je bil uporabljen za analizo življenjskega cikla stavbe, je podrobno opisan v sledečih poglavjih.

##### 3.2.1 Osnovne postavke

###### 3.2.1.1 Cilj in obseg

Cilj metode je ocena okoljskih vplivov enostavne stavbe oziroma stavbnih komponent (v m<sup>2</sup>) z uporabo vnaprej določenih makro-komponent. Zato pristop omogoča presojo na dveh različnih ravneh: (i) na nivoju komponente; in (ii) na nivoju stavbe.

### 3.2.1.1.1 Funkcionalna enota

Funkcionalno enoto na ravni stavbe predstavlja stavba sama z določenim tipom (stanovanjska, pisarne, itd), ki je načrtovana za vnaprej določeno obdobje (npr. 50 let) in izpolnjuje vse zahteve iz standardov.

Funkcionalna enota na ravni stavbne komponente (v m<sup>2</sup>) je komponenta stavbe z definiranim tipom (npr. zunanji zid, notranji strop, itd.) in vnaprej določeno življenjsko dobo (npr. 50 let). V tem primeru je lahko funkcija stavbne komponente vključena ali pa ne (v primeru primerjalnih trditev mora biti funkcija stavbne komponente vključena).

### 3.2.1.1.2 Sistemske meje

Okoljska analiza življenjskega cikla obsega fazo proizvodnje materialov (moduli A1 do A3), fazo gradnje (modul A4), fazo uporabe (moduli B1 do B5), fazo ob koncu življenjskega cikla (moduli C1 do C4) in ponovno uporabni material in odpad kot rezultat reciklaže (modul D), kot je prikazano v preglednici 3.1.

Modul B6 ni vključen v obravnavanem pristopu. Vseeno pa metodologija predstavljena v sledečem poglavju obravnava vidike vključene v omenjen modul. Podobno niso obravnavani tudi moduli A5, B1 in B7. Ugotovljeno je namreč bilo, da je na nivoju stavbe pomembnost vplivov izhajajočih iz procesa gradnje (modul A5) (vključno z uporabo opreme, delovanje gradbišča in proizvodnjo odpadkov) zanemarljiva (Gervásio in drugi, 2014).

V modulu B1 so zajete emisije izhajajoče iz uporabe vgrajenih materialov v stavbi, ki sicer niso upoštevane v preostalih modulih faze uporabe. Vendar ta modul nima velikega pomena, saj dandanes stroga zakonodaja zahteva uporabo gradbenih materialov z nizkimi emisijami. Nazadnje tudi ni upoštevana poraba voda (modul B7), saj le-ta ni odvisna od možnosti gradnje.

Preglednica 3.1: Informacijski moduli življenjskega cikla stavbe (povzeto po SIST EN 15643-2:2011)

faza proizvodnje gradbenih mater. / proizv.			faza gradnje		faza uporabe							faza ob koncu življenjskega cikla				
dobava surovin	transport	proizvodnja	transport	izvedba del na gradbišču	uporaba	redno vzdrževanje	popravila	zamenjava	prenova s tehničnimi izboljšavami	obratovanje – poraba energije	obratovanje – poraba voda	razgradnja	transport	obdelava odpadkov	odstranitev na deponijo	ponovna uporaba / reciklaža
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x

### 3.2.1.2 Inventar življenjskega cikla

Kot že navedeno, standardi za LCA zahtevajo preverjanje kakovosti podatkov. Zato je v povezavi z gradbenimi proizvodi potrebno preveriti podatke z upoštevanjem sledečih vidikov (SIST EN 15804):

- časovna pokritost: nabori podatkov morajo biti posodobljeni tekom zadnjih 10 let za generične podatke in v času zadnjih 5 let za podatke podane s strani specifičnega proizvajalca;
- nabori podatkov morajo temeljiti na enoletnem povprečju podatkov;
- geografska pokritost: nabori podatkov morajo odražati geografsko območje značilno za deklariran produkt oziroma skupino produktov;
- tehnološka pokritost: nabori podatkov odražajo realno stanje za deklariran produkt oziroma skupino produktov;
- celovitost: podatkovni nabori morajo biti popolni v skladu s sistemskimi mejami znotraj meja, določenih s kriteriji za izključitev vhodnih in izhodnih tokov.

Preglednica 3.2: Kontrola kakovosti glavnih materialov v makro-komponentah

produkt	časovna pokritost	geografska pokritost	tehnološka pokritost	celovitost
jeklen prerez	2007, letno povprečje	Evropa	evropski proizvajalci	> 99% mase in energije
jeklena armaturna palica	2007, letno povprečje	svet	svetovni proizvajalci	> 99% mase in energije
omot pločevine	2007, letno povprečje	Evropa	evropski proizvajalci	> 99% mase in energije
beton C20/25	2011, letno povprečje	Nemčija	nemški proizvajalci	> 95% mase in energije
lesene plošče OSB	2008, letno povprečje	Nemčija	nemški proizvajalci	> 99% mase in energije
mavčne plošče	2008, letno povprečje	Evropa	evropski proizvajalci	> 95% mase in energije
opeka	2011, letno povprečje	Nemčija	nemški proizvajalci	> 95% mase in energije
kamena volna	2011, letno povprečje	Evropa	evropski proizvajalci	> 95% mase in energije
ekspandiran polistiren EPS	2011, ni podatka	Evropa	ni podatka	ni podatka
ekstrudiran polistiren XPS	2011, letno povprečje	Nemčija	nemški proizvajalci	> 95% mase in energije
poliuretanska pena PUR	2011, letno povprečje	Nemčija	nemški proizvajalci	> 95% mase in energije
ekspandirana pluta	2011, letno povprečje	Nemčija	nemški proizvajalci	> 95% mase in energije
steklena volna	2011, letno povprečje	Evropa	evropski proizvajalci	> 95% mase in energije
polietilenska pena PE	2011, letno povprečje	Nemčija	nemški proizvajalci	> 95% mase in energije

Večina okoljskih podatkovnih naborov je zagotovljena iz mednarodne podatkovne zbirke PE (2006) (angl. PE International database), razen podatkov v zvezi z jeklom. Nabori podatkov za jeklo so priskrbljeni s strani organizacije Worldsteel Association (2002) v sodelovanju z mednarodno podatkovno zbirko PE, zato je uporabljena metodologija obravnavanja podatkovnih nizov zelo podobna. To zagotavlja dobro usklajenost v smislu zbiranja in upravljanja s podatki, kakor tudi metodologijo za razvrščanje in pravila za razmejitev, kot je za glavne materiale uporabljene v makro-komponentah prikazano v preglednici 3.2.

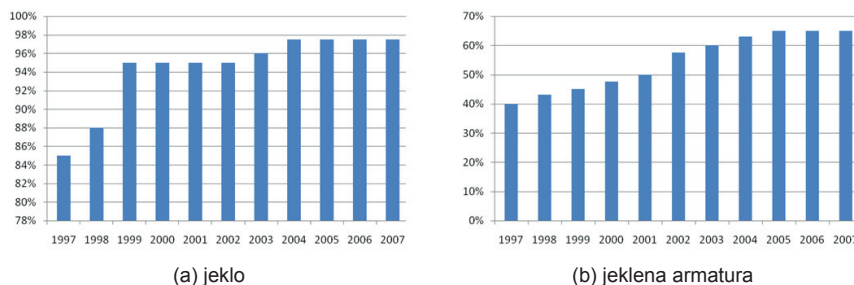
### 3.2.1.3 Presoja vpliva življenjskega cikla

Izbrane okoljske kategorije za opis okoljskih vplivov stavbe so navedene v preglednici 2.10 in ustrezajo okoljskim kategorijam priporočenim v evropskih standardih za oceno okoljske učinkovitosti stavb (SIST EN 15643-2 in SIST EN 15978).

Modularna zasnova zgoraj navedenih standardov je bila sprejeta tudi v tem pristopu. Zato je rezultat okoljske analize življenjskega cikla vsake makro-komponente izražen za modul oziroma skupno vrednost v posamezni fazi. Okoljska analiza življenjskega cikla vsake makro-komponente je izvedena s pomočjo programske opreme GaBi (2012).

### 3.2.2 Razporeditev recikliranega materiala

Jeklo je 100 % reciklrni material, ostanki se lahko pretvorijo v jeklo enake kvalitete, kar pa je odvisno od uporabljene metalurgije in postopka reciklaže (Worldsteel Association, 2009). Zato se v primerih, ko jeklena konstrukcija preide v fazo ob koncu življenjskega kroga, konstrukcijo najpogosteje razstavi in se jeklo uporabi za reciklažo ali ponovno uporabo (delno ali v celoti). Po podatkih organizacije Steel Recycling Institute (2009) v Severni Ameriki delež recikliranega konstrukcijskega jekla znaša okrog 97.5%. Diagrama na sliki 3.1, predstavljata trend deleža recikliranega jekla in jeklene armature v gradbenem sektorju.



Slika 3.1: Delež recikliranega materiala (Steel Recycling Institute, 2009)

Ponovna uporaba in reciklaža jekla je več funkcionalna problematika, ki zahteva uporabo procesa razporeditve, kot je to opisano v nadaljevanju.

#### 3.2.2.1 Predstavitev procesa razporeditve (dodelitve)

Večina industrijskih procesov je večnamenskih, tj. njihova proizvodnja zajema več kot en izdelek in vložki za proizvodnjo izdelkov pogosto vključujejo vmesne izdelke ali odpadne (zavržene) produkte. Problem razporeditve nastane, ko je v okviru obravnavanega proizvodnega sistema potrebna odločitev o razdelitvi vhodnih / izhodnih tokov k funkcionalni enoti.

Razporeditev je v standardu SIST EN ISO 14040 (2006) definirana kot "delitev vhodnih oziroma izhodnih tokov posameznega procesa ali proizvodnega sistema med obravnavanim proizvodnim sistemom in enim ali več ostalimi proizvodnimi sistemi". V skladu s tem proces razporeditve zajema razdelitev tokov med posameznimi procesnimi enotami oziroma proizvodnimi sistemi.

V skladu s SIST EN ISO 14044 (2006) se je potrebno izogibati taki razporeditvi, ki bodisi procesno enoto deli na dva ali več pod-procesov in zbira inpute in outpute v povezavi z omenjenimi pod-procesi, bodisi z razširitvijo proizvodnega sistema, tako da le-ta vključuje dodatne funkcije povezane s stranskimi proizvodi (razširitev sistema).

Razširitev sistema vključuje pristop opuščanja bremen, ki odpravlja presežne funkcije iz večnamenskega procesa z odvzemom ekvivalentnih monofunkcijskih procesov za doseg monofunkcijskega procesa.

V primeru, ko za določitev obsega in ciljev študije, niti razdelitev procesov na več pod-procesov niti razširitev sistema ni mogoča, potem se razporeditvi ni mogoče izogniti. V tem primeru sta v skladu s SIST EN ISO 14044 (2006) priporočeni dve možnosti: (i) delitev inputov in outputov sistema temelji na fizikalnih (oziroma kemijskih oziroma bioloških) vzročnih posledičnih povezavah; ali (ii) razporeditev temelji na drugih razmerjih (npr. ekonomska vrednost proizvodov).

Upoštevanje ponovne uporabe in recikliranja materialov je več funkcionalna problematika, ki vsebuje uporabo procesov razporeditve. Principi razporeditve in ostali zgoraj omenjeni postopki se uporabljajo tudi v primerih reciklaže in ponovne uporabe, čeprav se morajo v tem primeru pri izbiri procedure razporeditve upoštevati spremembe v pripadajočih lastnostih materialov (ISO 14044, 2006).

V tem primeru lahko naletimo na naslednje tri situacije (Werner, 2005):

- (i) značilne lastnosti materiala ostanejo nespremenjene tekom obravnavanega proizvodnega sistema in material je namenjen ponovni uporabi za isti namen;
- (ii) značilne lastnosti materiala se spremenijo tekom obravnavanega proizvodnega sistema in material je namenjen ponovni uporabi za isti namen;
- (iii) značilne lastnosti materiala se spremenijo tekom obravnavanega proizvodnega sistema in material je namenjen ponovni uporabi za druge namene.

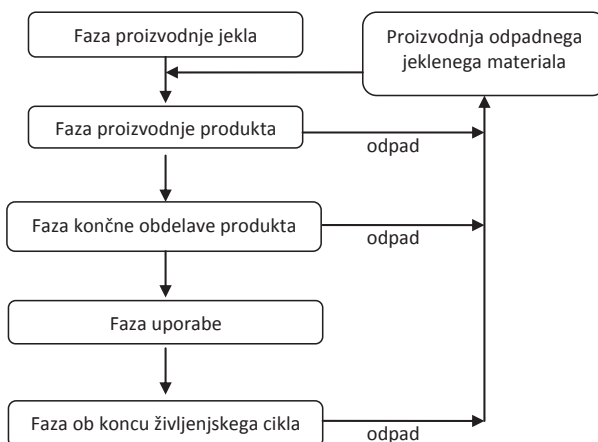
V prvi situaciji gre za primer zaprte zanke, kjer je nadomestitev osnovnega materiala popolna in zato ni dodeljenih nobenih okoljskih bremenitev k sistemu pridelave, izhajajočih tako iz proizvodnje primarnega materiala kot končne odstranitve na deponijo. Drugi primer ustreza pristopu odprte zanke v situaciji zaprte zanke. V tem primeru spremenjene lastnosti materiala niso pomembne in postopek reciklaže ustreza pristopu zaprte zanke. V zadnjem primeru gre za situacijo odprte zanke, kjer se predpostavlja, da je nadomestitev osnovnega materiala delna. V tem primeru se okoljska bremena, nastala zaradi primarne proizvodnje materiala ali končnega odlaganja na deponijo, delno dodelijo obravnavanemu sistemu pridelave.

V skladu s standardom SIST EN ISO 14044 (2006) v primeru zaprte zanke odpravimo razporeditev, saj v postopku reciklaže proizvedene sekundarne surovine nadomestijo uporabo osnovnih surovin.

### *3.2.2.2 Odprava razporeditve odpadnega materiala*

Tekom življenjskega cikla jekla odpadni material izhaja iz proizvodne faze jekla, faze končne obdelave produkta in faze ob koncu življenjskega cikla jeklenega produkta (slika 3.2). Zato je za proizveden odpadni material potrebno proces razporeditve upoštevati v celotnem življenjskem ciklu. Kot je opisano v nadaljevanju, je poleg tega potrebno upoštevati, da se v proizvodnji jekla lahko uporabljajo različni proizvodni postopki, in tako je razporeditev vhodnega odpadnega materiala v proizvodnji jekla nova problematika, ki ji je potrebno posvetiti pozornost.





Slika 3.2: Sistemske meje LCI vključno s podatki faze ob koncu življenjskega cikla in prikazom proizvodnje odpadnega materiala (LCI, 2001)

Jeklo je mogoče reciklirati ali večkrat ponovno uporabiti. Zato je potrebno uporabiti primerno metodo razporeditve, ki upošteva večkratno reciklažo in ponovno uporabo jeklenih komponent. Zato metodologija za obravnavanje problema razporeditve jekla v tem dokumentu upošteva koncept zaprte zanke, ki je bil razvit v okviru Worldsteel Association (LCI, 2001). Ta metodologija je bila razvita z namenom pridobitve podatkov z uporabo analize LCI na osnovi upoštevanja faze recikliranja ob koncu življenjskega cikla jeklenih izdelkov. Upoštevanje pristopa zaprtega kroga je utemeljeno z dejstvom, da se za izdelavo novega jekla uporabi ponovno staljen odpadni material z malo ali brez spremembe njegovih značilnih lastnosti. V tem primeru v skladu s smernicami standarda SIST EN ISO 14044 odpravimo potrebo po uporabi metod razporeditve, saj uporaba sekundarnega materiala nadomesti uporabo osnovnih (primarnih) surovin.

Jeklo se lahko proizvaja preko dveh proizvodnih poti: z visokimi talilnimi pečmi na trdo gorivo – plavži - (angl. Blast Furnace - BF) in z elektroobločnimi pečmi (angl. Electric Arc Furnace - EAF). Glavna razlika med omenjenima postopkoma je v vhodnih materialih (inputih) procesa izdelave jekla: v postopku BF se jeklo proizvaja skoraj izključno iz osnovnih surovin (železova ruda); medtem ko v postopku EAF proizvodnja jekla temelji predvsem na odpadnem jeklenem materialu.

Tako je na podlagi upoštevanja obeh glavnih postopkov proizvodnje jekla, ob predpostavki podatkov iz analize LCI za proizvodnjo z BF postopkom (predpostavka 100 % deleža primarne surovine), podanem z  $X_{pr}$ , in podatkov iz analize LCI za proizvodnjo jekla z EAF postopkom (predpostavka 100 % deleža sekundarnega materiala), podanem z  $X_{re}$ , podatek analize LCI v povezavi z odpadnim materialom podan z enačbo (3.1):

$$LCI_{scrap} = Y(X_{pr} - X_{re}) \quad (3.1)$$

kjer  $Y$  predstavlja kovinski izkoristek (izkoristek postopka pridelave), kar predstavlja učinkovitost sekundarnega procesa pretvorbe odpadnega materiala v jeklo. Po mnenju organizacije Worldsteel association (LCI, 2001), je za proizvodnjo 1 kg sekundarnega jekla potrebno 1,05 kg odpadnega materiala.

Ob predpostavki uporabe postopka BF, s predpostavko 100 % vnosa osnovne surovine in upoštevanjem stopnje predelave (delež ponovno uporabljenega jekla v obliki odpadnega materiala tekom celotnega življenjskega cikla jeklenega izdelka) (angl. recovery rate - RR) je nadalje ob koncu življenjskega cikla neto količina proizvedenega odpadnega materiala podana s parametrom RR (v kg). Z upoštevanjem faze ob koncu življenjskega cikla je potemtakem rezultat analize LCI za 1 kg jekla, za primarno proizvodnjo z vključenim kreditom (dobitkom) na račun proizvedenega odpadnega materiala, podan s parametrom LCI v enačbi (3.2):

$$LCI = X_{pr} - RR \left[ Y (X_{pr} - X_{re}) \right] \quad (3.2)$$

Na drugi strani, je ob predpostavki, da ob uporabi 1 kg odpadnega jekla za proizvodnjo novega jekla s postopkom EAF in da je ob koncu življenjskega cikla (ob izrabi) povrnjeno RR kg jekla za reciklažo, neto količina uporabljenega odpadnega materiala izražena z  $(1/Y - RR)$ . Z upoštevanjem faze ob koncu življenjskega cikla je potemtakem rezultat analize LCI za 1 kg jekla, za sekundarno proizvodnjo z vključenim odbitkom na račun uporabljenega odpadnega materiala, podan s parametrom LCI v enačbi (3.3):

$$LCI = X_{re} + (1/Y - RR) \left[ Y (X_{pr} - X_{re}) \right] \quad (3.3)$$

S preureditvijo enačbe (3.3) lahko dobimo enačbo (3.2), kar kaže na to, da LCI sistem ni odvisen od vira vložnega materiala. Odvisen je od razmeja recikliranja jekla ob koncu življenjskega cikla in od izkoristka procesa reciklaže. Potemtakem enačba (3.3) omogoča proces razporeditve jeklenih odpadkov neodvisno od proizvodnega postopka jekla.

Zgoraj navedene enačbe so dobljene ob predpostavki 100 % primarne proizvodnje ali 100 % sekundarne proizvodnje. Dejansko pa se lahko za proizvodnjo jeklenih izdelkov s primarnim procesom uporabi nekaj jeklenega odpada in obratno, tudi v postopku EAF se lahko uporabi majhen delež osnovne surovine. V tem primeru se odbitek oziroma kredit podan z enačbo (3.1) lahko izrazi kot:

$$LCI_{scrap} = (RR - S) \cdot Y (X_{pr} - X_{re}) \quad (3.4)$$

kjer izraz  $(RR - S)$  predstavlja neto odpadni material ob koncu življenjskega kroga izdelka. Upoštevajoč podatke analize LCI za gotov jeklen izdelek, izražene z  $X'$ , se parameter LCI za obravnavan produkt, vključno z upoštevanjem procesa reciklaže ob koncu življenjskega cikla, lahko izrazi kot:

$$LCI = X' - \left[ (RR - S) \times Y (X_{pr} - X_{re}) \right] \quad (3.5)$$

Enačba (3.5) je bila privzeta v metodologijah analize LCA, predstavljenih v sledečem poglavju, za pripravo podatkov LCI jeklenih proizvodov, vključno z upoštevanjem procesa reciklaže ob koncu življenjskega kroga izdelka.

### 3.2.3 Opredelitev makro-komponent

Makro-komponente so bile opredeljene za različne stavbne elemente v skladu s sistemom razvrščanja UniFormat (2010). Upoštevane so sledeče kategorije: (A) podkonstrukcija, (B) zunanji ovoj in (C) notranjost. Vsaka od treh omenjenih glavnih kategorij vsebuje nadaljnje poddelitve. Podroben sistem razvrščanja je prikazan v preglednici 3.3.

Znotraj domene vsakega stavbnega elementa (preglednica 3.3) ima ustrezna makro-komponenta enako funkcijo in podobne lastnosti. Funkcionalna enota vsake makro-komponente znaša  $1 \text{ m}^2$  stavbnega elementa s podobnimi lastnostmi in ima predvideno 50 letno življenjsko dobo.

Ta pristop je bil razvit za vrednotenje stavb v zgodnji fazi načrtovanja (Gervásio et al., 2014). Zato se za uspešno obravnavo, navkljub pomanjkanju podatkov v zgodnjih fazah načrtovanja, nosilno konstrukcijo stavbe (za konstrukcije iz vroče-valjanih elementov, lahke jeklene konstrukcije ali betonske konstrukcije) razvrsti med makro-komponente z oznako nosilne konstrukcije plošč (B1010.10) ali nosilne konstrukcije strehe (B1020.10), merjene v  $\text{m}^2$ .

Informacija, ki jo vsebuje vsaka makro-komponenta, je predstavljena na primeru v preglednici 3.4.

Da se omogoči količinsko opredelitev energije potrebne za delovanje stavbe, sta poleg ostalih karakteristik različnih plasti materialov, podana tudi koeficient toplotne prehodnosti (U) (ob upoštevanju toplotnih mostov, če je to primerno) in toplotna vztrajnost ( $\kappa_m$ ).

Makro-komponente so zbrane v podatkovni bazi, ki je podana v Dodatku 1 tega dokumenta.

Preglednica 3.3: Sistem razvrščanja stavbnih komponent (UniFormat, 2010)

(A) Temelj	(A40) Temeljna plošča	(A4010) Standardna temeljna plošča	
(B) Zunanji ovoj	(B10) Nosilna konstrukcija	(B1010) Plošča	(B1010.10) Nosilna konstrukcija plošče (brana)
		(B1020) Streha	(B1010.20) Stropne plošče, stropovi, estrihi (B1020.10) Nosilna konstrukcija strehe (B1020.20) Strešne plošče, stropovi in paneli
	(B20) Zunanji vertikalni ovoj	(B2010) Zunanji zidovi	(B2010.10) Obloga zunanjih zidov (B2010.20) Konstrukcija zunanjih zidov
		(B2020) Zunanja okna	
		(B2050) Zunanja vrata	
	(B30) Zunanji horizontalni ovoj	(B3010) Nadstreški	
(B3060) Horizontalne odprtine			
(C) Notranjost	(C10) Notranja konstrukcija	(C1010) Notranje predelne stene	
	(C20) Notranje obloge	(C2010) Stenske obloge	
		(C2030) Talne obloge	
		(C2050) Stropne obloge	

### 3.2.4 Nazoren primer sestava makro-komponent

V nekaterih primerih je potrebno, za popoln opis funkcij stavbnega elementa, hkrati upoštevati različne makro-komponente. V nadaljevanju je predstavljen nazoren primer za notranji strop stanovanjske stavbe.

### 3.2.4.1 Sestav makro-komponent

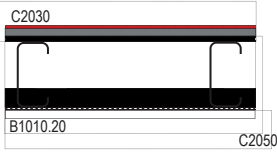
Za opis notranjega stropa stavbe so izbrane sledeče makro-komponente:

- (i) makro-element za talne obloge (C2030),
- (ii) makro-komponenta za nosilno konstrukcijo plošče (B1010.10),
- (iii) makro-komponenta za stropne obloge (C2050).

Izbran sestav makro-komponent je prikazan v preglednici 3.4.

V tem primeru vrednost toplotne prehodnosti ( $U$ ) ni navedena, saj posamezna makro-komponenta ustreza notranjemu stropu in kot taka ne vpliva na izračun energijskih potreb stavbe.

Preglednica 3.4: Sestav makro-komponent za notranji strop

sestav makro-komponent	makro-komponente	material	debelina oz. gostota	$U$ ( $W/m^2K$ )	$k_m$ ( $J/m^2K$ )
	C2030 talne obloge	keramične ploščice	31 kg/m <sup>2</sup>		
		betonski estrih	13 mm		
	B1010.10 nosilna konstrukcija plošče	OSB plošče	18 mm		
		zračna plast	160 mm		
		kamena volna	40 mm	-	61062
		lahka jeklena konstrukcija	14 kg/m <sup>2</sup>		
		mavčne plošče	15 mm		
C2050 stropne obloge	plesk	0,125 kg/m <sup>2</sup>			

### 3.2.4.2 Funkcionalna enota in ocena življenjske dobe materialov

Funkcionalna enota stavbnega elementa je notranji strop (v m<sup>2</sup>) stanovanjske stavbe z zahtevano življenjsko dobo 50 let. Izbrane makro-komponente morajo zadostiti enaki funkcionalni enoti kot obravnavan stavbni element. Zato je potrebno upoštevati ocenjeno življenjsko dobo različnih uporabljenih materialov. Preglednica 3.5 prikazuje ocenjeno življenjsko dobo posameznih materialov.

Preglednica 3.5: Ocenjena življenjska doba materialov

makro-komponenta	material	enota	ocenjena življenjska doba [leta]
talne obloge	keramične ploščice	m <sup>2</sup>	25
	betonski estrih	m <sup>2</sup>	50
nosilna konstrukcija plošče	hladno oblikovani jekleni profili	kg/m <sup>2</sup>	50
stropne plošče	kamena volna	m <sup>2</sup>	50
	OSB plošče	m <sup>2</sup>	50
	mavčne plošče	m <sup>2</sup>	50
stropne obloge	plesk	m <sup>2</sup>	10

Torej zato, da se v polnosti zadosti funkcionalni enoti, je potrebno določene materiale nadomestiti ali sanirati po vnaprej določenem scenariju.

### 3.2.4.3 Scenariji in predpostavke

Scenariji in predpostavke so potrebni za pridobitev popolne informacije o vplivu na okolje v vseh moduli.

Funkcionalna enota se nanaša na časovno obdobje 50 let. To pomeni, da mora to zahtevo izpolniti vsak material vgrajen v makro-komponento. Zato je potrebno vse materiale, ki imajo pričakovano življenjsko dobo krajšo od 50 let, tekom te dobe ustrezno vzdrževati ali celo zamenjati. Da je zahtevam tekom celotnega časovnega obdobja vključenega v analizi zadoščeno, so za posamezen material predvideni različni scenariji. Podobno ima v fazi ob koncu življenjskega cikla (faza izrabe), vsak material, glede na njegove značilne karakteristike, svojo končno destinacijo. Zato je ob koncu življenjskega cikla, na podlagi lastnosti vsakega materiala posebej, predviden drugačen scenarij.

Vsi prej omenjeni scenariji so usklajeni s pravili, ki jih podajata standarda SIST EN 15643-2 (2011) in SIST EN 15978 (2011).

#### 3.2.4.3.1 Scenariji za transport materialov (modula A4 in C2)

Privzeto je, da znaša transportna razdalja od proizvodnih obratov do gradbišča (modul A4) in hkrati transportna razdalja od kraja razgradnje do kraja recikliranja / deponiranja (modul C2) 20 km in da je transport opravljen s tovornjakom nosilnosti 22 ton. Ne glede na to lahko projektant upošteva drugačne razdalje, kar omogoča izvedbo analize občutljivosti v zvezi s transportom različnih materialov.

#### 3.2.4.3.2 Scenariji za fazo uporabe (moduli B1 do B7)

Z namenom izpolnitve zahtevane življenjske dobe 50 let so vnaprej določeni scenariji za različne material. Zato sta, glede na obravnavan sestav makro-komponent, podana sledeča scenarija:

- zamenjava keramičnih ploščic vsakih 25 let;
- pleskanje stropa vsakih 10 let.

#### 3.2.4.3.3 Scenariji za fazo ob koncu življenjskega cikla (moduli C1 do C4) in reciklažo (modul D)

Za fazo ob koncu življenjskega cikla so, glede na značilne lastnosti posameznih materialov, podani različni scenariji, kot je to prikazano v preglednici 3.6. Za OSB plošče je tako upoštevan sežig (80 %) v elektrarni na biomaso, kar omogoča upoštevanje kredita na račun pridobljene energije. Dalje je upoštevana reciklaža jekla z 90 % stopnjo recikliranja in pripadajoč kredit iz neto odpadnega materiala ob koncu procesa življenjskega cikla. Podobno je upoštevana reciklaža kamene volne (80 %), vendar zaradi pomanjkanja podatkov v zvezi s procesom reciklaže, ni pripisanega kredita, razen upoštevanega zmanjšanja količine odpadkov na deponiji.

Preglednica 3.6: Možnosti za materiale ob koncu življenjskega cikla

material	scenarij deponiranja/reciklaže	kredit
keramične ploščice	deponija (100%)	-
betonski estrih	deponija (100%)	-
mavčne plošče	deponija (100%)	-
kamena volna	reciklaža (80%) + deponija (20%)	-
OSB plošče	sežig (80%) + deponija (20%)	kredit iz pridobljene energije
hladno oblikovani jekleni profili	reciklaža (90%) + deponija (10%)	kredit iz neto odpadnega materiala

Za ves preostali material je bil predviden scenarij odvoza na deponijo (odlagališče) za inertne odpadke.

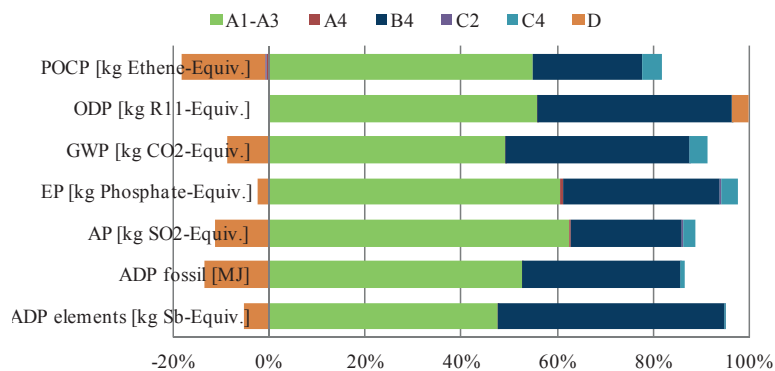
### 3.2.4.4 Okoljska analiza (analiza okoljskih vplivov stavbe)

Rezultati dobjeni iz obravnavanega sestava makro-komponent, predstavljenega v preglednici 3.4, so zbrani v preglednici 3.7.

Preglednica 3.7: Okoljska analiza življenjskega cikla makro-komponent (na m<sup>2</sup>)

Kategorija okoljskega vpliva	A1-A3	A4	B4	C2	C4	D	TOT
ADP elem. [kg Sb-ekv.]	1,86E-03	6,59E-09	1,83E-03	5,76E-09	5,93E-07	-1,96E-04	3,49E-03
ADP fosil. [MJ]	1,31E+03	2,45E+00	8,12E+02	2,14E+00	2,31E+01	-3,35E+02	1,82E+03
AP [kg SO <sub>2</sub> ekv.]	2,47E-01	7,91E-04	9,14E-02	6,85E-04	1,01E-02	-4,45E-02	3,05E-01
EP [kg PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ekv.]	2,61E-02	1,82E-04	1,40E-02	1,57E-04	1,54E-03	-1,01E-03	4,09E-02
GWP [kg CO <sub>2</sub> ekv.]	8,38E+01	1,77E-01	6,48E+01	1,54E-01	6,80E+00	-1,45E+01	1,41E+02
ODP [kg R11 ekv.]	2,80E-06	3,09E-12	2,04E-06	2,70E-12	1,27E-09	1,76E-07	5,01E-06
POCP [kg Eten ekv.]	3,41E-02	-2,58E-04	1,43E-02	-2,23E-04	2,62E-03	-1,07E-02	3,98E-02

Analiza prispevkov za vsak modul posebej je prikazana na sliki 3.3. V vseh upoštevanih kategorijah okoljskih vplivov prevladujejo moduli A1-A3 (prispevek nad 50 % za večino okoljskih kategorij). Sledi modul B4 s prispevkom, ki variira med 10 % in 20 %. Modul D pomembno prispeva (skoraj 10 %) k večini okoljskih kategorij. Manjši je prispevek modula C4 (blizu 5 % v nekaterih primerih), ki mu po velikosti prispevkov sledijo preostali moduli z zanemarljivim vplivom.



Slika 3.3: Okoljski vplivi življenjskega cikla upoštevanih makro-komponent (na m<sup>2</sup>)

Vse obravnavane makro-komponente so bile izračunane na podoben način. Kot že omenjeno, pristop makro-komponent omogoča izvedbo analize življenjskega cikla na ravni stavbnih elementov ali na ravni celotne stavbe.

### 3.3 Algoritem za količinsko opredelitev energije (faza uporabe)

#### 3.3.1 Uvod

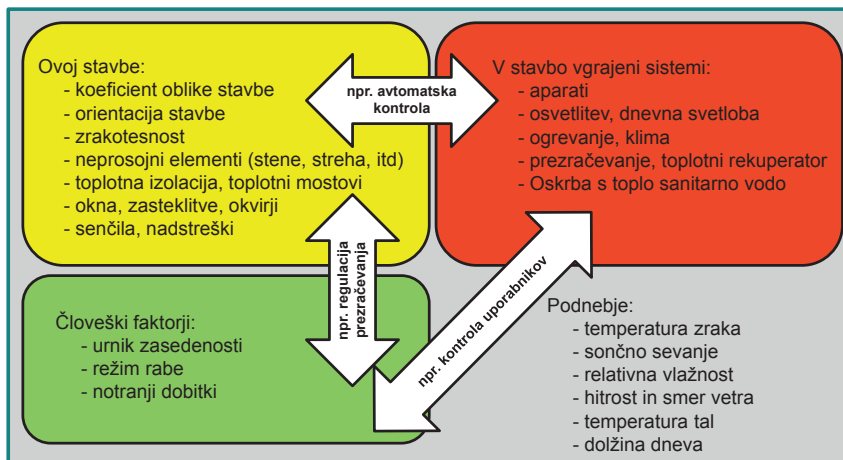
Kot že omenjeno, SIST EN 15978 (2011) pripisuje vse potencialne vplive na okolje glede na vse vidike povezane s stavbo tekom njenega celotnega življenjskega cikla (proizvodnja materialov, uporaba, faza ob koncu življenjskega cikla in ponovna uporaba, predelava in potencial recikliranja) v obliki modularnega sistema. V skladu s tem sistemom modul B6 ustreza porabi energije za obratovanje, tj. porabo energije stavbe.

Meje modula B6 morajo biti določene v skladu z direktivo EPBD, z upoštevanjem standarda SIST EN 15603 (2008), in morajo vključevati energijo porabljeno za ogrevanje, hlajenje, oskrbo gospodinjstev s toplo vodo, prezračevanje, razsvetlavo in delovanje pomožnih sistemov.

Privzet poenostavljen pristop temelji na značilnostih stavbe in vanjo vgrajene opreme. Obravnava količinsko opredelitev potreb po energiji, ki se nanašajo na ogrevanje in hlajenje prostorov ter na preskrbo gospodinjstev s toplo vodo. Potreba po energiji v povezavi z mehanskim prezračevanjem in razsvetlavo ni obravnavana, saj ti dve komponenti nista neposredno povezani z izbranim konstrukcijskim sistemom stavbe. Izračun porabljene energije za ogrevanje in hlajenje sledi mesečni računski metodi na podlagi navidezno stacionarnega stanja, ki je definirana v standardu SIST EN ISO 13790 (2008). Ta standard obravnava vse vidike toplotnih komponent, ki so vključene v toplotne izračune, in določa korelacijske koeficiente za upoštevanje dinamičnih toplotnih vplivov. Energijske potrebe za proizvodnjo sanitarne vode (DHW) so izračunane v skladu s standardom SIST EN 15316-3-1 (2007).

#### 3.3.2 Lokacija stavbe in podnebje

Za izračun energetske potrebe za obratovanje stavbe tekom faze uporabe je pomembno upoštevati najpomembnejše spremenljivke, ki se nanašajo na toplotne značilnosti in energetska učinkovitost stavbe.



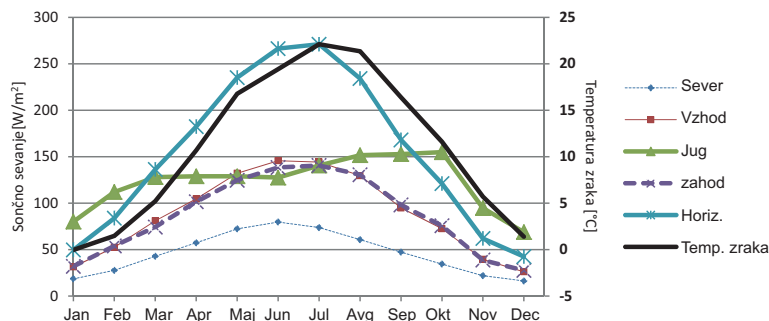
Slika 3.4: Poglavitni dejavniki, ki vplivajo na porabo energije stavbe (Santos in drugi, 2012)

Parametre lahko razvrstimo v naslednje štiri sklope: podnebje, ovoj stavbe, instalacije in naprave ter človeški faktorji, kot je to prikazano na sliki 3.4. Kot je opisano v naslednjih odstavkih, je v privzetem algoritmu vključena večina teh dejavnikov.

Lokacija stavbe je v smislu klimatskih pogojev ključnega pomena v izračunih toplotnih značilnosti stavbe (Santos in drugi 2011, 2012). V zvezi s tem je za izračun energetskih potreb potrebno definirati dva glavna podnebna parametra:

- (i) temperatura zraka;
- (ii) sončno sevanje na površino s podano orientacijo.

Slika 3.5 podaja grafični prikaz povprečnih mesečnih temperature za mesto Timișoara v Romuniji.

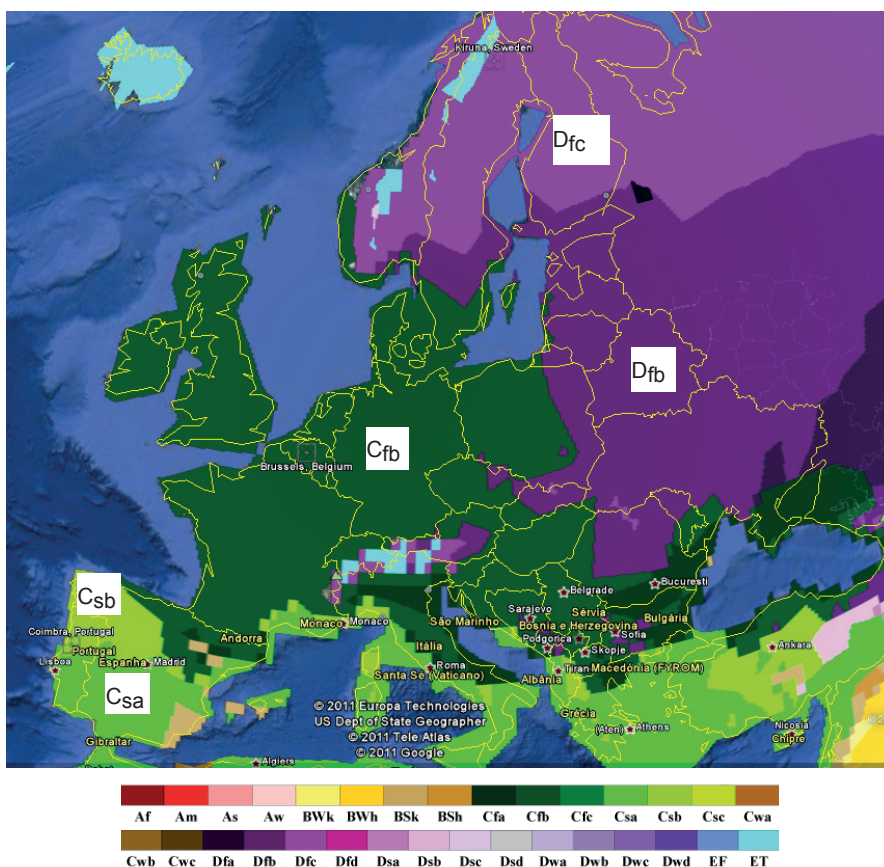


Slika 3.5: Povprečne mesečne temperature zraka in sončno sevanje v odvisnosti od spreminjanja smeri vpadne svetlobe: Timișoara (RO)

Trenutno je metodologija kalibrirana za pet podnebnih območij (razvrščena v skladu s podnebnimi klasifikacijami po Köppen-Geiger): (i) Csa; (ii) Csb; (iii) Cfb; (iv) Dfb; (v) Dfc. Podnebna klasifikacija Köppen-Geiger je eden izmed najbolj razširjenih sistemov klimatskega razvrščanja (Kottek in drugi, 2006). Slika 3.6 prikazuje klasifikacijo Köppen-Geiger za Evropo. Jasno je razviden vpliv zemljepisne širine, višine in bližine obale na podnebje v teh regijah. V območjih z nižjimi zemljepisnimi širinami (pod 45 °N) (južna Evropa, npr. mediteranske države) je podnebje označeno z oznakama Csa in Csb, na primer "C – toplo" skupaj s "s – suho poletje" in "a – vroče poletje" oziroma "b – toplo poletje".

Nad omenjenimi zemljepisnimi širinami (med 45 – 55 °N), v državah vzhodne centralne Evrope, je podnebje kategorizirano z oznako Cfb, tj. "C - toplo", "f – visoka vlažnost" in "b – toplo poletje". V regijah višjih zemljepisnih širin (nad 55 °N), v nordijskih državah Evrope, je podnebje najpogosteje označeno z Dfc, tj., "D - sneg" z "f – visoka vlažnost" in "c – hladno poletje". Zadnji podnebni tip je podoben podnebnju v državah vzhodne centralne Evrope, pri čemer je glavna razlika v hladnejšem poletju nordijskih držav.





podnebje:	padavine:	temperatura:	
A: ekvatorialno	W: puščava	h: vroče in sušno	F: polarno - led
B: suho	S: stepa	k: mrzlo in sušno	T: polarno - tundra
C: tople temperature	f: vlažno	a: vroča poletja	
D: sneg	s: suha poletja	b: topla poletja	
E: polarno	w: suhe zime	c: hladna poletja	
	m: monsunsko	d: ekstremno kontinentalno	

Slika 3.6: Podnebna klasifikacija Köppen-Geiger za območje Evrope (Kottek in drugi, 2006; Google Earth, 2014).

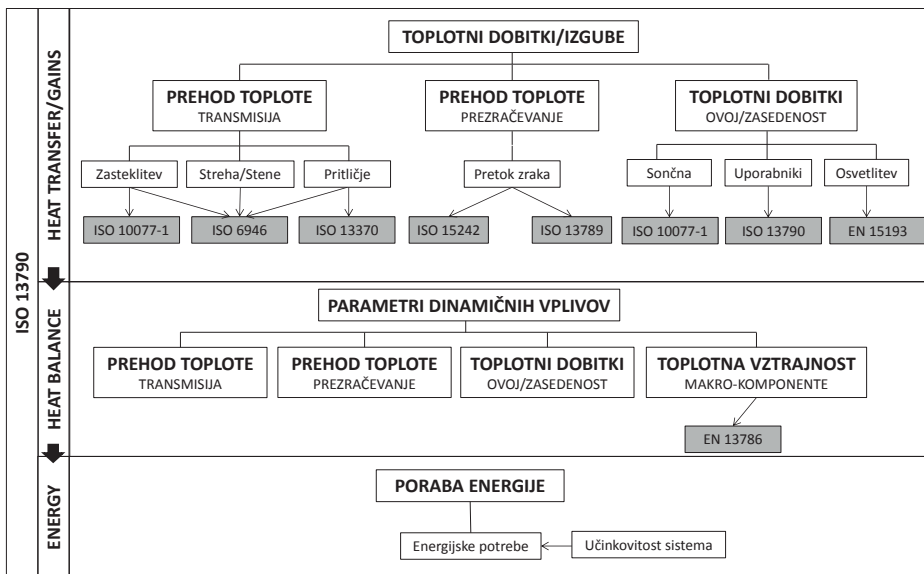
V študiji je uporabljena podatkovna baza z vremenskimi podatki za različna območja v Evropi. V preglednici 3.8 je predstavljen seznam 48 mest, za katera so bili podatki že pridobljeni. Večina teh podnebnih podatkov je bila dobljena iz podatkovne baze programskega orodja za energetske simulacije EnergyPlus (EERE-USDoE, 2014), preostali del pa s strani raziskovalnih partnerjev v projektu.

Preglednica 3.8: Seznam območij s pridobljenimi vremenskimi podatki

mesto	država	podnebna regija	zemljepisna širina
Amsterdam	Nizozemska	Cfb	52
Ankara	Turčija	Csb	39
Arhangelsk	Rusija	Dfc	64
Atene	Grčija	Csa	37
Barcelona	Španija	Csa	41
Berlin	Nemčija	Cfb	52
Bilbao	Španija	Cfb	43
Bratislava	Slovaška	Cfb	48
Bruselj	Belgija	Cfb	50
Bukarešta	Romunija	Cfa	44
Coimbra	Portugalska	Csb	40
Genova	Italija	Csb	44
Gradec	Avstrija	Dfb	47
Hamburg	Nemčija	Cfb	53
Helsinki	Finska	Dfb	60
Istambul	Turčija	Csa	40
Kijev	Ukrajina	Dfb	50
Kiruna	Švedska	Dfc	67
La Korunja	Španija	Csb	43
Lizbona	Portugalska	Csa	38
Ljubljana	Slovenija	Cfb	46
London	Anglija	Cfb	50
Madrid	Španija	Csa	40
Marsej	Francija	Csa	43
Milano	Italija	Cfb	45
Minsk	Belorusija	Dfb	53
Montpellier	Francija	Csa	43
Moskva	Rusija	Dfb	55
Munchen	Nemčija	Cfb	48
Nantes	Francija	Cfb	47
Nica	Francija	Csb	43
Oslo	Norveška	Dfb	59
Ostersund	Švedska	Dfc	63
Pariz	Francija	Cfb	48
Porto	Portugalska	Csb	41
Praga	Češka	Cfb	50
Rim	Italija	Csa	41
Salamanca	Španija	Csb	40
Sanremo	Italija	Csb	43
Sevilja	Španija	Csa	37
Stockholm	Švedska	Dfb	59
Tampere	Finska	Dfc	61
Thesaloniki	Grčija	Cfa	40
Timisoara	Romunija	Cfb	45
Dunaj	Avstrija	Dfb	48
Vigo	Španija	Csb	42
Varšava	Poljska	Dfb	52
Zurich	Švica	Cfb	47

### 3.3.3 Računske metode za določitev energetskih potreb

Privzet pristop omogoča določitev energetskih potreb na mesečni osnovi za ogrevanje in hlajenje prostorov ter za oskrbo s toplo sanitarno vodo. Za določitev prispevka posamezne komponente vključene v toplotni izračun, je potrebno upoštevati določila več standardov, kot je to za primer ogrevanja in hlajenja prikazano na sliki 3.7.

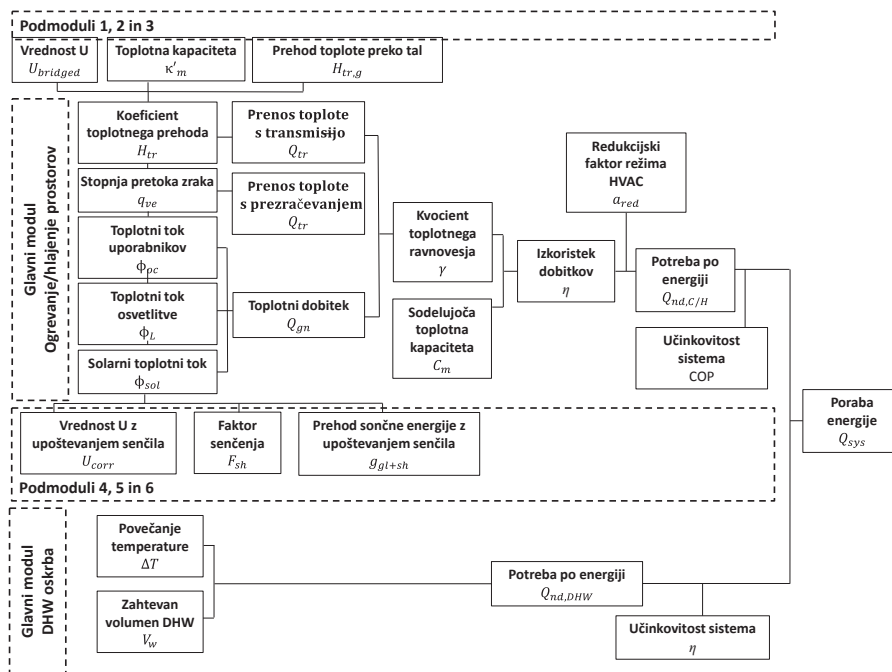


Slika 3.7: Diagram poteka algoritma in referenčnih standardov za prezračevanje prostorov

Kot je prikazano na sliki 3.7, je SIST EN ISO 13790 (2008) glavni uporabljen standard, ki navaja specifične izračune v povezavi z drugimi standardi. Prav tako je pomembno oceniti delež v skupni porabljeni energiji za obratovanje stavbe, ki odpade na proizvodnjo tople sanitarne vode, kar še posebej velja v primeru stanovanjskih stavb. Kot že omenjeno, je temu namenjen standard SIST EN 15316-3-1 (2007).

Shematski prikaz postopka algoritma za izračun energetskih potreb stavbe je prikazan na sliki 3.8.

Podmodula 1 in 2, ki ustrezata vrednosti  $U$  in toplotni kapaciteti elementov ovoja stavbe, sta bila za izbrane makro-komponente predhodno že izračunana s strani uporabnika. Podmodul 3 zajema prehod toplote na meji s tlemi. Podmoduli 4, 5 in 6 vsebujejo pod-rutine za izračun učinkov senčil in senčenja zaradi tlorisne oblike objekta. V zvezi s tem pa je potrebno opozoriti, da je v trenutni verziji programa AMECO mogoče obravnavati le tlorise pravokotnih oblik.



Slika 3.8: Diagram poteka izračuna energetske porabe stavbe

### 3.3.3.1 Energetske potrebe za ogrevanje in hlajenje prostorov

Po SIST EN ISO 13790 (2008), enačbi (3.6) in (3.7) predstavljata osnovo za izračun mesečno ( $m$ ) potrebne količine energije, ob predpostavki stalnega ( $cont$ ) delovanja sistemov (za nomenklaturo glej SIST EN ISO 13790):

$$Q_{H,nd,cont,m} = (Q_{H,tr,m} + Q_{H,ve,m}) - \eta_{H,gn,m} \cdot Q_{H,gn,m} \quad (3.6)$$

$$Q_{C,nd,cont,m} = Q_{C,gn,m} - \eta_{C,ls,m} \cdot (Q_{C,tr,m} + Q_{C,ve,m}) \quad (3.7)$$

kjer so:

- $Q_{H,nd}$  potrebna toplotna energija (toplota) za ogrevanje (kWh);
- $Q_{C,nd}$  potrebna energija za hlajenje (kWh);
- $Q_{tr}$  celotna količina prenesene toplote s transmisijo (kWh);
- $Q_{ve}$  celotna količina prenesene toplote zaradi prezračevanja (kWh);
- $\eta_{H,gn}$  izkoristek energijskih dobittkov (-);
- $\eta_{C,ls}$  izkoristek odpadne toplotne energije (toplote) (-).

V sledečih poglavjih je predstavljena metodologija za izračun zgoraj navedenih posameznih prispevkov celotne potrebne energije.

### 3.3.3.1.1 Prenos toplote s transmisijo

Toplotna/energijska bilanca stavbe vključuje vso prenešeno toploto s transmisijo preko:

- (i) sten;
- (ii) strehe;
- (iii) zunanjih tal (če so prisotna);
- (iv) zasteklitve (steklo + okviri);
- (v) tal na zemljini.

Prenos toplote s transmisijo preko navedenih stavbnih elementov od (i) do (iv) je določen z upoštevanjem mehanizma toplotnega prehoda brez vpliva mase (implicitno). Kot je razvidno iz enačb (3.8) do (3.10) je toplotna izguba oziroma dobitok sorazmeren s temperaturno razliko med notranjim in zunanjim prostorom in koeficientom toplotne prehodnosti elementa. Pri prenosu toplote s transmisijo v tla na zemljini se implicitno upošteva učinek toplotne vztrajnosti tal. To pomeni, da je koeficient toplotne prehodnosti v tem primeru izračunan po drugačnem postopku kot v ostalih primerih, (3.11).

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,sec} - \theta_e) \cdot t \quad (3.8)$$

$$H_{tr,adj} = H_{D,W} + H_{D,R} + H_{D,EF} + H_{D,Gl} + H_{GF} \quad (3.9)$$

$$H_D = \sum_i A_i \cdot U_i \quad (3.10)$$

$$H_{GF} = b_{tr,g} \cdot A_i \cdot U_{GF} \quad (3.11)$$

kjer so:

$Q_{tr}$	celotna količina prenesene toplote s transmisijo (kWh);
$H_{tr,adj}$	skupni koeficient toplotne prehodnosti (W/K);
$\theta_{int,sec,H}$	nastavljena temperatura v prostoru stavbe v primeru režima ogrevanja (°C);
$\theta_{int,sec,C}$	nastavljena temperatura v prostoru stavbe v primeru režima hlajenja (°C);
$t$	trajanje v mesecih, kot podano v SIST EN ISO 13790 (Ms);
$H_D$	koeficient toplotne prehodnosti za transmisijo z zunanjim okoljem (W/K), preko: sten, $H_{D,W}$ ; strehe, $H_{D,R}$ ; zunanjih tal, $H_{D,EF}$ ; elementov zasteklitve, $H_{D,Gl}$ ;
$H_{GF}$	koeficient transmisijskih toplotnih prehodnosti v tla (W/K);
$b_{tr,g}$	korekcijski faktor tal po mesecih (W/K);
$A_i$	površina $i$ -tega elementa (m <sup>2</sup> );
$U_i$	toplotna prehodnost $i$ -tega elementa (W/(m <sup>2</sup> K));
$U_{GF}$	toplotna prehodnost elementa konstrukcije v stiku s tlemi + tal (W/(m <sup>2</sup> K)).

Časovno odvisni parametri upoštevani v izračunih so bili privzeti iz dokumenta SIST EN ISO 13790 in so predstavljeni v preglednici 3.9.

Vsi koeficienti toplotne prehodnosti, razen koeficienta, ki se nanaša na prehod toplote v tla na zemljini, so bili izračunani po SIST EN ISO 6946:2008.

Preglednica 3.9: Časovno odvisne vrednosti računskih parametrov

	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC
<i>m</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
dolžina meseca, <i>t</i> (Ms)	2,6784	2,4192	2,6784	2,5920	2,6784	2,5920	2,6784	2,6784	2,5920	2,6784	2,5920	2,6784
dan v mesecu (dan)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
št. dni delovanja (dnevi)	23	20	21	22	23	20	23	22	21	23	21	22

### Prenos toplote v tla

Kot je prikazano na sliki 3.9 je prenos toplote v tla obravnavan različno glede na globino in izvedbo pritlične etaže oziroma podkletitve.



Slika 3.9: Konstruktivne izvedbe podkletitve oziroma pritličja

Določitev prenosa toplote v tla je opravljena z upoštevanjem navodil v SIST EN ISO 13370:2008. Količina prenesene toplote v tla (oziroma iz tal) se določi s prilagoditvijo faktorja toplotne prehodnosti, s čimer se upošteva dodatna izolativnost tal. Prilagojen koeficient toplotne prehodnosti zajema tudi mesečni toplotni tok, ki upošteva učinka toplotne vztrajnosti tal. Privzete toplotne lastnosti tal so predstavljene v preglednici 3.10.

Preglednica 3.10: Toplotne lastnosti tal (ISO 13370:2007)

	toplotna prevodnost $\lambda$ [W/(m·K)]	toplotna kapaciteta na volumen $\rho_c$ [MJ/(m <sup>3</sup> ·K)]
glina ali mulj	1,5	3,00
pesek ali gramoz	2,0	2,00
homogena skala	3,5	2,00
privzete vrednosti	2,0	2,00

### Prenos toplote skozi okna

V algoritmu je podana baza podatkov s povprečnimi vrednostmi optičnih in toplotnih lastnosti za več različnih tipov oken (SIST EN 15193), podanimi v preglednici 3.11, kjer je  $g_{gl,n}$  prepustnost za sončno energijo v primeru sevanja pravokotno na zasteklitev in  $U_{Gl}$  toplotna prehodnost okna.

Prehod toplote skozi okna je izračunan z enačbo (3.10). Ob tem je smiselno upoštevati tudi pozitivne učinke senčil, ki se uporabljajo preko noči. Skladno s tem je potrebno modificirati pripadajoči koeficient toplotne prehodnosti. Korigirana toplotna prehodnost,  $U_{Gl,corr}$  v W/(m<sup>2</sup> K), je določena kot:

$$U_{Gl,corr} = U_{Gl+shut} \cdot f_{shut} + U_{Gl} \cdot (1 - f_{shut}) \quad (3.12)$$

kjer so:

$U_{Gl+shut}$  toplotna prehodnost okna in senčila skupaj (W/(m<sup>2</sup> K));

- $f_{shut}$  brezdimenzijski del razlike v akumulirani temperaturi za določeno obdobje ob uporabi senčila;
- $U_{Gl}$  toplotna prehodnost okna brez rolete (senčila).

Preglednica 3.11: Privzete vrednosti optičnih in toplotnih lastnosti oken

tip zasteklitve	$g_{gl,n}$	$U_{Gl}$
enojna zasteklitev	0,87	5,8
dvojna zasteklitev	0,78	2,9
dvojna zasteklitev z nizko emisivnostjo 1	0,72	1,7
dvojna zasteklitev z nizko emisivnostjo 2	0,67	1,4
dvojna zasteklitev z nizko emisivnostjo 3	0,65	1,2
trojna zasteklitev	0,7	2,0
trojna zasteklitev z nizko emisivnostjo 1	0,5	0,8
trojna zasteklitev z nizko emisivnostjo 2	0,5	0,6

Toplotna prehodnost okna z aktiviranim senčilom,  $U_{Gl+shut}$  se izračuna po sledeči enačbi:

$$U_{Gl+shut} = \frac{1}{\frac{1}{U_{Gl}} + R_{sh} + \Delta R} \quad (3.13)$$

kjer sta:

- $R_{sh}$  toplotni upornost senčila ( $m^2 K/W$ );
- $\Delta R$  dodatna toplotna upornost za določeno zračno prepustnost rolete ( $m^2 K/W$ ).

Privzete vrednosti za  $R_{sh}$  in  $\Delta R$  so v algoritmu upoštevane po SIST EN ISO 10077-1 (2007). Kot je predstavljeno v preglednici 3.12, so te vrednosti odvisne od vrste materiala senčila in njegove zračne prepustnosti.

Preglednica 3.12: Toplotna upornost okenskih senčil

tip senčila	$R_{sh}$ [ $m^2 \cdot K/W$ ]	zračna prepustnost		
		visoka / zelo visoka	zmerna	nizka
		$\Delta R$ [ $m^2 \cdot K/W$ ]		
zunanje aluminijaste rolete (brez izolacije)	0,01	0,00	0,12	0,00
zunanje neprosojno leseno senčilo (brez izolacije)	0,10	0,00	0,16	0,00
zunanje lesene rolete (brez izolacije)	0,10	0,00	0,16	0,00
zunanje plastične rolete (brez izolacije)	0,10	0,00	0,16	0,00
zunanje lesene žaluzije	0,01	0,09	0,00	0,00
zunanje kovinske žaluzije	0,01	0,09	0,00	0,00
zunanje neprosojno rolo	0,01	0,09	0,00	0,00
zunanje prosojno rolo	0,01	0,09	0,00	0,00
notranje senčilo	0,01	0,00	0,00	0,24
notranje neprosojne zavese	0,00	0,00	0,00	0,00
notranje prosojne zavese	0,00	0,00	0,00	0,00
notranje neprosojno leseno senčilo	0,10	0,00	0,00	0,31
plastične rolete s polnilom iz pene	0,15	0,00	0,19	0,00
lesena polkna, debeline od 25 mm do 30 mm	0,20	0,00	0,22	0,00

V programu upoštevan brezdimenzijski del razlike v akumulirani temperaturi za določeno obdobje ob uporabi senčil  $f_{shut}$  je definiran na postavki urnih vrednosti. Pri tem je upoštevano, da le-te predstavljajo inačico nočnemu časovnemu intervalu (nočna zaščita).

### 3.3.3.1.2 Prenos toplote s prezračevanjem

Energetsko učinkovitost stavbe lahko optimiziramo s tehnikami pasivnega hlajenja / ogrevanja tako, da ustrezno nastavimo pogoje prezračevanja. V zimskem času je zaželen zmanjšan pretok dovedenega zraka z namenom zmanjšanja toplotnih izgub. Nasprotno je v poletnem času povečana izmenjava zraka v prostorih koristnejša, če je le temperatura zunanega zraka v korist pasivni tehniki prezračevanja. Zato algoritem omogoča določitev različnih vrednosti pretoka zraka za obe situaciji prezračevanja, ogrevanja in hlajenja.

Metodologija za določitev prenosa toplote s prezračevanjem je predpisana v standardu SIST EN ISO 13790:2008, točka 9.3, in je predstavljena z naslednjimi enačbami:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,sec} - \theta_e) \cdot t \quad (3.14)$$

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left( \sum_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn} \right) \quad (3.15)$$

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} \cdot q_{ve,k} \quad (3.16)$$

kjer so:

- $\rho_a \cdot c_a$  toplotna kapaciteta na volumen zraka (J/(m<sup>3</sup> K));
- $q_{ve,k,mn}$  časovno povprečje zračnega pretoka  $k$  - tega elementa (m<sup>3</sup>/s);
- $b_{ve,k}$  faktor za nastavitve temperature  $k$  - tega prezračevalnega elementa (-).

Vrednost faktorja nastavitve temperature,  $b_{ve,k}$ , je enaka 1, če sistem za predgrevanje (npr. rekuperatorja) ni prisoten. Če je stavba opremljena z napravo za rekuperacijo toplote pa je faktor  $b_{ve,k}$  določen z naslednjo enačbo:

$$b_{ve,k} = (1 - f_{ve,frac,k} \cdot \eta_{hru}) \quad (3.17)$$

kjer sta:

- $f_{ve,frac,k}$  delež zračnega toka  $k$  – tega prezračevalnega elementa, ki gre skozi napravo za rekuperacijo toplote;
- $\eta_{hru}$  učinkovitost rekuperatorja.

### 3.3.3.1.3 Notranji toplotni viri

Toplota, ki prihaja iz zasedenosti prostorov in delovanja naprav v stavbi, je opredeljena in izračunana kot notranji dobitek toplote in predstavlja pomemben delež v toplotni bilanci stavbe. Algoritem upošteva bodisi privzete vrednosti podatkov bodisi vrednosti podane s strani uporabnika (povzete iz SIST EN ISO 13790:2008), ki so pridobljene na podlagi tedenskega urnika zasedenosti prostorov in pripadajočem toplotnem toku. Enačba za izračun toplotnih dobitkov na račun notranjih virov toplote je sledeča:

$$Q_{int} = \left( \sum_k \Phi_{int,mn,k} \right) \cdot t + \left( \sum_k (1 - b_{tr,l}) \cdot \Phi_{int,mn,u,l} \right) \cdot t \quad (3.18)$$

kjer so:

- $\Phi_{int,mn,k}$  časovno povprečje toplotnega toka iz notranjega  $k$ -tega vira (W);
- $\Phi_{int,mn,u,l}$  časovno povprečje toplotnega toka iz notranjega vira  $l$  v sosednji prostor, ki ni prezračevan (W);



$b_{tr,l}$  redukcijski faktor za sosednji prostor, ki ni prezračevan;  
 $t$  dolžina meseca (Ms).

viri notranjih toplotnih tokov v stavbi so lahko: i) uporabniki; ii) naprave. V preglednici 3.13 so predstavljene referenčne vrednosti toplotnega toka, ki izhaja iz uporabnikov in aparatov.

Preglednica 3.13: Toplotni tok od uporabnikov in naprav v rezidenčnih stavbah: (seznam iz SIST EN ISO 13790:2008)

dnevi	ure	dnevna soba s kuhinjo $(\Phi_{int,oc} + \Phi_{int,A})/A_f$ [W/m <sup>2</sup> ]	ostali prezračevani prostori (npr. spalnice) $(\Phi_{int,oc} + \Phi_{int,A})/A_f$ [W/m <sup>2</sup> ]
ponedeljek - petek	07:00 do 17:00	8,0	1,0
	17:00 do 23:00	20,0	1,0
	23:00 do 07:00	2,0	6,0
sobota in nedelja	07:00 do 17:00	8,0	2,0
	17:00 do 23:00	20,0	4,0
	23:00 do 07:00	2,0	6,0

### 3.3.3.1.4 Dobitki sončnega obsevanja

Ta vrsta toplotnih dobitkov je druga večja spremenljivka v enačbi toplotne bilance stavbe. Splošna enačba za njen izračun je:

$$Q_{sol} = \left( \sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) \cdot t + \left( \sum_k (1 - b_{tr,l}) \cdot \Phi_{sol,mn,u,l} \right) \cdot t \quad (3.19)$$

kjer so:

$\Phi_{sol,mn,k}$  časovno povprečje toplotnega toka iz  $k$ -tega vira sončne toplote (W);  
 $\Phi_{sol,mn,u,l}$  časovno povprečje toplotnega toka iz vira sončne toplote  $l$  v sosednji prostor, ki ni prezračevan (W);  
 $b_{tr,l}$  redukcijski faktor za sosednji prostor, ki ni prezračevan;  
 $t$  dolžina meseca (Ms).

Pri tem je potrebno izračunati efektivno zbiralno površino posameznega elementa, ki je izpostavljen sončnemu sevanju. Metode predstavljene v SIST EN ISO 13790 (2008) omogočajo upoštevanje učinkov senčil, senčenja zaradi stavbe same in drugih podnebno odvisnih pojavov. To je obravnavano v sledečih odstavkih.

Toplotni tok iz sončnih dobitkov je določen po sledeči enačbi:

$$\Phi_{sol,mn,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k} \quad (3.20)$$

kjer so:

$F_{sh,ob,k}$  redukcijski faktor senčenja za zunanje ovire (-);  
 $A_{sol,k}$  efektivna zbiralna površina  $k$ -tega elementa (-);  
 $I_{sol,k}$  vpadno sončno sevanje na kvadratni meter zbiralne površine  $k$  (W/m<sup>2</sup>);  
 $F_{r,k}$  faktor oblike med  $k$ -tim elementom stavbe in nebom (-);  
 $\Phi_{r,k}$  dodatni toplotni tok zaradi toplotnega sevanja  $k$ -tega elementa nazaj v nebo  $k$  (W/m<sup>2</sup>).

Redukcijski faktor senčenja za zunanje ovire  $F_{sh,ob,k}$  v trenutni verziji programa AMECO ni upoštevan. Efektivna zbiralna površina sončnega sevanja zasteklitvenih elementov stavbe je določena po sledeči enačbi:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{wp} \quad (3.21)$$

kjer so:

- $F_{sh,gl}$  redukcijski faktor senčenja za scenarij s premičnimi senčili (-);
- $g_{gl}$  prepustnost celotne energije sončnega sevanja prosojnega dela elementa (-);
- $F_F$  delež površine okvirja okna (-);
- $A_{wp}$  skupna projicirana površina okna (m<sup>2</sup>).

Pri tem je mogoče, npr. med sezono hlajenja prostorov, upoštevati pozitiven učinek okenskih senčil. V tem primeru je pri tej določbi v zvezi s senčenjem potrebno določiti redukcijski faktor senčenja v skladu s sledečo enačbo:

$$F_{sh,gl} = \frac{(1 - f_{sh,with}) \cdot g_{gl} + f_{sh,with} \cdot g_{gl+sh}}{g_{gl}} \quad (3.22)$$

kjer so:

- $g_{gl+sh}$  prepustnost celotne energije sončnega sevanja okna z aktiviranim senčilom;
- $f_{sh,with}$  uteženi časovni interval z aktiviranim senčilom.

Privzete vrednosti za prepustnost energije sončnega sevanja okna z uporabljenim senčilom  $g_{gl+sh}$  so predstavljene v preglednici 3.14 in so bile pridobljene iz RCCTE (2006).

Preglednica 3.14: Prepustnost sončne energije okna z aktiviranim senčilom  $g_{gl+sh}$

tip senčila	barva senčila		
	svetla	vmesna	temna
zunanje neprosojno leseno senčilo (brez izolacije)	0,03	0,05	0,06
zunanje lesene rolete (brez izolacije)	0,04	0,05	0,07
zunanje aluminijaste rolete (brez izolacije)	0,04	0,07	0,09
zunanje plastične rolete (brez izolacije)	0,04	0,07	0,09
zunanje lesene žaluzije	0,08	0,08	0,08
zunanje kovinske žaluzije	0,09	0,09	0,09
zunanje neprosojno rolo	0,04	0,06	0,08
zunanje prosojno rolo	0,16	0,18	0,2
notranje senčilo	0,47	0,59	0,69
notranje neprosojne zavese	0,37	0,46	0,55
notranje prosojne zavese	0,39	0,48	0,58
notranje neprosojno leseno senčilo	0,35	0,46	0,58
zunanje plastične rolete (z izolacijo)	0,04	0,07	0,09
lesena polkna, debeline od 25 mm do 30 mm	0,04	0,05	0,07

Uteženi časovni interval z aktiviranim senčilom  $f_{sh,with}$  je izračunan za vsako orientacijo posebej in temelji na vrednostih sončnega sevanja za posamezne ure dneva (določen je z uporabo simulacijskega programa *EnergyPlus*, ki za izračun sončnega sevanja uporablja Perezov računski model). Predstavlja časovni interval, ko je sončno sevanje za določeno orientacijo višje od nastavljene vrednosti.

V primeru okna z nerazpršilnim steklom in brez uporabe senčil se prepustnost celotne energije sončnega sevanja  $g_{gl}$  izračuna s sledečo enačbo:

$$g_{gl} = g_{gl,n} \cdot F_w \quad (3.23)$$

kjer sta:

- $F_w$  korekcijski faktor za nerazpršilno steklo (-);
- $g_{gl,n}$  prepustnost sončne energije v primeru pravokotnega sevanja na zasteklitev (angl. Solar heat gain coefficient - SHGC) (-).

V primeru, ko so senčila uporabljena v oknih ali ko je uporabljeno razpršilno steklo, je potrebno izračunati časovno povprečje prepustnosti sončnega sevanja z upoštevanjem uteži v izračunu vsote direktnega in difuzijskega dela sončnega sevanja. Ta parameter je izračunan na mesečni osnovi v skladu z enačbo (3.24).

$$g_{gl} = a_{gl} \cdot g_{gl,alt} + (1 - a_{gl}) \cdot g_{gl,dif} \quad (3.24)$$

$$alt_{gl} = \frac{\sum_1^n \alpha_i \cdot I_{dir,i}}{\sum_1^n I_{dir,i}} \quad (3.25)$$

$$a_{gl} = \frac{\sum_1^n I_{dir,i}}{\sum_1^n I_{sol,i}} \quad (3.26)$$

kjer so:

- $a_{gl}$  utežni faktor odvisen od položaja okna (orientacija, nagib), podnebja in letnega časa (-);
- $g_{gl,alt}$  prepustnost energije sončnega sevanja za sončno sevanje s podanim višinskim kotom  $alt_{gl}$  ob predpostavljene poziciji okna (orientacija, nagib), podnebja in letnega časa (-)
- $g_{gl,dif}$  prepustnost energije sončnega sevanja za izotropno difuzno sončno sevanje;
- $I_{dir,i}$  neposredno povprečno sončno sevanje v  $i$ -ti uri ( $W/m^2$ );
- $I_{sol}$  celotno povprečno sončno sevanje v  $i$ -ti uri ( $W/m^2$ );
- $\alpha_i$  vpadni kot sončnega sevanja ( $^\circ$ );
- $n$  število ur v mesecu.

Vrednosti za neposredno in celotno sončno sevanje ter za vpadni kot sončnega sevanja  $I_{dir,i}$ ,  $I_{sol}$ , in  $\alpha_i$  so bile določene z uporabo simulacijskega programa *EnergyPlus*, ki uporablja Perezov računski model.

Delež površine okvirja okna  $F_F$  je izračunan po standardu SIST EN ISO 10077-1 (2007). Pri tem lahko uporabi vrednost 0,2 oziroma 0,3, s katero dosežemo največjo prepustnost okna. Privzeta vrednost v primeru prevladujoče situacije ogrevanja je 0,3 (SIST EN ISO 13790, opomba pod točko 11.4.5).

Skupna projicirana površina okna  $A_{vp}$  vključuje steklo in okenski okvir, saj upoštevane toplotne karakteristike okna v programu zajemajo celoten element okna (steklo in okvir). Ta metodologija je tudi priporočena v standardu SIST EN ISO 13789:2008, dodatek B.

Efektivna zbiralna površina sončnega sevanja neprosojnega elementa se izračuna s sledečo enačbo:

$$A_{sol} = \alpha_{S,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \quad (3.27)$$

kjer so:

- $\alpha_{S,c}$  brezdimenzijski koeficient absorpcije sončnega sevanja neprosojnega elementa;
- $R_{se}$  koeficient toplotne upornosti zunanje površine neprosojnega elementa, pridobljen iz SIST EN ISO 6946:2008 ( $m^2 \cdot K/W$ );
- $U_c$  toplotna prehodnost neprosojnega dela določena po SIST EN ISO 6946:2008 ( $W/(m^2 \cdot K)$ );
- $A_c$  projicirana (na ravnino vzporedno površini) površina neprosojnega elementa ( $m^2$ );

Brezdimenzijski koeficient absorpcije sončnega sevanja je odvisen od barve zunanje površine neprosojnega elementa, kot je to predstavljeno v preglednici 3.15 (RCCTE, 2006).

Preglednica 3.15: Koeficient absorpcije sončnega sevanja za neprosojni element (RCCTE, 2006)

barva	$\alpha_{S,c}$
svetla	0,3
vmes	0,5
temna	0,8

Vpadno sončno sevanje  $I_{sol,k}$  predstavlja povprečno vrednost za časovni korak v obravnavanem mesecu. Očitno je, da je ta parameter odvisen od podnebja, zemljepisne širine in položaja elementa (orientacija, nagib).

Upoštevana vrednost faktorja oblike med obravnavanim elementom in nebom  $F_{r,k}$  je 1,0 za nezasenčene horizontalne elemente in 0,5 za nezasenčene vertikalne elemente.

Toplotno sevanje v nebo  $\Phi_{r,k}$  se izračuna v okviru sončnih dobitkov. V tem primeru gre za prenos toplote s sevanjem zaradi temperaturne razlike med površino elementa (ob predpostavki, da je le-ta enaka zunanji temperaturi) in nebom. Prenos toplote z omenjenim pojavom se izračuna z enačbo (3.28):

$$\Phi_{r,k} = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \quad (3.28)$$

kjer sta:

- $h_r$  koeficient toplotne prehodnosti za zunanje sevanje ( $W/(m^2 \cdot K)$ );
- $\Delta\theta_{er}$  povprečna razlika med temperaturo zunanjega zraka in navidezno oziroma sevalno temperaturo neba ( $^{\circ}C$ ).

Standard SIST EN ISO 13790:2008 predpostavi vrednost koeficienta toplotne prehodnosti za zunanje sevanje  $h_r$  ( $W/(m^2 \cdot K)$ ) enako  $5 \cdot \varepsilon$  (kjer je  $\varepsilon$  emisivnost materiala), kar ustreza povprečni temperaturi  $10^{\circ}C$  površine elementa in neba.

Po SIST EN ISO 13790 (točka 11.4.6) se lahko za povprečno razliko med temperaturo zunanjega zraka in navidezno temperaturo neba  $\Delta\theta_{er}$  privzame  $9^{\circ}C$  v sub-polarnih območjih,  $13^{\circ}C$  v tropih in  $11^{\circ}C$  za vmesna območja.

### 3.3.3.1.5 Parametri za upoštevanje dinamičnih učinkov

Za sistem ogrevanja, je izkoristek toplotnih dobitkov  $\eta_{H,gn,m}$  določen z naslednjimi enačbami:

$$\text{Če } \gamma_H > 0 \text{ in } \gamma_H \neq 1, \text{ potem } \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad (3.29)$$

$$\text{Če } \gamma_H = 1, \text{ potem } \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad (3.30)$$

$$\text{Če } \gamma_H < 0, \text{ potem } \eta_{H,gn} = \frac{1}{\gamma_H} \quad (3.31)$$

kjer so:

- $\gamma_H$  kvocient toplotnega ravnovesja  $Q_{H,gn}/Q_{H,hl}$ ;
- $a_H$  brezdimenzijski parameter  $a_{H,0} + \tau/\tau_{H,0}$ ;
- $\tau$  časovna konstanta cone v stavbi ( $\tau = C_m/H$ ) in upošteva toplotno vztrajnost stavbe in prenos toplote s transmisijo in prezračevanjem;
- $a_{H,0}, \tau_{H,0}$  brezdimenzijska parametra z vrednostjo 1 in 15 (SIST EN ISO 13790).

Mesečni izkoristek energijskih dobitkov za sistem hlajenja je določen z eno od sledečih enačb:

$$\text{Če } \gamma_C > 0 \text{ in } \gamma_C \neq 1, \text{ potem } \eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}} \quad (3.32)$$

$$\text{Če } \gamma_C = 1, \text{ potem } \eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C + 1} \quad (3.33)$$

$$\text{Če } \gamma_C < 0, \text{ potem } \eta_{C,ls} = 1 \quad (3.34)$$

Parametri, ki nastopajo v enačbah za določitev mesečnega izkoristka energijskih dobitkov so podobni tistim, ki iz enačb povezanih s scenarijem hlajenja. Razlika je le v vrednostih povezanih s scenarijem hlajenja: privzeti vrednosti brezdimenzijskih parametrov  $a_{C,0}$  in  $\tau_{C,0}$  sta enaki 1 in 15 (po SIST EN ISO 13790).

Toplotna masa stavbe je v izračunih upoštevana s časovno konstanto cone stavbe  $\tau$  izraženo v urah. Vrednost parametra  $\tau$  je določena kot:

$$\tau = \frac{C_m}{3600 \cdot (H_{tr,adj} + H_{ve,adj})} \quad (3.35)$$

kjer so:

- $C_m$  toplotna kapaciteta stavbe oziroma cone stavbe (J/K);
- $H_{tr,adj}$  ustrezen faktor celotne toplotne prehodnosti določen z enačbo (3.9);
- $H_{ve,adj}$  ustrezen faktor celotne toplotne prehodnosti določen z enačbo (3.15).

Sodelujoča toplotna kapaciteta stavbe  $C_m$  (J/K), je izračunana kot vsota toplotnih kapacitet vseh konstrukcijskih elementov stavbe v neposrednem toplotnem stiku z notranjim zrakom v stavbi (SIST EN ISO 13790) in je določena kot sledi:

$$C_m = \sum_j k_j \cdot A_j \quad (3.36)$$

kjer sta:

- $k_j$  toplotna kapaciteta na površino  $j$ -tega konstrukcijskega elementa stavbe ( $J/K.m^2$ );  
 $A_j$  površina  $j$ -tega konstrukcijskega elementa stavbe ( $m^2$ ).

Toplotna kapaciteta na površino  $k_j$  je bila izračunana za vsako makro-komponento posebej z upoštevanjem smernic standarda SIST EN ISO 13786:2008, dodatek A, ki za to oceno predvideva uporabo poenostavljene metode.

SIST EN ISO 13790 podaja privzete vrednosti toplotne kapacitete stavbe na kvadratni meter glede na razred stavne. Za hitrejšo določitev, za posamezen razred stavbe. V preglednici 3.16 so te vrednosti prikazane za mesečno in sezonsko metodo izračuna.

Preglednica 3.16: Privzete vrednosti notranje toplotne kapacitete (SIST EN ISO 13790, 2008)

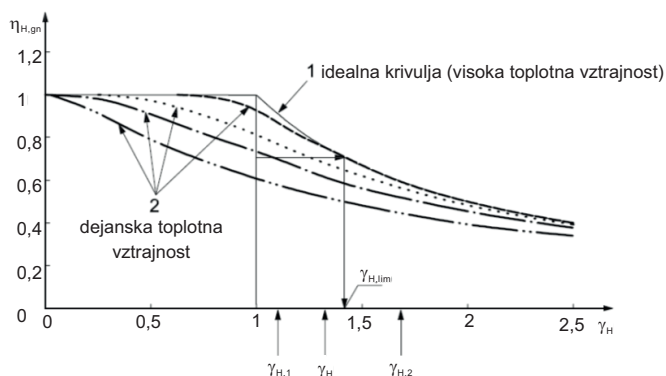
razred stavb	$C_m [J/K]$
zelo lahke	80000 $A_f$
lahke	110000 $A_f$
srednje težke	165000 $A_f$
težke	260000 $A_f$
zelo težke	370000 $A_f$
$A_f$	površina tal

### **Dolžina obdobja ogrevanja in hlajenja v posameznih mesecih**

Za oceno potreb po energiji za hlajenje in ogrevanje za posamezni mesec v letu standard SIST EN ISO 13790 določa dve računski metodi, ki temeljita na količniku med toplotno bilanco stavbe in brezdimenzijskima parametroma  $a_c$  in  $a_H$ . Čeprav omenjeni standard predlaga dve računski metodi, je bila v tem primeru uporabljena le detajlnejša (točka 7.4.1.1 – metoda b), saj jo je možno podati v programskem orodju. Uporabljena metoda je predstavljena v nadaljevanju.

#### Režim ogrevanja:

Ocena časa v posameznem mesecu, ko je prisotna potreba po energiji za ogrevanje prostora, se začne z izračunom idealnega količnika toplotne bilance  $\gamma_{H,lim}$ , ki ustreza idealnemu izkoristku energijskih dobitkov  $\eta_{H,gn}$ , ki predstavlja nično potrebo po energiji za ogrevanje prostora. Predpostavka temelji na primeru idealne stavbe z neskončno toplotno vztrajnostjo, kjer je  $\gamma_{H,lim} = 1,0$  in od tod  $\eta_{H,gn} = 1,0$ . Dejansko pa zaradi omejene toplotne vztrajnosti stavbe, vsi toplotni dobitki niso izkoriščeni za ogrevanje prostora in ne prispevajo k zvišanju temperature v prostoru na raven bivanjsko ugodne temperature (zaradi pregrevanja). Potemtakem je dejanski faktor izkoristka energijskih dobitkov nižji, kar pomeni, da je potrebno zagotoviti več dobitkov za doseg ravnotežja v enačbi za energijsko bilanco stavbe (zagotovitev končne nične potrebe po energiji za doseganje projektne notranje temperature). Ta utemeljitev sicer ni veljavna ob upoštevanju prenosa toplote (če je količnik toplotne bilance manjši od 1, so toplotne izgube večje od toplotnih dobitkov; ker vrednost faktorja izkoristka toplotnih dobitkov na more biti večja od 1, stanje z nično potrebo po energiji ni mogoče, zato tudi ni mogoče določiti optimalnega količnika toplotne bilance z vrednostjo nižjo od 1,0). Omenjena utemeljitev je grafično prikazana na sliki 3.10.



Slika 3.10: Ustrezni parametri za določitev obdobja v posameznem mesecu s potrebo po energiji za hlajenje oziroma ogrevanje (SISdsfhgdT EN ISO 13790)

Optimalna vrednost količnika toplotne bilance je določena kot:

$$\gamma_{H,\text{lim}} = \frac{(a_H + 1)}{a_H} \quad (3.37)$$

Za določitev dela meseca s potrebo po energiji za ogrevanje je potrebno izračunati vrednost  $\gamma_H$  na začetku in na koncu meseca. Povprečna vrednost  $\gamma_H$  na začetku meseca je dobljena na podlagi povprečja  $\gamma_H$  za obravnavan mesec in pretekli mesec. Povprečna vrednost  $\gamma_H$  na koncu meseca je izračunana kot povprečje  $\gamma_H$  za obravnavan mesec in sledeči mesec. Poleg tega sta potrebna dva "nova" parametra:  $\gamma_{H,1}$  in  $\gamma_{H,2}$ , kjer prvi predstavlja najmanjšo drugi pa največjo vrednost obeh pred tem določenih vrednosti  $\gamma_H$ . Parametra  $\gamma_{H,1}$  in  $\gamma_{H,2}$  predstavljata vrednost količnika toplotne bilance na začetku in na koncu meseca in sta določena kot:

$$\text{Če } \gamma_{H,2} < \gamma_{H,\text{lim}}, \text{ potem } f_H = 1 \quad (3.38)$$

$$\text{Če } \gamma_{H,1} > \gamma_{H,\text{lim}}, \text{ potem } f_H = 0 \quad (3.39)$$

Enačba (3.39) sporoča, da energija za ogrevanje prostora ni potrebna, če je najnižja vrednost količnika toplotne bilance na začetku in koncu obravnavanega meseca večja od optimalne vrednosti pomeni. V primeru, da nobeden izmed zgornjih dveh pogojev ni izpolnjen, velja sledeče:

$$\text{Če } \gamma_H > \gamma_{H,\text{lim}}, \text{ potem } f_H = 0,5 \cdot \frac{\gamma_{H,\text{lim}} - \gamma_{H,1}}{\gamma_H - \gamma_{H,1}} \quad (3.40)$$

$$\text{Če } \gamma_H \leq \gamma_{H,\text{lim}}, \text{ potem } f_H = 0,5 + 0,5 \cdot \frac{\gamma_{H,\text{lim}} - \gamma_H}{\gamma_{H,2} - \gamma_H} \quad (3.41)$$

Zgornji enačbi sledita enaki logiki kot enačbi (3.38) in (3.39), s to razliko, da se v primeru enačb (3.40) in (3.41)  $\gamma_H$  nanaša na povprečno mesečno vrednost in ne na vrednost na začetku oziroma na koncu meseca.

Dolžina sezone ogrevanja se lahko določi tudi kot vsota vrednosti  $f_H$  določenih za posamezne mesece:

$$L_H = \sum_{m=1}^{12} f_{H,m} \quad (3.42)$$

#### Režim hlajenja:

V primeru hlajenja lahko uporabimo enake sklepe in zaključke kot pri režimu ogrevanja, zato za režim hlajenja niso podana nobena dodatna pojasnila. Del meseca s potrebo po energiji za hlajenje je določen z upoštevanjem inverza optimalne vrednosti količnika toplotne bilance  $(1/\gamma_C)_{lim}$ . Ta parameter je določen kot:

$$(1/\gamma_C)_{lim} = (a_C + 1) / a_C \quad (3.43)$$

Mejna parametra  $(1/\gamma_C)_1$  in  $(1/\gamma_C)_2$  sta nato določena z enačbama (3.44) in (3.45):

$$\text{Če } (1/\gamma_C)_2 < (1/\gamma_C)_{lim}, \text{ potem } f_C = 1 \quad (3.44)$$

$$\text{Če } (1/\gamma_C)_1 > (1/\gamma_C)_{lim}, \text{ potem } f_C = 0 \quad (3.45)$$

Podobno kot pri ogrevanju, v primeru, da nobeden izmed zgornjih dveh pogojev ni izpolnjen, velja sledeče:

$$\text{Če } (1/\gamma_C) > (1/\gamma_C)_{lim}, \text{ potem } f_C = 0,5 \cdot \frac{(1/\gamma_C)_{lim} - (1/\gamma_C)_1}{(1/\gamma_C) - (1/\gamma_C)_1} \quad (3.46)$$

$$\text{Če } (1/\gamma_C) \leq (1/\gamma_C)_{lim}, \text{ potem } f_C = 0,5 + 0,5 \cdot \frac{(1/\gamma_C)_{lim} - (1/\gamma_C)}{(1/\gamma_C)_2 - (1/\gamma_C)} \quad (3.47)$$

Dolžina sezone hlajenja se lahko določi tudi kot vsota vrednosti  $f_C$  določenih za posamezne mesece:

$$L_C = \sum_{m=1}^{12} f_{C,m} \quad (3.48)$$

#### **Potrebe po energiji za sisteme s prekinjenim delovanjem**

Za HVAC (angl. Heating, Ventilation and Air-Conditioning) sisteme, ki delujejo po določenem urniku (tj. s prekinjenim delovanjem), standard SIST EN ISO 13790 (2008) določa smernice za določitev znižane potrebe po energiji, ki temeljijo na izračunih za sisteme z neprekinjenim delovanjem, predstavljenimi z enačbama (3.6) in (3.7). To se določi z zmanjšanjem energije potrebne za ogrevanje  $Q_{H,nd}$  in hlajenje  $Q_{C,nd}$ , z brezdimenzijskim redukcijskim faktorjem za prekinjeno ogrevanje  $a_{H,red}$  in hlajenje  $a_{C,red}$ . Pri tem se prav tako upošteva delež posameznega meseca s potrebo po energiji za ogrevanje  $f_{H,m}$  in hlajenje  $f_{C,m}$ . Od tod sta definirani sledeči enačbi:

$$Q_{H,nd,interm,m} = f_{H,m} \cdot a_{H,red} \cdot Q_{H,nd,cont,m} \quad (3.49)$$

$$Q_{C,nd,interm,m} = f_{C,m} \cdot a_{C,red} \cdot Q_{C,nd,cont,m} \quad (3.50)$$



Iz naslednjih enačb sledi, da na redukcijski faktor za potrebo po energiji za delovanje sistemov HVAC s prekinjenim delovanjem vplivajo tudi časovna konstanta stavbe  $\tau$  in kvocienta toplotnega ravnovesja,  $\gamma_H$  in  $\gamma_C$ .

$$a_{H,red} = 1 - b_{H,red} \cdot \frac{\tau_{H,o}}{\tau} \cdot \gamma_H \cdot (1 - f_{H,hr}), \text{ za } f_{H,hr} \leq a_{H,red} \leq 1.0 \quad (3.51)$$

$$a_{C,red} = 1 - b_{C,red} \cdot \frac{\tau_{C,o}}{\tau} \cdot \gamma_C \cdot (1 - f_{C,day}), \text{ za } f_{C,day} \leq a_{C,red} \leq 1.0 \quad (3.52)$$

kjer so:

- $b_{red}$  konstanta z vrednostjo 3 (za režim ogrevanja in hlajenja);
- $f_{H,hr}$  čas efektivnega delovanja sistema, izražen kot delež celotnega števila ur delovanja sistemov;
- $f_{C,day}$  čas efektivnega delovanja sistema, izražen kot delež števila dni v tednu.

### 3.3.3.2 Potrebna energija za pripravo tople sanitarne vode

Energija potrebna za pripravo tople sanitarne vode, v MJ/mesec, se izračuna po SIST EN 15316-3-1 (2007). Odvisna je od vrste stavbe, njene tlorisne površine in od razlike med temperaturo neogrete vode in temperaturo tople vode na odjemnem mestu:

$$Q_{DHW,nd,m} = 4,182 \cdot V_{W,m} \cdot (\theta_{W,t} - \theta_{W,o}) \quad (3.53)$$

kjer so:

- $V_{W,m}$  mesečno potrebni volumen tople vode, določen v SIST EN 15316-3-1 (2007);
- $\theta_{W,t}$  temperatura DHW na odjemnem mestu [ $^{\circ}\text{C}$ ];
- $\theta_{W,o}$  temperatura dovedene vode [ $^{\circ}\text{C}$ ].

Za eno stanovanje je potrebna dnevna količina tople sanitarne vode določena glede na tlorisno površino (v  $\text{m}^3/\text{dan}$ ):

$$V_W = \frac{a \cdot N_U}{1000} \quad (3.54)$$

kjer sta:

- $a$  zahtevana enota, določena glede na število litrov vode pri  $60^{\circ}\text{C}/\text{dan}$ ;
- $N_U$  število upoštevanih enot.

Mesečno potrebna količina tople vode  $V_{W,m}$  se lahko določi s produktom dnevne vrednosti tople vode  $V_W$  s številom dni v mesecu.

Pri tem sta parametra  $a$  in  $N_U$  odvisna od vrste stavbe ter od stopnje aktivnosti oziroma števila oseb in sta lahko izražena glede na tlorisno površino stavbe  $A_f$ :

$$\text{Če } A_f > 30 \text{ m}^2, \text{ potem } a = \frac{62 \cdot \ln(A_f) - 160}{A_f} \quad (3.55)$$

$$\text{Če } 15 \leq A_f \leq 30 \text{ m}^2, \text{ potem } a = 2 \quad (3.56)$$

### 3.3.3.3 Poraba energije

V izračunu potrebe po energiji ni upoštevana učinkovitost sistemov za prezračevanje notranjih prostorov v stavbi, niti potrebna energije za pripravo tople vode. V program vgrajeni algoritem upošteva sisteme z različno učinkovitostjo, saj je pogosto, da je količnik energijske učinkovitosti (angl. coefficient of performance – COP) ogrevalnih in hladilnih naprav različen. Posledično je vsaka posamezna potreba po energiji (ogrevanje, hlajenje, priprava tople vode) odvisna od učinkovitosti posamezne naprave. Splošen izraz za izračun porabe energije, ki se lahko uporabi za posamezen primer potrebe po energiji, je:

$$Q_{cons} = \frac{Q_{nd}}{\eta_{sys}} \quad (3.57)$$

kjer sta:

$Q_{nd}$  potreba po energiji;  
 $\eta_{sys}$  učinkovitost sistema.

Privzete vrednosti energijske učinkovitosti sistemov in vrste porabljene energije so predstavljene v spodnjih tabelah. Večina teh vrednosti je bila povzeta iz RCCTE (2006).

Preglednica 3.17: Faktorji učinkovitosti ogrevalnih sistemov in energent

ogrevalni sistem	$\eta_{H,sys}$	energent
električni grelec	1	elektrika
plinski gorilnik	0,87	plinsko gorivo
gorilnik na tekoče gorivo	0,8	tekoče gorivo
gorilnik na trdo gorivo	0,6	trdo gorivo
klimat (ogrevanje)	4	elektrika

Preglednica 3.18: Faktorji učinkovitosti hladilnih sistemov in energent

hladilni sistem	$\eta_{C,sys}$	energent
klimat (hlajenje)	3	elektrika
kompresorska hladilna naprava	3	elektrika
absorpcijska hladilna naprava	0,8	elektrika

Preglednica 3.19: Faktorji učinkovitosti naprav za pripravo tople vode in energent

ogrevalni sistem	$\eta_{DHW,sys}$	energent
električni bojler	0,9	elektrika
plinski bojler	0,6	plin
samostojni grelnik (kondenzacija)	0,72	plin
samostojni grelnik	0,4	plin

Celotna poraba energije v stavbi je določena kot vsota dovedene energije za delovanje posameznih sistemov v stavbi:

$$Q_{Tot,cons} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,sys}} + \frac{Q_{C,nd}}{\eta_{C,sys}} + \frac{Q_{DHW,nd}}{\eta_{DHW,sys}} \quad (3.58)$$

Primarna energija za delovanje stavbe se določi tako, da se dovedena energija za delovanje sistemov v stavbi pomnoži s faktorjem pretvorbe  $F_{pu}$  [kgoe/kWh] (kgoe – kilogram ekvivalenta nafte):

$$Q_{Tot,prim} = F_{H,pu} \cdot Q_{H,cons} + F_{C,pu} \cdot Q_{C,cons} + F_{DHW,pu} \cdot Q_{DHW,cons} \quad (3.59)$$

Faktor pretvorbe iz porabljene (ali uporabljene) energije v primarno energijo je za posamezen sistem odvisen od uporabljenega goriva (oziroma vrste energije). Uporabljene privzete vrednosti so povzete iz RCCTE (2006) in so predstavljene v preglednici 3.20.

Preglednica 3.20: Faktor pretvorbe iz porabljene v primarno energijo (RCCTE, 2006)

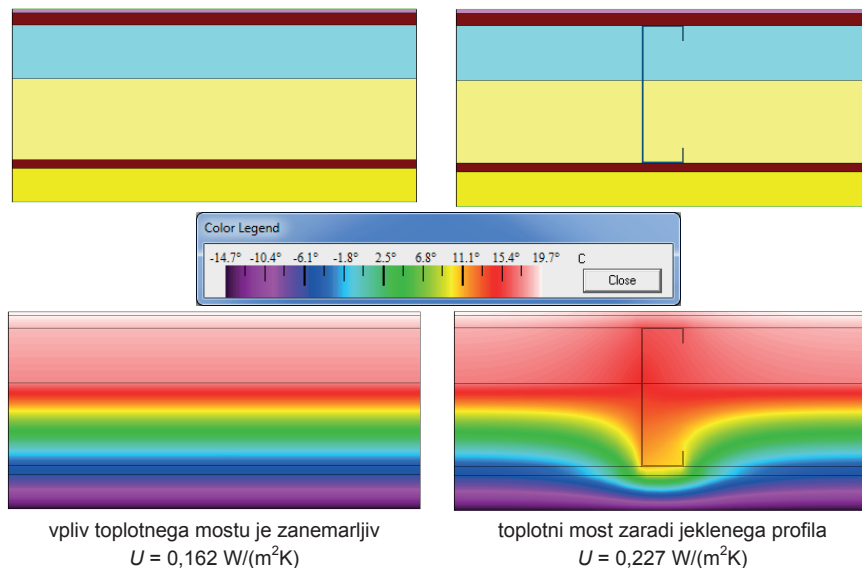
energent	$F_{pu}$ [kgoe/kWh]
elektrika	0,29
plinsko, tekoče ali trdo gorivo	0,086

### 3.3.3.4 Toplotna vztrajnost

Glede toplotne vztrajnosti je bila toplotna kapaciteta stavbe  $C_m$ , izračunana na podlagi priporočil standarda SIST EN ISO 13790, glej enačbo (3.36). Toplotna kapaciteta na površino je bila izračunana za vsako makro-komponento v skladu z določili iz dodatka A v standardu SIST EN ISO 13786. Gre za poenostavljen pristop, ki temelji na penetracijski globini toplotnih valov, določeni za materiale, ki mejijo na notranjo površino v stavbi, in je primeren za to vrsto izračunov. Pri tem je upoštevana toplotna kapaciteta plasti do največje globine 100 mm od notranje površine.

### 3.3.3.5 Toplotni mostovi

Vpliv ponavljajočih toplotnih mostov (npr. zaradi prisotnosti jeklenih nosilnih elementov, kot je prikazano na sliki 3.11) v konstrukcijskih elementih (npr. stene, stropovi) je upoštevan v toplotni prehodnosti sklopov (vrednost  $U$ ). Vpliv linijskih in točkovnih toplotnih mostov je zanemarljen. Omenjene modificirane vrednosti toplotnih prehodnosti so v programu upoštewane za vsako makro-komponento posebej.



Slika 3.11: Vpliv toplotnega mostu na toplotno prehodnost na primeru lahke jeklene nosilne konstrukcije stropa na zunanji meji

Vrednosti  $U$  za elemente s prisotnimi toplotnimi mostovi so bile izračunane po metodi iz dokumenta SIST EN ISO 6946 (2008), poglavje 6. Ker je ta metoda uporabna le za primere,

kjer v plasti toplotne izolacije ni prisotnih toplotnih mostov zaradi jeklenih profilov, je bila za ta primer uporabljena izpopolnjena metoda po Gorgolewskemu (2007). Slednja metoda temelji na določitvi dveh mej za toplotno upornost konstrukcijskega elementa in korekcijskih faktorjih, odvisnih od dimenzij in razmika med nosilnimi elementov. Spodnja meja je določena z združevanjem uporov vzporednih plasti, tj. ob predpostavki, da je temperatura v vsaki ravnini enaka. Zgornja meja toplotne upornosti je prav tako izračunana z vsoto uporov posameznih mest toplotnega prehoda.

V primerih, ko v elementu toplotni most ni prisoten, se uporabi metoda za homogene plasti, ki upošteva zaporedje toplotnih uporov posameznih plasti.

### 3.3.4 Kalibracija algoritma

V tem poglavju je opisan postopek, s katerim je bila preverjena in izboljšana natančnost opisanega algoritma za napoved potrebe po energiji za delovanje sistemov za ogrevanje in hlajenje stavbe, ki temelji na mesečni računski metodi navidezno stacionarnega stanja, privzeti iz standarda SIST EN ISO 13790. Za potrditev veljavnosti so bile izvedene številne analize, vključno s postopki kalibracije.

Natančnost mesečne računske metode je bila preverjena z dvanajstimi testi, predpisanimi v SIST EN 15265, na primeru enega pisarniškega prostora. Ker je primer dejanske stavbe, zaradi več prostorov, bolj kompleksen, je bila opravljena kalibracija algoritma tudi na primeru stanovanjske stavbe z več prostori. Pri tem so bile glavne štiri komponente upoštevane v toplotni bilanci in brezdimenzijski parametri za upoštevanje dinamičnih toplotnih učinkov korigirani s korekcijskimi faktorji ter.

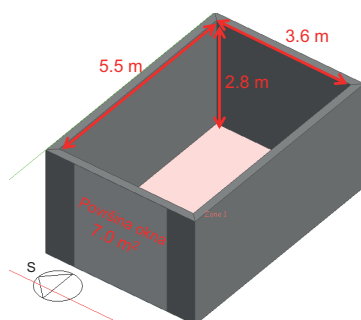
Končno je v poglavju 4.2 veljavnost kalibriranega algoritma preverjena na študijskem primeru nizke stanovanjske stavbe. Rezultati so primerjani z rezultati izračunanimi z napredno dinamično analizo s programskim orodjem *DesignBuilder /EnergyPlus*.

#### 3.3.4.1 Preverjanje natančnosti v okviru SIST EN 15265

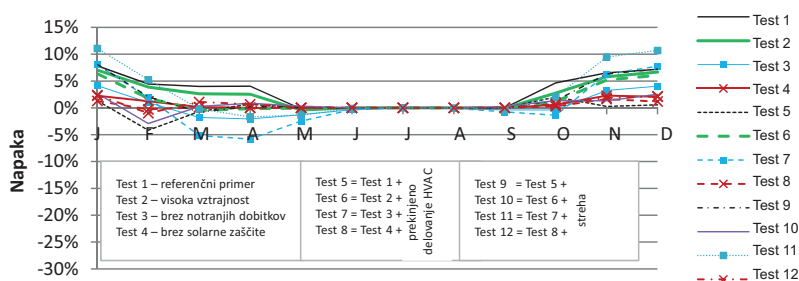
To poglavje predstavlja nekaj izmed testov opravljenih z namenom kontrole natančnosti algoritma mesečne računske metode. Izvedenih je bilo 12 študijskih primerov (preglednica 3.21) določenih v SIST EN 15265 (2007) na primeru enega pisarniškega prostora (slika 3.12). Standard uporablja referenčni primer sobe z zastekljenim elementom obrnjenim proti zahodu. Primer je analiziran z upoštevanjem različnih robnih pogojev, z različnimi notranjimi in sončnimi dobitki in z dvema načinoma ogrevanja/hlajenja: z neprekinjenim in prekinjenim delovanjem. Za vsakega od teh 12 primerov standard navaja referenčne rezultate potreb po energiji za ogrevanje in hlajenje za specifično lokacijo (Trappes, Francija), za katero so navedeni tudi podnebni podatki z upoštevanjem urnih vrednosti temperature zunanjega zraka in sončnega sevanja.

Preglednica 3.21: Testni primeri predpisani v SIST EN 15265 (2007) za kontrolo veljavnosti izračuna potreb po energiji za ogrevanje in hlajenje prostora z uporabo dinamičnih metod

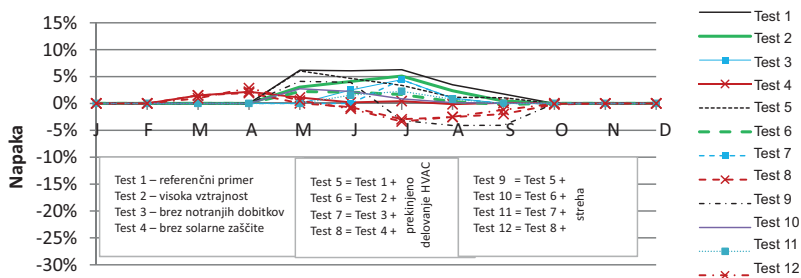
informativen	predpisan		predpisan	
test 1 referenčni primer	test 5 = test 1 +	prekinjeno delovanje HVAC (samo od 8h do 18h od ponedeljka do petka)	test 9 = test 5 +	streha
test 2 visoka toplotna vztrajnost	test 6 = test 2 +		test 10 = test 6 +	
test 3 brez notranjih dobitkov	test 7 = test 3 +		test 11 = test 7 +	
test 4 brez sončne zaščite	test 8 = test 4 +		test 12 = test 8 +	



Slika 3.12: Model pisarniškega prostora definiran v SIST EN 15265



a) režim ogrevanja



b) režim hlajenja

Slika 3.13: Napaka algoritma mesečne računске metode na podlagi navidezno stacionarnega stanja prikazana za mesečni interval – referenčni rezultat: EnergyPlus (napredna dinamična metoda na osnovi urnega intervala)

Pri verifikaciji algoritma je bila pomembna tudi ocena natančnosti izrazov, ki nastopajo v enačbi toplotne bilance. Ker referenčnih rezultatov v zvezi z omenjenim standard SIST EN 15265 (2007) ne podaja, so bili za kontrolo testni primeri izračunani še v programu za napredne dinamične analize *DesignBuilder*, kjer je uporabljen algoritem za energijske simulacije *EnergyPlus*. Za izračun ocene potreb po energiji, je bil izbran primer testnega pisarniškega prostora natančno definiran tako v programu za dinamično analizo kot v mesečnem računskem algoritmu. Na sliki 3.13 je za mesečni interval prikazana napaka dobljena z upoštevanjem pristopa navidezno stacionarnega stanja glede na rezultate dinamične analize iz algoritma *EnergyPlus*. Prikazane vrednosti predstavljajo odstotek celotne

letne potrebe po energiji. Kot je razvodno iz slike 3.13 je največje mesečno odstopanje manjše od 12 %. V primeru ogrevanja je napaka večja v zimskih mesecih in obratno, v primeru hlajenja je napaka večja v poletnih mesecih.

### 3.3.4.2 Kalibracijski faktorji

Mesečna računski metoda na podlagi navidezno stacionarnega stanja upošteva več poenostavitev, če jo primerjamo z napredno dinamično simulacijo (na osnovi urnega intervala). Na odstopanje rezultatov neposredno vpliva več parametrov:

- (i) predpostavljena konstantna vrednost mesečnih dinamičnih faktorjev izkoristkov,  $\eta_{H,gn,m}$  in  $\eta_{C,ls,m}$ , neodvisnih od podnebnih podatkov in urnika zasedenosti prostorov znotraj določene podnebne regije;
- (ii) različni izrazi za energijo,  $Q_{tr}$ ,  $Q_{ve}$ ,  $Q_{int}$  in  $Q_{sol}$  so izračunani z upoštevanjem konstantne notranje temperature, opredeljene v nastavitvah sistema posebej za sezono ogrevanja in hlajenja.

Poleg tega na zgoraj omenjeni podatki neposredno vplivajo tudi klimatski podatki, urnik zasedenosti in postavitev prostorov v objektu.

Kljub ugotovljeni zadovoljivi natančnosti mesečne računski metode na podlagi navidezno stacionarnega stanja za primere po SIST EN 15265, lahko v primeru dejanskih stavb s kompleksnejšo zasnovo, pogoji delovanja in drugačnim podnebjem, nastanejo večja odstopanja glede na poenostavljen pristop. V standardu SIST EN ISO 13790 so navedena možna odstopanja v razponu od 50 % do 150 %, s čimer je tudi predpisan postopek za določitev mesečnih faktorjev izkoristkov (Dodatek I, SIST EN ISO 13790).

Novi korekcijski faktorji so bili določeni z namenom zmanjšanja morebitnega raztrosa rezultatov. Opravljena je bila še kalibracija omenjenih faktorjev za izboljšano oceno navedenih izrazov za energijo, enačbe (3.60) do (3.62): (i) prenos toplote s transmisijo; (ii) prenos toplote s prezračevanjem; (iii) notranji toplotni dobitki; (iv) solarni dobitki;

$$H_{tr,adj,c} = f_{tr} \cdot H_{tr,adj} \rightarrow Q_{tr,m} = H_{tr,adj,c} \cdot (\theta_{int,sec,H} - \theta_e) \cdot t \quad (3.60)$$

$$H_{ve,adj,c} = f_{ve} \cdot H_{ve,adj} \rightarrow Q_{ve,m} = H_{ve,adj,c} \cdot (\theta_{int,sec,H} - \theta_e) \cdot t \quad (3.61)$$

$$Q_{gn} = f_{int} \cdot Q_{int,m} + f_{sol} \cdot Q_{sol,m} \quad (3.62)$$

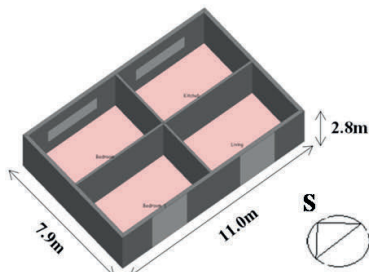
kjer so:

$H_{tr,adj,c}$	korigiran prenos toplote s transmisijo;
$f_{tr}$	korekcijski faktor za prenos toplote s transmisijo;
$H_{ve,adj,c}$	korigiran prenos toplote s prezračevanjem;
$f_{ve}$	korekcijski faktor za prenos toplote s prezračevanjem;
$f_{int}$	korekcijski faktor za notranje dobitke;
$f_{sol}$	korekcijski faktor za sončne dobitke, brez upoštevanja toplotnega sevanja v nebo.

Potrebno je poudariti, da so bili za različna podnebna območja kalibrirani različni korekcijski faktorji.

Poleg zgoraj omenjenih korekcijskih faktorjev za glavne štiri komponente prenosa toplote, je bila za posamezna podnebna območja opravljena tudi kalibracija brezdimenzijskih parametrov,  $a_{H0}$ ,  $\tau_{H0}$ ,  $a_{C0}$  in  $\tau_{C0}$ .

Ker algoritem mesečne računske metode ocenjuje potrebe po energiji celotne stavbe in se ne osredotoča samo na en določen prostor v stavbi, kot je to upoštevano v SIST EN 15265 (2007), so bili vsi kalibracijski izračuni izvedeni na novi skupini testnih primerov, ki upoštevajo tipične lastnosti stanovanjske stavbe, glej sliko 3.14.



Slika 3.14: Primer modela stavbe, uporabljen za primere kalibracije algoritma mesečne računske metode

V omenjenih testnih primerih so uporabljene enake toplotne lastnosti, kot jih upošteva ovoj testnih primerov iz SIST EN 15265 (2007) (glej preglednico 3.22), le da so v prvem primeru upoštevani drugačni robni pogoji (diabatne stene in streha) in večja tlorisna površina ( $79,2 \text{ m}^2$ ). Predpostavljena vrednost stopnje pretoka zraka je 1,0 urne menjave zraka (konstantno).

Preglednica 3.22: Toplotne lastnosti ovoja upoštevane v kalibracijskih testnih primerih

element	$U$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$\kappa_{\text{eff}}$ [J/m <sup>2</sup> .K]
zunanja stena	0,493	81297
notranja stena	–	9146
streha	0,243	6697
tla v pritličju	–	63380

Kot že omenjeno, testni primeri iz SIST EN 15265 (2007) upoštevajo pisarniške prostore, zato je pomembna sprememba, upoštevana v izbranih kalibracijskih modelih, povezana z zasedenostjo prostorov in urnikom delovanja sistemov. V skladu s tem so urniki zasedenosti in pripadajoči toplotni tokovi za stanovanjske stavbe privzeti iz standarda SIST EN ISO 13790 (2008), kot že predstavljeno v preglednici 3.13.

Zaradi pomembnosti velikosti površine zasteklitve pri obravnavi sončnih dobitkov in transmisijskih izgub toplote, so bila obravnavana različna razmerja površine med stenami in tlemi, kot je to prikazano v preglednici 3.23. Prav tako so bili v kalibracijskem procesu obravnavani scenariji z in brez upoštevanja senčil.

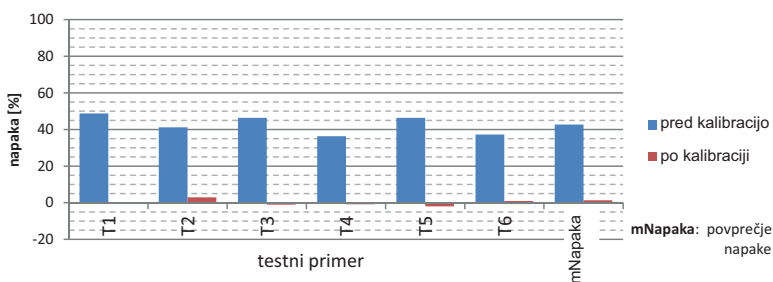
Preglednica 3.23: Glavne spremenljivke testnih primerov uporabljenih za kalibracijo orodja

testni primer	GFR [%]	NGWR [%]	SGWR [%]	senčila
T1	35	36	54	DA
T2				NE
T3	25	20	40	DA
T4				NE
T5	15	12	24	DA
T6				NE

GFR: delež zasteklitve glede na tlorisno površino;  
 NGWR: delež zasteklitve severne stene;  
 SGWR: delež zasteklitve južne stene.

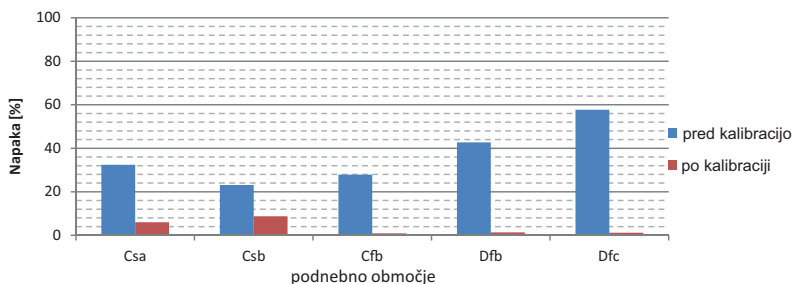
Vsak izmed testnih primerov je bil izračunan za pet različnih podnebnih regij: (i) Csa; (ii) Csb; (iii) Cfb; (iv) Dfb; in (v) Dfc. Korekcijski faktorji so bili določeni z minimalizacijo napake vsakega podsklopa v naboru testnih primerov za vsako podnebno regijo, kar v nekaterih primerih pomeni do 500 primerov. Na sliki 3.15 je prikazana izboljšana natančnost brez in z upoštevanjem korekcijskih faktorjev v primeru podnebne cone Dfb. Vidno je povprečno izboljšanje absolute napake iz 43% na manj kot 2%.

Slika 3.16 prikazuje izboljšanje natančnosti v primeru izbranih petih podnebnih območij. Zanimiva je ugotovitev, da je brez upoštevanja korekcije, natančnost nižja za hladnejša podnebna območja, z največjo in najmanjšo napako ugotovljeno za območje Dfc oziroma Csb. Primerjava z rezultati dinamične metode je pokazala, da je manj natančen rezultat računske mesečne metode v oceni potreb po energiji za hladnejše mesece v letu, posledica dejstva, da se energijski dobitki učinkoviteje porabijo za ogrevanje prostora, kot je upoštevano v poenostavljeni metodi. Ta učinek je toliko bolj očiten in pomemben v primeru manjših solarnih dobitkov. Globalno so z upoštevanjem korekcijskih faktorjev napake nižje od 10%.



Slika 3.15: Izboljšana natančnost mesečne računske metode po SIST EN ISO 13790 za primer podnebja Dfb: celotna letna energija za ogrevanje in hlajenje prostorov





Slika 3.16: Povprečna napaka mesečne računske metode brez in z upoštevanjem kalibracijskih faktorjev

Potrebno je poudariti, da je bil zaznan različen trend napake v primerih z in brez upoštevanja senčil. Posledično so bili za omenjena primera upoštevanji različni kalibracijski faktorji. V preglednicah 3.24 in 3.25 so predstavljeni različni korekcijski faktorji, razdeljeni glede na način uporabe premičnih senčil.

Ker algoritem mesečne računske metode omogoča upoštevanje različnih načinov uporabe aktiviranih senčil v poletnem in zimskem času, so bili kalibracijski faktorji v preglednici 3.24 upoštevani v režimu hlajenja in faktorji iz preglednice 3.25 v režimu ogrevanja.

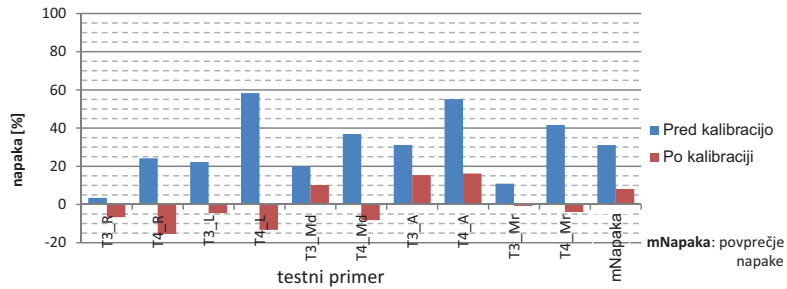
Nadalje je bila ocenjena napaka, nastala zaradi upoštevanja podnebja specifične lokacije objekta. Dobljeni kalibracijski faktorji so bili uporabljeni v testnih primerih 3 in 4 (25% delež zasteklitve glede na tlorisno površino, preglednica 3.23), z izbrano lokacijo v petih mestih dveh različnih podnebnih območjih, Csa in Dfb. Kot je bilo pričakovano, je napaka poenostavljene metode odvisna od lokacije objekta, slika 3.17. Največja napaka je bila ugotovljena v primeru mesta Atene (16,2 %) in Kijeva (15,5 %), za območje Csa oziroma Dfb. Ne glede na to pa je za obe podnebni območji povprečna napaka manjša od 10 % (Csa: 8,2 % in Dfb: 7,9 %).

Preglednica 3.24: Izračunani kalibracijski faktorji v primeru aktiviranih senčil

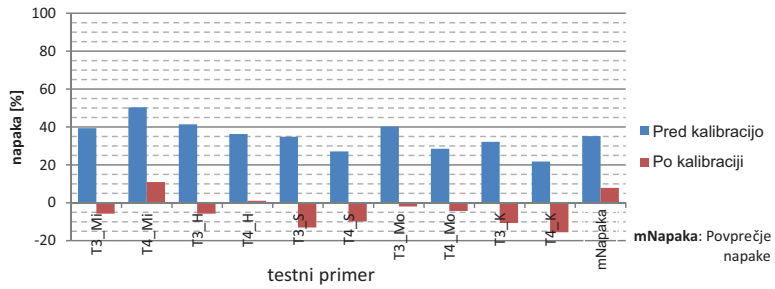
aktivirana senčila												
območje	ogrevanje						hlajenje					
	$a_{H0}$	$\tau_{H0}$	$Q_{tr}$	$Q_{ve}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$	$a_{H0}$	$\tau_{H0}$	$Q_{tr}$	$Q_{ve}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$
<b>Csa</b>	1,00	15,67	1,00	1,00	0,90	0,93	1,20	15,00	1,07	1,00	0,83	0,90
<b>Csb</b>	1,33	15,00	1,00	1,07	0,97	0,93	1,10	15,00	1,03	1,10	0,97	1,00
<b>Cfb</b>	1,33	15,00	0,93	0,83	1,10	1,07	1,30	15,00	1,00	1,00	1,00	1,03
<b>Dfb</b>	1,30	14,67	0,83	0,90	1,25	1,25	1,00	15,00	1,07	1,07	0,97	1,00
<b>Dfc</b>	1,25	14,33	0,83	0,83	1,17	1,50	1,00	15,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Preglednica 3.25: Izračunani kalibracijski faktorji v primeru neaktiviranih senčil

neaktivirana senčila												
območje	$a_{H0}$	$\tau_{H0}$	$Q_{tr}$	$Q_{ve}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$	$a_{H0}$	$\tau_{H0}$	$Q_{tr}$	$Q_{ve}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$
<b>Csa</b>	0,93	15,00	1,00	1,00	1,03	1,03	1,25	15,00	1,17	1,33	0,83	0,90
<b>Csb</b>	1,13	15,00	1,00	0,97	1,03	1,00	0,93	15,00	1,08	1,17	0,87	0,87
<b>Cfb</b>	1,17	15,00	1,00	0,93	1,00	1,03	1,08	15,00	1,08	1,33	0,90	0,87
<b>Dfb</b>	1,33	15,00	0,93	0,87	1,17	1,10	1,20	15,00	1,00	1,00	0,83	0,90
<b>Dfc</b>	1,50	14,00	0,80	0,80	1,07	1,20	1,00	15,00	1,17	1,17	0,92	0,90



a) R:Rim; L: Lizbona; Md: Madrid; A: Atene; Mr: Marseille



b) Mi: Minsk; H: Helsinki; S: Stockholm; Mo: Moskva; K: Kijev

Slika 3.17: Kontrola natančnosti kalibrirane metode na primeru različnih mest podnebnih območij:  
a) Csa; b) Dfb

## 4 VALIDACIJA PRIVZETIH METODOLOGIJ

V tem poglavju je predstavljena validacija privzetih pristopov za oceno življenjskega cikla in določitev potrebne energije v fazi uporabe stavbe, opisanih v prejšnjih poglavjih. V primeru obeh metod je bila izvedena študija primerov z uporabo poenostavljenega pristopa. Rezultati so bili nato primerjani z rezultati iz naprednega pristopa. Napredne analize za oceno življenjskega cikla so bile izvedene z uporabo komercialnega programa *GaBi 6* (2012) in napredne analize za določitev količine potrebne energije v fazi uporabe stavbe pa s programom *DesignBuilder* (2012).

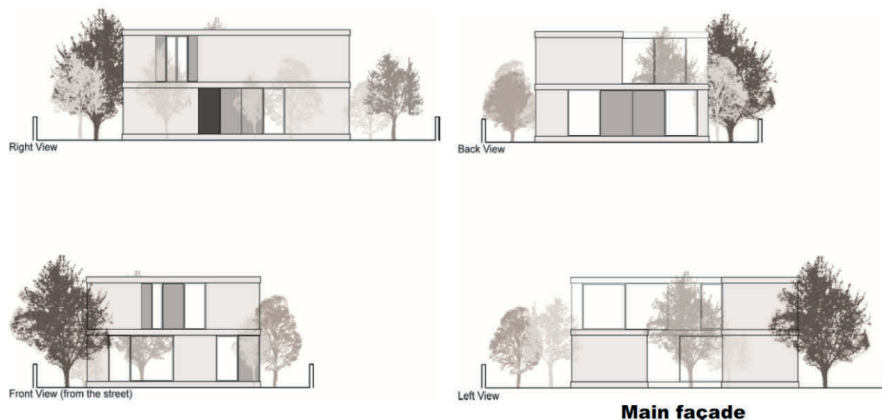
### 4.1 Validacija pristopa z makro-komponentami

Validacija postopka z makro-komponentami temelji na študiji primera, ki se nanaša na nizko stanovanjsko stavbo na Portugalskem. Rezultati dobljeni s privzetim pristopom so bili primerjani z rezultati napredne analize z uporabo programa GaBi. Analiza je opravljena na nivoju stavbe.

#### 4.1.1 Opis študije primera

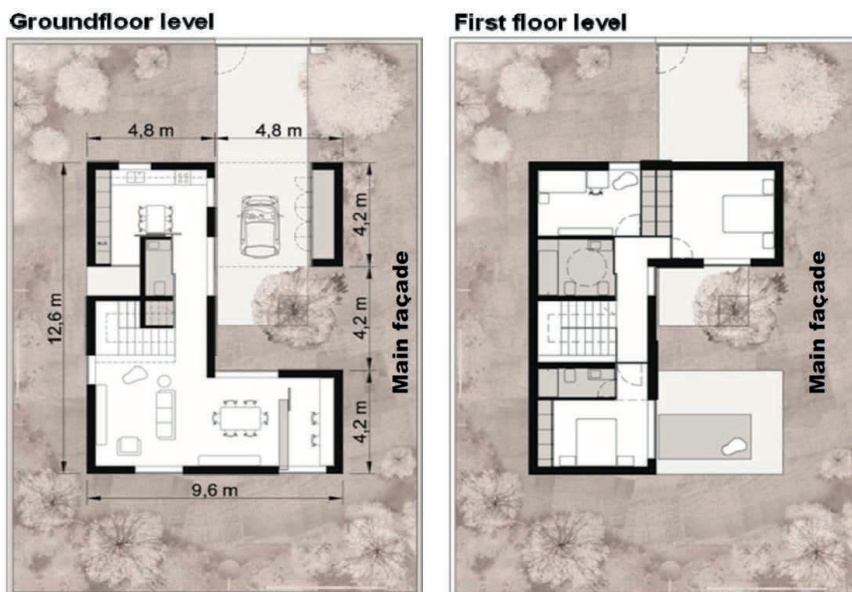
Stavba predstavlja dvoetažno, enodružinsko stanovanjsko hišo postavljeno v mestu Coimbra na Portugalskem. Tipični pogledi in tlorisi obeh etaž so podani na slikah 4.1 oziroma 4.2.

#### Elevations



Slika 4.1: Pogledi na obravnavano stavbo

Celotna tlorisna površina objekta meri 202,0 m<sup>2</sup>, pri čemer znaša tlorisna površina pritličja 100,8 m<sup>2</sup> in površina nadstropja 100,8 m<sup>2</sup> (vključno z 20,2 m<sup>2</sup> terase). Višina objekta znaša 6 m.



Slika 4.2: Tlorisi etaž obravnavane stavbe

Prav tako so na prikazanih tlorisih etaž označeni deli sten z zasteklitvijo. V preglednici 4.1 je podana površina zunanjega ovoja stavbe.

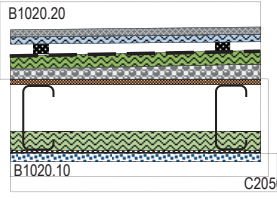
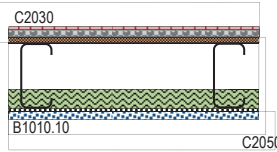
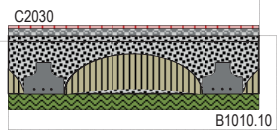
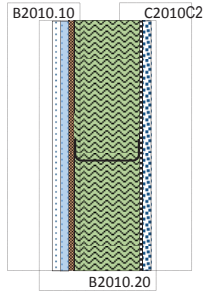
Preglednica 4.1: Površina zidov in zasteklitve iz preliminarne faze načrtovanja

	sever [m <sup>2</sup> ]	vzhod [m <sup>2</sup> ]	jug [m <sup>2</sup> ]	zahod [m <sup>2</sup> ]	skupaj [m <sup>2</sup> ]
stene	41,3	49,9	38,3	60,4	189,9
zasteklitev	13,0	17,3	15,6	4,3	50,2

#### 4.1.2 Izbira makro-komponent

Za izvedbo ocene življenjskega cikla stavbe so za glavne komponente stavbe izbrane ustrezne makro-komponente, in sicer posebej za: nosilno konstrukcijo (ogrodje stavbe), zunanji vertikalni ovoj in za notranje elemente. Seznam izbranih makro-komponent je predstavljen v preglednici 4.2.

Preglednica 4.2: Seznam izbranih makro-komponent

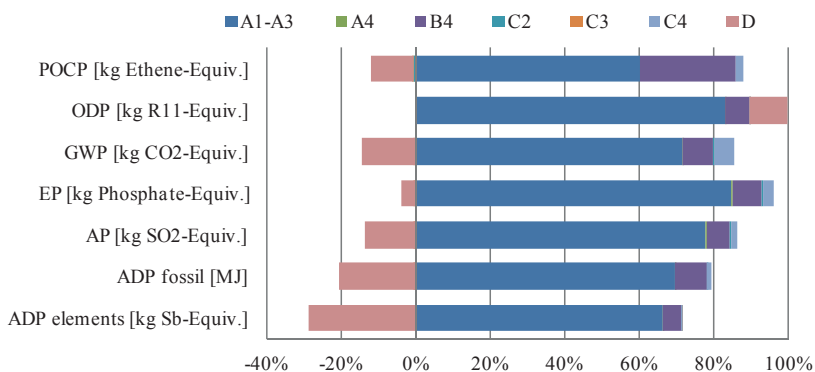
	referenca izbrane makro-komponente	materialni sloji	debelina [mm] gostota [kg/m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> .K]	K <sub>m</sub> [J/m <sup>2</sup> .K]
ravna streha					
	B1020.20 Tlak strehe	cementna plošča	30 mm		
	pod, plošče in opaž	XPS plošče	30 mm		
		zračna plast	30 mm		
		Vodo-nepropustna folija	1,63 kg/m <sup>2</sup>		
		XPS	0 mm		
		betonski estrih	40 mm		
	B1020.10 Stropna nosilna konstrukcija	OSB plošče	18 mm	0,37 <sup>(*)</sup>	13435
	C2050 Zaključne stropne obloge	zračna plast	80 mm		
		kamena volna	120 mm		
		HOP profili	17 kg/m <sup>2</sup>		
mavčne plošče		15 mm			
	plesk	0,125 kg/m <sup>2</sup>			
notranji strop					
	C2030 Zaključni sloj	keramične ploščice	31 kg/m <sup>2</sup>		
	B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija	betonski estrih	13 mm		
		OSB plošče	18 mm		
		zračna plast	160 mm		
		kamena volna	40 mm	-	61062
		HOP profili	14 kg/m <sup>2</sup>		
C2050 Zaključne stropne obloge	mavčne plošče	15 mm			
	plesk	0,125 kg/m <sup>2</sup>			
tla v pritličju					
	C2030 Zaključni sloj	keramične ploščice	31 kg/m <sup>2</sup>		
	B1010.10 Nosilna konstrukcija plošče	betonski estrih	13 mm		
		prefabricirana betonska plošča	180 mm	0,599	65957
		XPS	40 mm		
zunanji zid					
	B2010.10 Zunanja zaključna obloga zidu	ETICS	13,8 kg/m <sup>2</sup>		
	B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanjega zidu	OSB	13 mm		
		kamena volna	120 mm		
		HOP profili	15 kg/m <sup>2</sup>		
		mavčne plošče	15 mm	0,29 <sup>(*)</sup>	13391
	C2010 Notranji zaključni sloj	plesk	0,125 kg/m <sup>2</sup>		

	referenca izbrane makro-komponente	materialni sloji	debelina [mm] gostota [kg/m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> .K]	K <sub>m</sub> [J/m <sup>2</sup> .K]
Notranji zid					
	C2010 Notranji zaključni sloj	plesk	0,125 kg/m <sup>2</sup>		
	C1010 Notranji sloji	mavčne plošče	15 mm		
		kamena volna	60 mm		
		HOP profili	10 kg/m <sup>2</sup>	-	26782
		mavčne plošče	15 mm		
	C2010 Notranji zaključni sloj	plesk	0,125 kg/m <sup>2</sup>		
(*) Korigirane vrednosti zaradi vpliva toplotnih mostov					

#### 4.1.3 Uporaba pristopa z makro-komponentami

Z upoštevanjem dejanske geometrije stavbe in z uporabo makro-komponent predstavljenih v preglednici 4.2, je v okoljskih izračunih zajeta celotna stavba za obdobje 50 let. Rezultati dobljeni z upoštevanjem modulov definiranih v SIST EN 15978, so predstavljeni na sliki 4.3. Diagram predstavlja prispevek posameznega modula za posamezno kategorijo vpliva. Kot je razvidno iz omenjenega grafa, faza proizvodnje materiala (moduli A1 - A3), s prispevkom nad 60 % dominira v vseh kategorijah vplivov.

Faza obratovanja (modul B4) predstavlja, skupaj z reciklažo in ponovno rabo materialov (modul D), pomemben prispevek za večino vplivnih kategorij. Sledi ji faza odstranitve objekta (moduli C2 – C4). Kot je označeno na sliki 4.3, dobljene negativne vrednosti v modulu D v konkretnem primeru predstavljajo dobitke, ki izhajajo iz reciklaže in/ali ponovne uporabe materialov po odstranitvi objekta. Rezultati po posameznih kategorijah vplivov so zbrani v preglednici 4.3.



Slika 4.3: Prispevek posameznega modula k vsaki izmed okoljskih kategorij

Preglednica 4.3: Okoljska analiza življenjskega cikla stavbe

okoljska kategorija vpliva	skupno
ADP elementov [kg Sb-ekviv.]	1,11E-01
ADP fosilnih goriv [MJ]	4,38E+05
AP [kg SO <sub>2</sub> -ekviv.]	1,35E+02
EP [kg Fosfat-ekviv.]	1,53E+01
GWP [kg CO <sub>2</sub> -ekviv.]	3,54E+04
ODP [kg R11- ekviv.]	1,00E-03
POCP [kg Eten- ekviv.]	3,71E+01

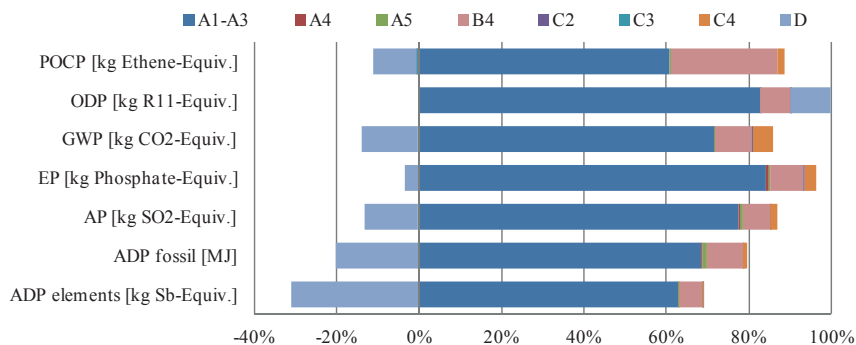
#### 4.1.4 Primerjava z detajlno analizo življenjskega cikla

V tem poglavju je opravljena analiza enodružinske stanovanjske hiše z upoštevanjem vseh detajlov stavbe in faz življenjskega cikla. Predstavljena analiza življenjskega cikla dopolnjuje že opisan pristop makro-komponent, in sicer z ozirom na temeljenje objekta ter fazo gradnje (modul A5). Celotna analiza življenjskega cikla je bila izvedena s programom *GaBi 6* (2012).

Temelji objekta so narejeni iz armiranega betona. Pritlična etaža objekta je dvignjena nad teren za okrog 50 cm. V fazi ob koncu življenjskega cikla je upoštevano, da je armiran beton recikliran z upoštevanjem enotne stopnje reciklaže.

V fazi gradnje (modul A5) sta upoštevana sledeča procesa: (i) priprava terena (izkop zemljine in odvoz na deponijo) in (ii) proces gradnje (uporaba gradbene opreme za sestavo konstrukcije in viličarja za dvigovanje konstrukcijskih panelov). Privzet čas izgradnje izbranega objekta je 1,5 meseca.

Rezultati analize življenjskega cikla, z upoštevanjem vseh faz življenjskega cikla, so predstavljeni na sliki 4.4.



Slika 4.4: Analiza življenjskega cikla celotne obravnave stavbe

Faza proizvodnje materiala (moduli A1 – A3), s prispevkom nad 60 %, dominira v vseh kategorijah vplivov. Faza gradnje (moduli A4 – A5) ima zanemarljiv pomen, saj njen vpliv variira med 0 %, za kategorije ODP, POCP in ADP<sub>elementi</sub>, in okrog 2,1 % za okoljsko kategorijo ADP<sub>fosilne surovine</sub>. Faza obratovanja (modul B4) predstavlja, skupaj z reciklažo in ponovno rabo materialov (modul D), pomemben prispevek za večino vplivnih kategorij. Sledi ji faza odstranitve objekta (moduli C2 – C4). Poudariti je potrebno, da smo do enakih zaključkov prišli tudi s poenostavljenim pristopom, kljub njegovim omejitvam.

V preglednici 4.4 je za posamezno kategorijo okoljskega vpliva podana relativna napaka poenostavljenega pristopa glede na rezultat detajlne analize.

Preglednica 4.4: Napaka (%) pristopa z uporabo makro-komponent glede na posamezno kategorijo vpliva

ADP elementi	ADP fosilne surovine	AP	EP	GWP	ODP	POCP
0,0 %	-2,4 %	-1,3 %	-1,3 %	-1,3 %	-0,1 %	-0,5 %

Zaključimo lahko, da je za večino okoljskih kategorij napaka zanemarljiva. V obzir pa je potrebno vzeti dejstvo, da lahko pri obravnavi kakšnega drugega konstrukcijskega sistema, faza gradnje predstavlja večji vpliv kot v prikazanem primeru.

Kljub omejitvam pristopa z uporabo makro-komponent, so rezultati predlagane metodologije skladni z rezultati detajlne analize življenjskega cikla.

## 4.2 Validacija pristopa v primeru izračuna energijskih potreb

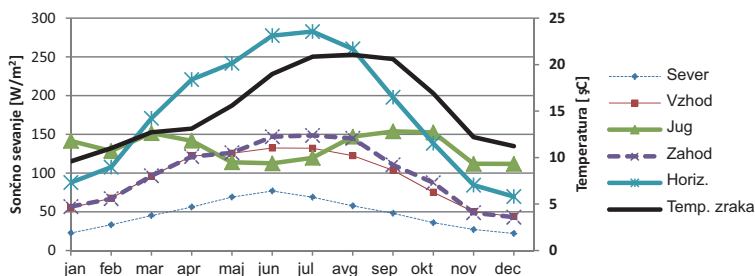
Validacija privzetega pristopa za izračun potreb po energiji temelji na istem računskem primeru. V naslednjih poglavjih so opisani vsi dodatni podatki in postopki izračunov.

Podana je primerjava rezultatov dobljenih s privzetim postopkom z rezultati iz napredne dinamične analize z uporabo programa *DesignBuilder / EnergyPlus* (2012).

### 4.2.1 Podnebni podatki in toplotne karakteristike tal

Hiša se nahaja v mestu Coimbra, ki pripada klimatski regiji Csb. Pripadajoče mesečne vrednosti temperature zraka in globalnega sončnega sevanja so predstavljene na sliki 4.5.

Upoštevane toplotne karakteristike tal so privzete iz preglednice 3.10.



Slika 4.5: Podnebni podatki za Coimbra: sončno sevanje in temperatura zunanje traka

### 4.2.2 Podatki v zvezi z zasedenostjo

Urnik zasedenosti in pripadajoč toplotni tok zaradi notranje obremenitve (aktivnost stanovalcev, delovanje naprav in osvetlitev) sta bila opredeljena z upoštevanjem vrednosti podanih v SIST EN ISO 13790. Te vrednosti so bile že navedene v preglednici 3.13. Privzeta bivanjska temperatura v zimski sezoni znaša 20 °C, v in poletni pa 25 °C.



### 4.2.3 Sistemi v stavbi

Za tehnične informacije in urnik delovanja sistemov v stavbi (ogrevanje, hlajenje, prezračevanje in oskrba s toplo sanitarno vodo) so bile uporabljene privzete vrednosti, ki so podane v preglednici 4.5.

Preglednica 4.5: Vhodni podatki za sisteme v stavbi (privzete vrednosti)

sistem	vrednosti
prezračevanje (nastavitev: 20°C – 25°C) <sup>(1)</sup>	COP za ogrevanje = 4,0 COP za hlajenje = 3,0
oskrba s toplo sanitarno vodo <sup>2</sup>	izkoristek: 0,9
stopnja prezračevanja + infiltracije <sup>(3)</sup> (konstantne vrednosti)	zrak zamenjan 0,6 krat na uro (ogrevanje) zrak zamenjan 1,2 krat na uro (hlajenje)

(1) iz SIST EN ISO 13790 (2008) – Preglednica G.12;

(2) v skladu s SIST EN 15316-3-1 (2007);

(3) odvisno od zrakotesnosti ovoja stavbe in pasivnih strategij hlajenja.

### 4.2.4 Zastekljen del ovoja in specifikacije senčil

Karakteristike in lastnosti zastekljenih elementov so podane v preglednici 4.6. V obravnavanem primeru so upoštevana okna s PVC okvirjem in z dvojno zasteklitvijo.

Upoštewane toplotne lastnosti senčil so podane v preglednici 4.7.

Preglednica 4.6: Optične in toplotne lastnosti zasteklitve (steklo + okvir)

materiali	$U_t$ [W/m <sup>2</sup> .K]	SHGC
PVC okvir z dvojno zasteklitvijo (8+6 mm, zračna plast 14 mm)	2,597	0,780

Preglednica 4.7: Toplotne in optične lastnosti senčil

element	prepustnost za sončno sevanje	odbojnost sončne svetlobe	$R$ [m <sup>2</sup> .K/W]	$g_{gl+sh}$
rolete	0,02	0,80	0,260*	0,04**

\*upoštevana roleta skupaj z zračno plastjo (SIST EN ISO 10077, 2007); \*\*SIST EN 13363-1, 2007.

### 4.2.5 Neprosojni del ovoja

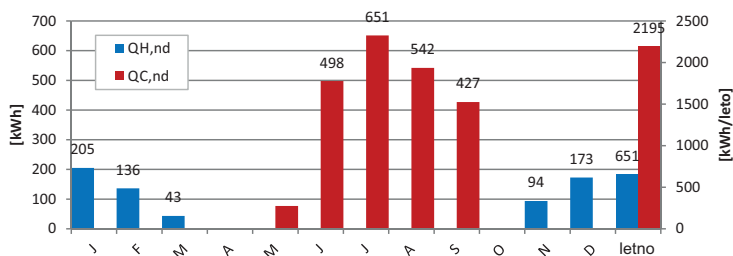
Karakteristike in lastnosti neprosojnih elementov fasade so privzete iz makro-komponent, glej tabelo 4.2.

Barva zunanjega neprosojnega dela ovoja stavbe vpliva na količino sončnih dobitkov. V konkretnem primeru je bila upoštevana svetla barva fasade s koeficientom absorpcije 0,4.

### 4.2.6 Rezultati energijske učinkovitosti stavbe

Za obravnavan primer znaša letna potreba po energiji, na podlagi mesečnega algoritma, za ogrevanje 651,3 kWh, za hlajenje prostorov pa 2195,0 kWh. Od tod znaša skupna letna potreba po energiji za ogrevanje in hlajenje prostorov 2846,3 kWh (23,0 kWh/m<sup>2</sup>), za oskrbo s toplo sanitarno vodo pa 2642 kWh (21,3 kWh/m<sup>2</sup>).

Potreba po energiji za ogrevanje in hlajenje prostorov po posameznih mesecih je prikazana na sliki 4.6.



Slika 4.6: Potrebe po energiji za ogrevanje in hlajenje prostorov (določeno na podlagi mesečnega algoritma)

#### 4.2.7 Primerjava z napredno numerično simulacijo

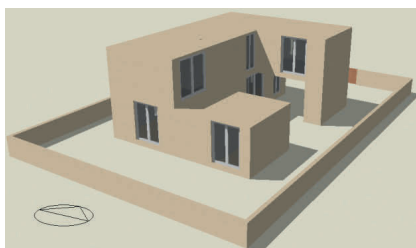
Za oceno natančnosti računske metode na osnovi mesečnega algoritma je bila opravljena primerjava rezultatov, dobljenih z omenjeno poenostavljeno metodo, z rezultati na podlagi napredne dinamične simulacije.

##### 4.2.7.1 Model za izvedbo dinamične simulacije

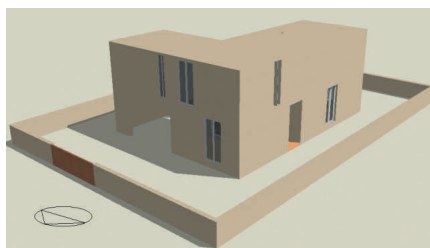
Napredna dinamična simulacija toplotnega odziva obravnavane stavbe je bila izvedena s programom DesignBuilder (2012). V simulaciji upoštevan vir podnebnih podatkov je isti, kot upoštevan v primeru poenostavljenega pristopa. Vendar pa so v tem primeru, namesto mesečnih vrednosti temperature suhega termometra in sončnega sevanja, upoštewane urne vrednosti vseh podnebnih parametrov.

Napredno tridimenzionalno modeliranje omogoča simulacijo celotne arhitekturne zasnove objekta predstavljene na slikah 4.1 in 4.2. Slika 4.7 prikazuje dva pogleda na model zgrajen v programu DesignBuilder, ki je bil uporabljen za dinamično analizo. Celoten model stavbe je sestavljen iz desetih različnih temperaturnih con, ki ustrezajo notranji razdelitvi stavbe na sliki 4.8:

- (i) prostor pod dvignjeno pritlično etažo, modeliran kot neprezračevan prostor;
- (ii) pritličje s tremi temperaturnimi conami;
- (iii) nadstropje s petimi temperaturnimi conami;
- (iv) prostor, ki je skupen obema etažama, in vključuje hodnike s stopniščem.



a) Pogled iz JZ smeri



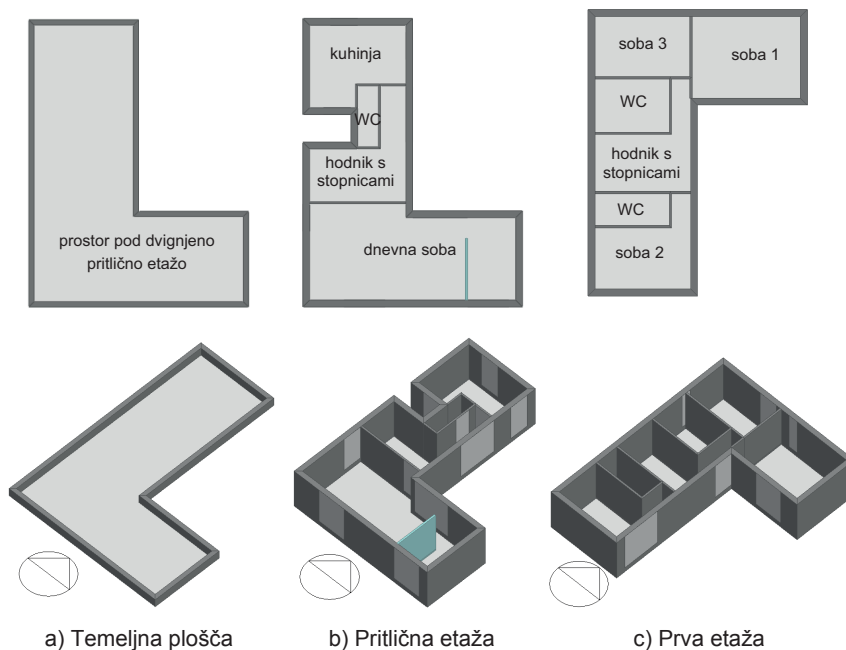
b) Pogled iz SV strani

Slika 4.7: Pogleda na model stavbe

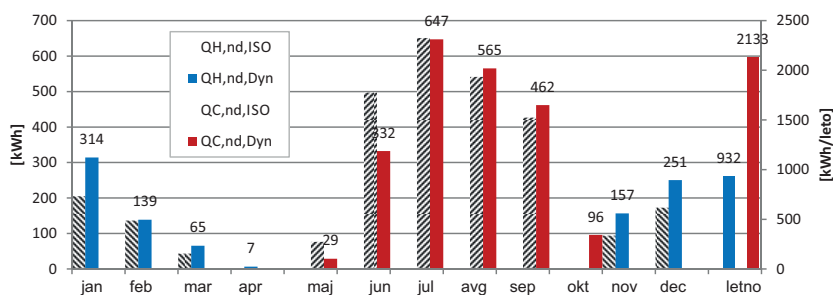
V modelu upoštevanji konstrukcijski elementi so enaki že predhodno opisanim elementom uporabljenim v pristopu makro-komponent (glej preglednice 4.2, 4.6 in 4.7, posebej za prosojne in zastekljene komponente ter za senčila). Prav tako je bil upoštevan enak režim za

regulacijo senčenja oken. Poleg tega so bili iz predhodne analize privzeti vhodni parametri za urnik zasedenosti, prezračevanje, stopnjo infiltracije, učinkovitost in urnik delovanja sistema za prezračevanje.

Grafična primerjava potrebne energije za ogrevanje in hlajenje izračunane na podlagi obeh pristopov, posebej za mesečno in letno časovno obdobje, je prikazana na sliki 4.9. Letna potrebna energija, dobljena na podlagi dinamične simulacije, za ogrevanje prostorov znaša 932,4 kWh, za pa hlajenje 2133,3 kWh, kar skupaj znaša 3065,7 kWh (24,8 kWh/m<sup>2</sup>) celotne letne energijske potrebe.



Slika 4.8: Prikaz etaž obravnavane stavbe



Slika 4.9: Potrebna energija stavbe za ogrevanje in hlajenje prostorov: primerjava rezultatov med dinamično analizo (Dyn) in mesečnim algoritmom (ISO)

Kot je razvidno iz slike 4.9 se vrednosti potrebne energije dobljene s poenostavljenim pristopom (mesečna metoda) dobro ujemajo z rezultatom na podlagi dinamičnih izračunov. Primerjava celotnih energijskih potreb (ogrevanje in hlajenje) med razvitim modelom (2846,3 kWh/leto) in dinamičnim izračunom pokaže napako -7,2 %.

### 4.3 Končne ugotovitve

Oba predstavljena poenostavljena pristopa se izogibata uporabi kompleksnih orodij kot je LCA, ki ponavadi zahteva določen nivo strokovnega znanja na obravnavanem področju. Hkrati omogočata znatno zmanjšanje potrebnega časa za izvedbo takšnih analiz. Validacija obeh pristopov je bila opravljena na podlagi primerjave rezultatov z naprednimi analizami. V ta namen sta bila, posebej za analizo življenjskega cikla in določitev energijskih potreb, uporabljena komercialna programa *GaBi 6* (2012) in *DesignBuilder* (2012).

Na osnovi opravljene primerjave rezultatov obeh tipov analiz je mogoče zaključiti, da je natančnost obeh uporabljenih poenostavljenih pristopov povsem sprejemljiva.

## LITERATURA

- Blendspace <https://www.blendspace.com/lessons/hMYwDSTKeg6ssQ/essential-question-how-can-i-protect-this-environment> (last accessed in 2013).
- CPA, 2012. Construction Product Association "A guide to understanding the embodied impacts of construction products" [ISBN 978-0-9567726-6-4]
- DesignBuilder software v3.0.0.105, [www.designbuilder.co.uk/](http://www.designbuilder.co.uk/), 2012
- EERE-USDoE, Energy Efficiency and Renewable Energy Website from the United States Department of Energy: [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather\\_data2.cfm/region=6\\_europe\\_wmo\\_region\\_6](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data2.cfm/region=6_europe_wmo_region_6) (last accessed March 2014)
- EPA. U.S. Environmental protection Agency. Climate change. (<http://www.epa.gov/climatechange/>) (last accessed in 19/09/2009).
- EPD.[http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/prob\\_solutions/images/smog\\_cause\\_eng.jpg](http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/prob_solutions/images/smog_cause_eng.jpg)
- Forsberg, A., von Malmborg F. 2004. Tools for environmental assessment of the built environment. In: *Building and Environment*, 39, pp. 223-228.
- GaBi 6 (2012). Software-System and Databases for Life Cycle Engineering. Version 5.56. PE International AG, Leinfelden-Echterdingen, Germany
- GaBi databases 2006. PE INTERNATIONAL GmbH; LBP-GaBi, University of Stuttgart: GaBi Software System, Leinfelden-Echterdingen / Germany, 2009.
- Gervásio, H., Martins, R., Santos, P., Simões da Silva, L., "A macro-component approach for the assessment of building sustainability in early stages of design", *Building and Environment* 73 (2014), pp. 256-270, DOI information: 10.1016/j.buildenv.2013.12.015.
- Google Earth Software Website: [www.google.co.uk/intl/en\\_uk/earth/](http://www.google.co.uk/intl/en_uk/earth/) (last accessed January 2014).
- Gorgolewski, M. (2007) Developing a simplified method of calculating U-values in light steel framing. *Building and Environment*, 42(1), 230–236.
- Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 pp.
- Heijungs, R., Guinée, J., Huppes, G., Lankreijer, R., Udo de Haes, H., Sleeswijk, A., Ansems, A., Egges, P., van Duin, R. and de Goede, H. 1992. Environmental Life Cycle Assessment of products. Guide and Backgrounds. CML. Leiden University. Leiden
- Howard N, Edwards S and Anderson J. 1999. Methodology for environmental profiles of construction materials, components and buildings. BRE Report BR 370. Watford. (<http://www.bre.co.uk/service.jsp?id=52>)
- Huijbregts, M. 2001. Uncertainty and variability in environmental life-cycle assessment. PhD. Thesis. University of Amsterdam. The Netherlands.
- IEA. 2001. LCA methods for buildings. Annex 31 – Energy-related environmental impact of buildings. International Energy Agency.
- IPCC. 2007. Fourth Assessment Report – Climate Change 2007. IPCC, Geneva, Switzerland
- Jönsson Å. 2000. Tools and methods for environmental assessment of building products - methodological analysis of six selected approaches. In: *Building and Environment*, 35, pp. 223-238.

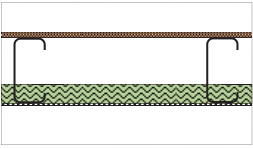
- Kellenberger D. 2005. Comparison and benchmarking of LCA-based building related environmental assessment and design tools. EMPA Dubendorf, Technology and Society Laboratory, LCA group.
- Kortman J, van Ewijk H, Mark J, Anink D, Knape M. 1998. Presentation of tests by architects of the LCA-based computer tool EcoQuantum domestic. Proceedings of Green Building Challenge 1998. Vancouver. Canada (<http://www.ivambv.uva.nl/uk/producten/product7.htm>)
- Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B and Rubel F (2006) World map of Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3): 259–263.
- LCI, 2001. World Steel Life Cycle Inventory. Methodology report 1999/2000. International Iron and Steel Institute. Committee on Environmental Affairs, Brussels.
- Lippiatt, B. 2002. Building for environmental and economical sustainability. Technical manual and user guide (BEES 3.0). National Institute of Standards and Technology (NIST). Report NISTIR 6916. (<http://www.bfrl.nist.gov/oa/software/bees.html>).
- RCCTE (2006) Portuguese code of practice for thermal behaviour and energy efficiency of residential buildings. Decreto-Lei n.80/2006. Regulamento das Características Térmicas dos Edifícios (in Portuguese:). Lisboa, Portugal: Diário da República.
- Reijnders L., van Roekel A. 1999. Comprehensiveness and adequacy of tools for the environmental improvement of buildings. In: *Journal of Cleaner Production*, 7, pp. 221-225.
- Santos P., Gervásio H., Simões da Silva L., & Gameiro A. (2011). Influence of climate change on the energy efficiency of light-weight steel residential buildings. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 28, 325–352.
- Santos P., Simões da Silva L., & Ungureanu V. 2012. *Energy Efficiency of Light-weight Steel-framed Buildings*. European Convention for Constructional Steelwork (ECCS), Technical Committee 14 - Sustainability & Eco-Efficiency of Steel Construction, ISBN 978-92-9147-105-8, N. 129, 1st edition.
- SB\_Steel, 2014. Sustainable Building Project in Steel. Draft final report. RFSR-CT-2010-00027. Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel
- SIST EN 13363-1. (2007). Senčila v kombinaciji z zasteklitvijo - Izračun prepustnosti za energijo sončnega sevanja in prepustnosti svetlobe - 1. del: Poenostavljena metoda, SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN 15193. (2007) Energijske značilnosti stavb - Energijske zahteve za osvetlitev, SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN 15265. (2007) Energijske značilnosti stavb - Računanje porabljene energije za segrevanje in hlajenje prostora z dinamično metodo - Splošna merila in validacija postopka, SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN 15316-3-1, (2007) Grelni sistemi v stavbah - Metoda izračuna energijskih zahtev in učinkovitosti sistema - 3-1.del.: Hišni sistemi in značilnosti potreb za toplo vodo (zahteve porabe) , SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN 15603. 2008. Energijske karakteristike stavb – Splošna raba energije in opredelitev potreb po energiji, SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN 15643-1. 2010. Trajnostnost gradbenih objektov - Ocenjevanje trajnostnosti stavb - 1. del: Splošni okvir, SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN 15643-2. 2011. Trajnostnost gradbenih objektov - Ocenjevanje stavb - 2. del: Okvir za ocenjevanje učinkov ravnanja z okoljem, SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN 15804. 2012. Trajnostnost gradbenih objektov - Okoljske deklaracije za proizvode - Skupna pravila za kategorije proizvodov za gradbene proizvode, SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.

- SIST EN 15978. 2011. Trajnostnost gradbenih objektov - Vrednotenje učinkov ravnanja z okoljem v stavbah - Računska metoda, SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 10077, (2007) Toplotne lastnosti oken, vrat in polken - Izračun toplotne prehodnosti - 1. del: Splošno (ISO 10077-1:2006), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 13370-1, (2008) Toplotne karakteristike stavb - Prenos toplote skozi zemljo - Računske metode (ISO 13370:2007), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 13786, (2008) Toplotne značilnosti delov stavb - Dinamične toplotne značilnosti - Računske metode (ISO 13786:2007), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 13789, (2008) Toplotne značilnosti stavb - Toplotni koeficienti pri prenosu toplote in prezračevanja - Računska metoda (ISO 13789:2007), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 13790, (2008) Energijske lastnosti stavb - Račun rabe energije za ogrevanje in hlajenje prostorov (ISO 13790:2008), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 14025. (2010). Okoljske označbe in deklaracije - Okoljske deklaracije tipa III - Načela in postopki (ISO 14025:2006), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 14040. (2006). Ravnanje z okoljem - Ocenjevanje življenjskega cikla - Načela in okviri (ISO 14040:2006), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 14044. (2006). Ravnanje z okoljem - Ocenjevanje življenjskega cikla – Zahteve in smernice (ISO 14044:2006), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- SIST EN ISO 6946, (2008) Gradbene komponente in gradbeni elementi - Toplotna upornost in toplotna prehodnost - Računska metoda (ISO 6946:2007), SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo.
- Steel Recycling Institute. <http://www.recycle-steel.org/construction.html> (last accessed in 31/08/2009)
- The energy library. <http://theenergylibrary.com/node/324>
- Trusty WB, Associates. 1997. Research guidelines. ATHENATM Sustainable Materials Institute. Merrickville. Canada. (<http://www.athenasmi.ca/about/lcaModel.html>)
- UNEP, 2004. Why take a life cycle approach? United Nations Publication. ISBN: 92-807-24500-9
- UniFormat™: A Uniform Classification of Construction Systems and Assemblies (2010). The Construction Specification Institute (CSI), Alexandria, VA, and Construction Specifications Canada (CSC), Toronto, Ontario. ISBN 978-0-9845357-1-2.
- Werner, F. 2005. Ambiguities in decision-oriented life cycle inventories – The role of mental models and values. Doi 10.1007/1-4020-3254-4. Springer Netherlands
- Wikipedia, 2013a. [http://en.wikipedia.org/wiki/Marine\\_pollution](http://en.wikipedia.org/wiki/Marine_pollution)
- Wikipedia, 2013b. [http://en.wikipedia.org/wiki/Natural\\_resource](http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_resource)
- Worldsteel organization. <http://www.worldsteel.org/index.php> (last accessed in 31/08/2009)





## **DODATEK 1 – PODATKOVNA BAZA MAKRO-KOMPONENT**

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>					
<b>B1010.10.1a</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	OSB (mm)	18	zažig	80	
	zračna plast (mm)	160	-		
	kamena volna (mm)	40	reciklaža	80	
	mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
	LWS (kg/m <sup>2</sup> )	14	reciklaža	90	
<b>B1010.10.1a - LCA</b>					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	2,83E-05	1,76E-09	1,54E-09	3,37E-08	-1,96E-04
ADP fossil [MJ]	5,48E+02	6,54E-01	5,72E-01	1,31E+00	-3,35E+02
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,70E-01	2,11E-04	1,83E-04	5,74E-04	-4,45E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,41E-02	4,86E-05	4,20E-05	8,79E-05	-1,01E-03
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	5,12E+01	4,71E-02	4,12E-02	3,86E-01	-1,46E+01
ODP [kg R11-Equiv.]	7,65E-07	8,25E-13	7,21E-13	7,21E-11	1,76E-07
POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,53E-02	-6,89E-05	-5,95E-05	1,49E-04	-1,07E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

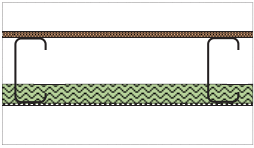
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB plošča	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
kamena volna	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>					
<b>B1010.10.1b</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	OSB (mm)	18	zažig	80	
	zračna plast (mm)	160	-	-	
	EPS (mm)	40	zažig	80	
	mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
	LWS (kg/m <sup>2</sup> )	14	reciklaža	90	
<b>B1010.10.1b - LCA</b>					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	2,75E-05	1,53E-09	1,34E-09	3,80E-08	-1,96E-04
ADP fossil [MJ]	5,36E+02	5,70E-01	5,00E-01	1,37E+00	-3,57E+02
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,30E-01	1,84E-04	1,60E-04	6,24E-04	-5,26E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	9,54E-03	4,24E-05	3,68E-05	1,00E-04	-1,48E-03
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	4,68E+01	4,11E-02	3,60E-02	2,48E+00	-1,63E+01
ODP [kg R11-Equiv.]	8,21E-07	7,19E-13	6,31E-13	6,98E-11	1,76E-07
POCP [kg Ethene-Equiv.]	3,55E-02	-6,01E-05	-5,20E-05	1,42E-04	-1,12E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

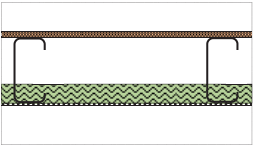
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB plošča	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
EPS	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
zažigi EPS	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>						
	<b>B1010.10.1c</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
		OSB (mm)	18	zažig	80	
		zračna plast (mm)	160			
		XPS (mm)	40	zažig	80	
		mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
	LWS (kg/m <sup>2</sup> )	14	reciklaža	90		
<b>B1010.10.1c - LCA</b>						
		A1-A3	A4	C2	C4	D
	ADP elements [kg Sb-Equiv.]	2,81E-05	1,56E-09	1,37E-09	4,42E-08	-1,96E-04
	ADP fossil [MJ]	5,75E+02	5,78E-01	5,07E-01	1,54E+00	-3,70E+02
	AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,33E-01	1,87E-04	1,62E-04	7,16E-04	-5,74E-02
	EP [kg Phosphate-Equiv.]	9,73E-03	4,30E-05	3,73E-05	1,17E-04	-1,77E-03
	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	4,79E+01	4,16E-02	3,65E-02	3,78E+00	-1,72E+01
	ODP [kg R11-Equiv.]	7,64E-07	7,29E-13	6,40E-13	7,61E-11	1,75E-07
	POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,49E-02	-6,09E-05	-5,28E-05	1,54E-04	-1,15E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

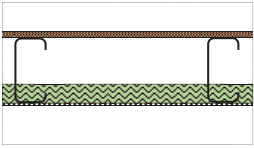
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB plošča	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
XPS	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
zažigi XPS	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>					
<b>B1010.10.1d</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	OSB (mm)	18	zažig	80	
	zračna plast (mm)	160			
	PUR (mm)	40	zažig	80	
	mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
	LWS (kg/m <sup>2</sup> )	14	reciklaža	90	
<b>B1010.10.1d - LCA</b>					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	4,65E-05	1,56E-09	1,37E-09	4,48E-08	-1,96E-04
ADP fossil [MJ]	6,19E+02	5,78E-01	5,07E-01	1,76E+00	-3,57E+02
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,37E-01	1,87E-04	1,62E-04	1,43E-03	-5,26E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,09E-02	4,30E-05	3,73E-05	3,06E-04	-1,48E-03
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	5,18E+01	4,16E-02	3,65E-02	2,59E+00	-1,63E+01
ODP [kg R11-Equiv.]	7,65E-07	7,29E-13	6,40E-13	8,46E-11	1,76E-07
POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,37E-02	-6,09E-05	-5,28E-05	1,90E-04	-1,12E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

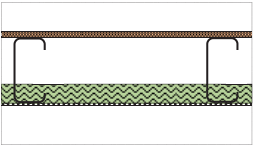
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB plošča	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
PUR	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
zažigi PUR	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>						
	<b>B1010.10.1e</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
		OSB (mm)	18	zažig	80	
		zračna plast (mm)	160			
		pluta (mm)	40	reciklaža	80	
		mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
		LWS (kg/m2)	14	reciklaža	90	
<b>B1010.10.1e - LCA</b>						
		A1-A3	A4	C2	C4	D
	ADP elements [kg Sb-Equiv.]	2,72E-05	1,64E-09	1,43E-09	3,09E-08	-1,96E-04
	ADP fossil [MJ]	5,04E+02	6,09E-01	5,32E-01	1,21E+00	-3,35E+02
	AP [kg SO2-Equiv.]	1,35E-01	1,97E-04	1,70E-04	5,26E-04	-4,45E-02
	EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,13E-02	4,53E-05	3,91E-05	8,06E-05	-1,01E-03
	GWP [kg CO2-Equiv.]	4,75E+01	4,38E-02	3,83E-02	3,54E-01	-1,46E+01
	ODP [kg R11-Equiv.]	7,64E-07	7,68E-13	6,71E-13	6,61E-11	1,76E-07
	POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,27E-02	-6,42E-05	-5,54E-05	1,37E-04	-1,07E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

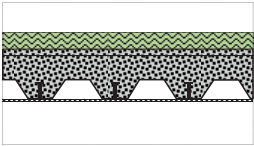
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB plošča	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
pluta	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija					
<b>B1010.10.2a</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	PE (mm)	20	zažig	80	
	Beton (kg/m <sup>2</sup> )	410	reciklaža	70	
	Armaturene pal. (kg/m <sup>2</sup> )	8.24	reciklaža	70	
	Profilirana ploč. (kg/m <sup>2</sup> )	11.10	reciklaža	70	
	Mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
	Jeklena konstr. (kg/m <sup>2</sup> )	40	reciklaža	90	
B1010.10.2a - LCA					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	-4,61E-04	2,08E-08	1,81E-08	1,26E-06	-3,32E-04
ADP fossil [MJ]	1,56E+03	7,71E+00	6,74E+00	4,90E+01	-3,44E+02
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	3,93E-01	2,49E-03	2,16E-03	2,14E-02	-9,22E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	3,65E-02	5,73E-04	4,96E-04	3,28E-03	-2,77E-03
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,51E+02	5,56E-01	4,86E-01	1,58E+01	-3,67E+01
ODP [kg R11-Equiv.]	1,88E-06	9,73E-12	8,51E-12	2,68E-09	1,04E-06
POCP [kg Ethene-Equiv.]	6,27E-02	-8,13E-04	-7,01E-04	5,54E-03	-1,90E-02

#### Funkcionalna enakovrednica:

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

#### Dodatne informacije:

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli A1-A3

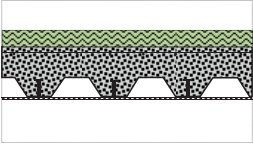
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Beton	PE International	Nemčija	2011
Armaturene palice	Worldsteel	svet	2007
Profilirana pločevina	Worldsteel	svet	2007
Konstruktivno jeklo	Worldsteel	svet	2007
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
PE	PE International	Nemčija	2011

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli C4-D

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi PE	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>					
<b>B1010.10.2b</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	EPS (mm)	20	zažig	80	
	beton (kg/m <sup>2</sup> )	410	reciklaža	70	
	arm. palice (kg/m <sup>2</sup> )	8.24	reciklaža	70	
	profil. pločevina (kg/m <sup>2</sup> )	11.10	reciklaža	70	
	mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
	jeklena konstr. (kg/m <sup>2</sup> )	40	reciklaža	90	
<b>B1010.10.2b - LCA</b>					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	-4,62E-04	2,08E-08	1,81E-08	1,26E-06	-3,32E-04
ADP fossil [MJ]	1,54E+03	7,71E+00	6,74E+00	4,89E+01	-3,37E+02
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	3,92E-01	2,49E-03	2,16E-03	2,13E-02	-8,94E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	3,64E-02	5,73E-04	4,96E-04	3,27E-03	-2,61E-03
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,50E+02	5,55E-01	4,86E-01	1,54E+01	-3,62E+01
ODP [kg R11-Equiv.]	1,91E-06	9,73E-12	8,50E-12	2,68E-09	1,04E-06
POCP [kg Ethene-Equiv.]	6,92E-02	-8,13E-04	-7,01E-04	5,53E-03	-1,88E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Beton	PE International	Nemčija	2011
Armaturene palice	Worldsteel	svet	2007
Profilirana pločevina	Worldsteel	svet	2007
Konstruktivno jeklo	Worldsteel	svet	2007
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
EPS	PE International	Evropa	2011

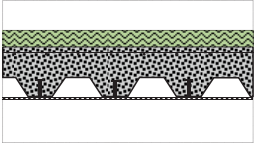
**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi EPS	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007



<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>					
<b>B1010.10.2c</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	XPS (mm)	20	zažig	80	
	beton (kg/m <sup>2</sup> )	410	reciklaža	70	
	arm. palice (kg/m <sup>2</sup> )	8.24	reciklaža	70	
	profil. pločevina (kg/m <sup>2</sup> )	11.10	reciklaža	70	
	mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
	jeklena konstr. (kg/m <sup>2</sup> )	40	reciklaža	90	
<b>B1010.10.2c - LCA</b>					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	-4,62E-04	2,08E-08	1,82E-08	1,26E-06	-3,32E-04
ADP fossil [MJ]	1,56E+03	7,71E+00	6,74E+00	4,90E+01	-3,43E+02
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	3,94E-01	2,49E-03	2,16E-03	2,14E-02	-9,19E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	3,65E-02	5,74E-04	4,96E-04	3,28E-03	-2,75E-03
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,51E+02	5,56E-01	4,86E-01	1,60E+01	-3,66E+01
ODP [kg R11-Equiv.]	1,88E-06	9,73E-12	8,51E-12	2,68E-09	1,04E-06
POCP [kg Ethene-Equiv.]	6,39E-02	-8,13E-04	-7,01E-04	5,54E-03	-1,89E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli A1-A3**

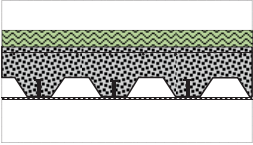
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Beton	PE International	Nemčija	2011
Armaturne palice	Worldsteel	svet	2007
Profilirana pločevina	Worldsteel	svet	2007
Konstruktivno jeklo	Worldsteel	svet	2007
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
EPS	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi XPS	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>					
<b>B1010.10.2d</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	pluta (mm)	20	reciklaža	80	
	beton (kg/m <sup>2</sup> )	410	reciklaža	70	
	arm. palice (kg/m <sup>2</sup> )	8.24	reciklaža	70	
	profil. pločevina (kg/m <sup>2</sup> )	11.10	reciklaža	70	
	mavčna plošča (mm)	15	reciklaža	80	
	jeklena konstr. (kg/m <sup>2</sup> )	40	reciklaža	90	
<b>B1010.10.2d - LCA</b>					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	-4,62E-04	2,08E-08	1,82E-08	1,25E-06	-3,32E-04
ADP fossil [MJ]	1,52E+03	7,73E+00	6,76E+00	4,88E+01	-3,26E+02
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	3,95E-01	2,50E-03	2,16E-03	2,13E-02	-8,54E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	3,73E-02	5,75E-04	4,97E-04	3,26E-03	-2,37E-03
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,51E+02	5,57E-01	4,87E-01	1,43E+01	-3,53E+01
ODP [kg R11-Equiv.]	1,88E-06	9,75E-12	8,53E-12	2,68E-09	1,04E-06
POCP [kg Ethene-Equiv.]	6,28E-02	-8,15E-04	-7,03E-04	5,53E-03	-1,86E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

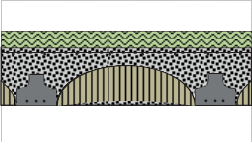
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Beton	PE International	Nemčija	2011
Armaturne palice	Worldsteel	svet	2007
Profilirana pločevina	Worldsteel	svet	2007
Konstruktivno jeklo	Worldsteel	svet	2007
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
pluta	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija						
<b>B1010.10.3a</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)		
	PE (mm)	20	zažig	80		
	beton (kg/m <sup>2</sup> )	455.4	reciklaža	70		
	armaturne palalice (kg/m <sup>2</sup> )	21.17	reciklaža	70		
B1010.10.3a						
		A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]		-5,27E-05	2,07E-08	1,81E-08	1,36E-06	-1,09E-05
ADP fossil [MJ]		6,37E+02	7,68E+00	6,71E+00	5,31E+01	-4,99E+01
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]		1,62E-01	2,48E-03	2,15E-03	2,32E-02	-1,80E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]		2,12E-02	5,71E-04	4,94E-04	3,55E-03	-7,25E-04
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]		7,42E+01	5,53E-01	4,84E-01	1,70E+01	-5,44E+00
ODP [kg R11-Equiv.]		2,64E-07	9,69E-12	8,47E-12	2,91E-09	3,61E-08
POCP [kg Ethene-Equiv.]		2,23E-02	-8,09E-04	-6,98E-04	6,00E-03	-2,31E-03

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**


proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Beton	PE International	Nemčija	2011
Armaturne palice	Worldsteel	svet	2007
PE	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007
zažigi PE	PE International	Evropa	2011

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>					
<b>B1010.10.3b</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	EPS (mm)	20	zažig	80	
	beton (kg/m <sup>2</sup> )	455.4	reciklaža	70	
	armaturne palice (kg/m <sup>2</sup> )	21.17	reciklaža	70	
<b>B1010.10.3b</b>					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	-5,38E-05	2,07E-08	1,81E-08	1,36E-06	-1,09E-05
ADP fossil [MJ]	6,18E+02	7,68E+00	6,71E+00	5,30E+01	-4,24E+01
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,61E-01	2,48E-03	2,15E-03	2,31E-02	-1,52E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	2,11E-02	5,71E-04	4,93E-04	3,55E-03	-5,61E-04
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	7,36E+01	5,53E-01	4,83E-01	1,66E+01	-4,87E+00
ODP [kg R11-Equiv.]	2,93E-07	9,68E-12	8,46E-12	2,90E-09	3,61E-08
POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,87E-02	-8,09E-04	-6,98E-04	6,00E-03	-2,14E-03

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

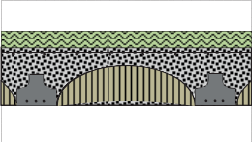
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Beton	PE International	Nemčija	2011
Armaturne palice	Worldsteel	svet	2007
EPS	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007
zažigi EPS	PE International	Evropa	2011

B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija						
	B1010.10.3c	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
		XPS (mm)	20	zažig	80	
		beton (kg/m <sup>2</sup> )	455.4	reciklaža	70	
		armaturne palalice (kg/m <sup>2</sup> )	21.17	reciklaža	70	
B1010.10.3c						
		A1-A3	A4	C2	C4	D
	ADP elements [kg Sb-Equiv.]	-5,35E-05	2,07E-08	1,81E-08	1,36E-06	-1,09E-05
	ADP fossil [MJ]	6,37E+02	7,68E+00	6,71E+00	5,31E+01	-4,89E+01
	AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,63E-01	2,48E-03	2,15E-03	2,32E-02	-1,77E-02
	EP [kg Phosphate-Equiv.]	2,12E-02	5,71E-04	4,94E-04	3,56E-03	-7,04E-04
	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	7,42E+01	5,53E-01	4,84E-01	1,72E+01	-5,37E+00
	ODP [kg R11-Equiv.]	2,64E-07	9,69E-12	8,47E-12	2,91E-09	3,61E-08
	POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,35E-02	-8,09E-04	-6,98E-04	6,01E-03	-2,28E-03

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

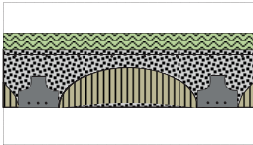
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Beton	PE International	Nemčija	2011
Armaturne palice	Worldsteel	svet	2007
XPS	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007
zažigi XPS	PE International	Evropa	2011

<b>B1010.10 Stropna nosilna konstrukcija</b>					
<b>B1010.10.3d</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	pluta (mm)	20	reciklaža	80	
	beton (kg/m <sup>2</sup> )	455.4	reciklaža	70	
	armaturne palice (kg/m <sup>2</sup> )	21.17	reciklaža	70	
<b>B1010.10.3d</b>					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	-5,40E-05	2,07E-08	1,83E-08	1,36E-06	-1,09E-05
ADP fossil [MJ]	6,02E+02	7,69E+00	6,80E+00	5,29E+01	-3,17E+01
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,64E-01	2,49E-03	2,18E-03	2,31E-02	-1,12E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	2,19E-02	5,72E-04	5,00E-04	3,54E-03	-3,22E-04
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	7,40E+01	5,54E-01	4,90E-01	1,55E+01	-4,05E+00
ODP [kg R11-Equiv.]	2,64E-07	9,71E-12	8,58E-12	2,90E-09	3,62E-08
POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,24E-02	-8,11E-04	-7,07E-04	6,00E-03	-1,91E-03

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> stropne plošče v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

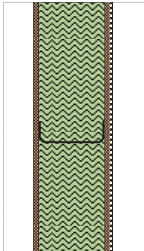
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Beton	PE International	Nemčija	2011
Armaturne palice	Worldsteel	svet	2007
pluta	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanjega zidu							
	<b>B2010.20.1a</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)		
		OSB (mm)	13	zažig	80		
		kamena volna (mm)	120	reciklaža	80		
		mavčna plošča (mm)	15	deponiranje			
		lahki jekleni profili (kg/m <sup>2</sup> )	15	reciklaža	90		
B1010.20.1a							
			A1-A3	A4	C2	C4	D
	ADP elements [kg Sb-Equiv.]	3,06E-05	2,19E-09	1,92E-09	4,32E-08	-2,10E-04	
	ADP fossil [MJ]	7,09E+02	8,14E-01	7,12E-01	1,68E+00	-3,05E+02	
	AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	2,65E-01	2,63E-04	2,28E-04	7,35E-04	-4,81E-02	
	EP [kg Phosphate-Equiv.]	2,41E-02	6,05E-05	5,23E-05	1,13E-04	-1,17E-03	
	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	6,50E+01	5,86E-02	5,13E-02	4,94E-01	-1,73E+01	
	ODP [kg R11-Equiv.]	6,43E-07	1,03E-12	8,98E-13	9,24E-11	3,41E-07	
	POCP [kg Ethene-Equiv.]	3,27E-02	-8,58E-05	-7,40E-05	1,91E-04	-1,13E-02	

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

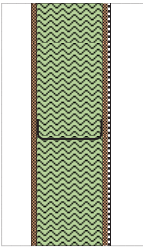
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
kamena volna	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanjega zidu							
	B2010.20.1b	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)		
		OSB (mm)	13	zažig	80		
		EPS (mm)	120	zažig	80		
		mavčna plošča (mm)	15	deponiranje			
		lahki jekleni profili (kg/m <sup>2</sup> )	15	reciklaža	90		
B1010.20.1b							
			A1-A3	A4	C2	C4	D
		ADP elements [kg Sb-Equiv.]	2,82E-05	1,93E-09	1,62E-09	5,61E-08	-2,10E-04
		ADP fossil [MJ]	6,75E+02	7,18E-01	6,00E-01	1,84E+00	-3,70E+02
		AP [kg SO2-Equiv.]	1,44E-01	2,32E-04	1,92E-04	8,87E-04	-7,24E-02
		EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,03E-02	5,34E-05	4,41E-05	1,50E-04	-2,60E-03
		GWP [kg CO2-Equiv.]	5,18E+01	5,17E-02	4,33E-02	6,79E+00	-2,22E+01
		ODP [kg R11-Equiv.]	8,13E-07	9,05E-13	7,57E-13	8,54E-11	3,41E-07
		POCP [kg Ethene-Equiv.]	6,33E-02	-7,57E-05	-6,24E-05	1,70E-04	-1,27E-02

### Funkcionalna enakovrednica:

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

### Dodatne informacije:

#### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
EPS	PE International	Evropa	2011

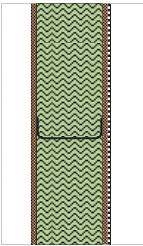
#### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

#### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
zažigi EPS	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007



B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanjega zidu							
	<b>B2010.20.1c</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)		
		OSB (mm)	13	zažig	80		
		XPS (mm)	120	zažig	80		
		mavčna plošča (mm)	15	deponiranje			
		lahki jekleni profili (kg/m <sup>2</sup> )	15	reciklaža	90		
B1010.20.1c							
			A1-A3	A4	C2	C4	D
		ADP elements [kg Sb-Equiv.]	2,99E-05	2,24E-09	1,84E-09	7,46E-08	-2,10E-04
		ADP fossil [MJ]	7,89E+02	8,33E-01	6,85E-01	2,36E+00	-4,08E+02
		AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,53E-01	2,69E-04	2,19E-04	1,16E-03	-8,70E-02
		EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,09E-02	6,20E-05	5,04E-05	2,01E-04	-3,46E-03
		GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	5,52E+01	6,00E-02	4,94E-02	1,07E+01	-2,52E+01
		ODP [kg R11-Equiv.]	6,41E-07	1,05E-12	8,65E-13	1,04E-10	3,41E-07
		POCP [kg Ethene-Equiv.]	3,16E-02	-8,79E-05	-7,13E-05	2,06E-04	-1,36E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

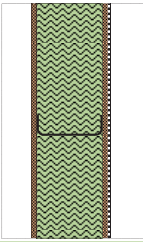
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
XPS	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
zažigi XPS	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanega zidu					
B2010.20.1d	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	OSB (mm)	13	zažig	80	
	PUR (mm)	120	zažig	80	
	mavčna plošča (mm)	15	deponiranje		
	lahki jekleni profili (kg/m <sup>2</sup> )	15	reciklaža	90	
B1010.20.1d					
	A1-A3	A4	C2	C4	D
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	8,52E-05	2,24E-09	1,84E-09	7,64E-08	-2,10E-04
ADP fossil [MJ]	9,22E+02	8,33E-01	6,85E-01	3,02E+00	-3,70E+02
AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	1,66E-01	2,69E-04	2,19E-04	3,30E-03	-7,23E-02
EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,43E-02	6,20E-05	5,04E-05	7,68E-04	-2,60E-03
GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	6,70E+01	6,00E-02	4,94E-02	7,11E+00	-2,22E+01
ODP [kg R11-Equiv.]	6,44E-07	1,05E-12	8,65E-13	1,30E-10	3,41E-07
POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,81E-02	-8,79E-05	-7,13E-05	3,15E-04	-1,27E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

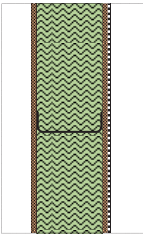
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
PUR	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
zažigi PUR	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanjega zidu							
	<b>B2010.20.1e</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)		
		OSB (mm)	13	zažig	80		
		pluta (mm)	120	reciklaža	80		
		mavčna plošča (mm)	15	deponiranje			
		lahki jekleni profili (kg/m <sup>2</sup> )	15	reciklaža	90		
B1010.20.1e							
			A1-A3	A4	C2	C4	D
	ADP elements [kg Sb-Equiv.]		2,72E-05	3,49E-09	1,60E-09	3,48E-08	-2,10E-04
	ADP fossil [MJ]		5,78E+02	1,30E+00	5,94E-01	1,36E+00	-3,05E+02
	AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]		1,60E-01	4,19E-04	1,90E-04	5,92E-04	-4,81E-02
	EP [kg Phosphate-Equiv.]		1,55E-02	9,64E-05	4,37E-05	9,07E-05	-1,17E-03
	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]		5,39E+01	9,34E-02	4,28E-02	3,98E-01	-1,73E+01
	ODP [kg R11-Equiv.]		6,40E-07	1,64E-12	7,49E-13	7,44E-11	3,41E-07
	POCP [kg Ethene-Equiv.]		2,50E-02	-1,37E-04	-6,17E-04	1,54E-04	-1,13E-02

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

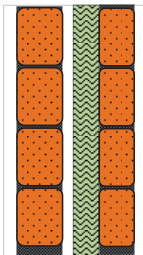
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
OSB	PE International	Nemčija	2008
mavčna plošča	PE International	Evropa	2008
lahki jekleni profili (LWS)	Worldsteel	svet	2007
pluta	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi OSB plošč	PE International	Nemčija	2008
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
reciklaža jekla	Worldsteel	svet	2007

<b>B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanega zidu</b>					
<b>B2010.20.2a</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	opečnat zid (mm)	11	deponiranje		
	zračna plast (mm)	0			
	kamena volna (mm)	60	reciklaža	80	
	opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
<b>B1010.20.2a</b>					
		A1-A3	A4	C2	C4
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	4,00E-06	1,37E-08	1,20E-08	1,55E-06	
ADP fossil [MJ]	6,11E+02	5,10E+00	4,46E+00	6,05E+01	
AP [kg SO2-Equiv.]	1,33E-01	1,65E-03	1,43E-03	2,64E-02	
EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,58E-02	3,79E-04	3,28E-04	4,04E-03	
GWP [kg CO2-Equiv.]	8,12E+01	3,67E-01	3,21E-01	1,78E+01	
ODP [kg R11-Equiv.]	3,62E-09	6,43E-12	5,62E-12	3,32E-09	
POCP [kg Ethene-Equiv.]	1,21E-02	-5,37E-04	-4,64E-04	6,86E-03	

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli A1-A3**

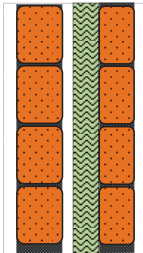
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Opeka	PE International	Nemčija	2011
kamena volna	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v moduli C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011

B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanega zidu						
	<b>B2010.20.2b</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
		opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
		zračna plast (mm)	0			
		EPS (mm)	60	zažig	80	
		opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
B1010.20.2b						
		A1-A3	A4	C2	C4	D
	ADP elements [kg Sb-Equiv.]	2,81E-06	1,34E-08	1,17E-08	1,56E-06	-4,49E-08
	ADP fossil [MJ]	5,94E+02	4,97E+00	4,35E+00	6,06E+01	-3,21E+01
	AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	7,23E-02	1,61E-03	1,39E-03	2,65E-02	-1,22E-02
	EP [kg Phosphate-Equiv.]	8,96E-03	3,70E-04	3,20E-04	4,06E-03	-7,17E-04
	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	7,46E+01	3,58E-01	3,13E-01	2,09E+01	-2,46E+00
	ODP [kg R11-Equiv.]	8,86E-08	6,27E-12	5,48E-12	3,31E-09	-4,97E-11
	POCP [kg Ethene-Equiv.]	2,74E-02	-5,24E-04	-4,52E-04	6,85E-03	-7,02E-04

#### Funkcionalna enakovrednica:

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

#### Dodatne informacije:

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3

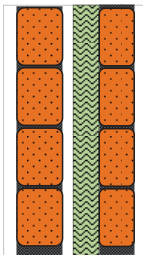
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Opeka	PE International	Nemčija	2011
EPS	PE International	Evropa	2011

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi EPS	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011

B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanjega zidu						
	<b>B2010.20.2c</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
		opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
		zračna plast (mm)	0			
		XPS (mm)	60	zažig	80	
		opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
B1010.20.2c						
		A1-A3	A4	C2	C4	D
	ADP elements [kg Sb-Equiv.]	3,64E-06	1,34E-08	1,17E-08	1,57E-06	-7,18E-08
	ADP fossil [MJ]	6,51E+02	4,98E+00	4,36E+00	6,08E+01	-5,14E+01
	AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	7,67E-02	1,61E-03	1,39E-03	2,66E-02	-1,95E-02
	EP [kg Phosphate-Equiv.]	9,23E-03	3,71E-04	3,20E-04	4,09E-03	-1,15E-03
	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	7,63E+01	3,59E-01	3,14E-01	2,29E+01	-3,94E+00
	ODP [kg R11-Equiv.]	3,00E-09	6,29E-12	5,50E-12	3,32E-09	-7,96E-11
	POCP [kg Ethene-Equiv.]	1,15E-02	-5,25E-04	-4,53E-04	6,87E-03	-1,12E-03

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

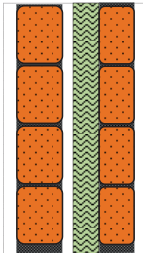
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Opeka	PE International	Nemčija	2011
XPS	PE International	Nemčija	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi XPS	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011

B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanega zidu						
	<b>B2010.20.2d</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
		opečnat zid (mm)	11	deponiranje		
		zračna plast (mm)	0			
		PUR (mm)	60	zažig	80	
		opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
B1010.20.2d						
		A1-A3	A4	C2	C4	D
	ADP elements [kg Sb-Equiv.]	3,13E-05	1,34E-08	1,17E-08	1,57E-06	-4,52E-08
	ADP fossil [MJ]	7,17E+02	4,98E+00	4,36E+00	6,12E+01	-3,22E+01
	AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	8,33E-02	1,61E-03	1,39E-03	2,77E-02	-1,21E-02
	EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,09E-02	3,71E-04	3,20E-04	4,37E-03	-7,15E-04
	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	8,22E+01	3,59E-01	3,14E-01	2,11E+01	-2,46E+00
	ODP [kg R11-Equiv.]	4,11E-09	6,29E-12	5,50E-12	3,34E-09	-4,99E-11
	POCP [kg Ethene-Equiv.]	9,80E-03	-5,25E-04	-4,53E-04	6,92E-03	-7,02E-04

#### Funkcionalna enakovrednica:

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

#### Dodatne informacije:

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3

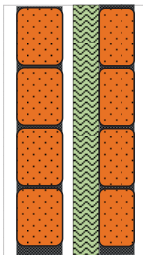
proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Opeka	PE International	Nemčija	2011
PUR	PE International	Nemčija	2011

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

##### Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
zažigi PUR	PE International	Evropa	2011
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011

<b>B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanjega zidu</b>					
<b>B2010.20.2e</b>	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
	opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
	zračna plast (mm)	0			
	pluta (mm)	60	reciklaža	80	
	opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
<b>B1010.20.2e</b>					
		A1-A3	A4	C2	C4
ADP elements [kg Sb-Equiv.]	2,27E-06	1,35E-08	1,18E-08	1,55E-06	
ADP fossil [MJ]	5,46E+02	5,03E+00	4,40E+00	6,03E+01	
AP [kg SO2-Equiv.]	8,06E-02	1,63E-03	1,41E-03	2,63E-02	
EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,16E-02	3,74E-04	3,23E-04	4,03E-03	
GWP [kg CO2-Equiv.]	7,57E+01	3,62E-01	3,17E-01	1,77E+01	
ODP [kg R11-Equiv.]	2,30E-09	6,35E-12	5,55E-12	3,31E-09	
POCP [kg Ethene-Equiv.]	8,25E-03	-5,30E-04	-4,57E-04	6,84E-03	

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Opeka	PE International	Nemčija	2011
pluta	PE International	Nemčija	2011

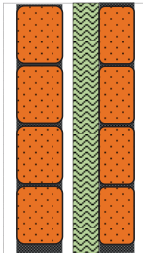
**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011



B2010.20 Nosilna konstrukcija zunanega zidu						
	B2010.20.2f	materiali	debelina/ gostota	scenarij ob koncu življenjskega cikla	RR (%)	
		opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
		zračna plast (mm)	0			
		steklena volna (mm)	60	deponiranje		
		opečnati zid (mm)	11	deponiranje		
B1010.20.2f						
			A1-A3	A4	C2	C4
		ADP elements [kg Sb-Equiv.]	6,07E-04	1,35E-08	1,18E-08	1,55E-06
		ADP fossil [MJ]	6,13E+02	5,01E+00	4,38E+00	6,05E+01
		AP [kg SO <sub>2</sub> -Equiv.]	9,80E-02	1,62E-03	1,40E-03	2,67E-02
		EP [kg Phosphate-Equiv.]	1,33E-02	3,73E-04	3,22E-04	5,07E-03
		GWP [kg CO <sub>2</sub> -Equiv.]	7,81E+01	3,61E-01	3,16E-01	1,83E+01
		ODP [kg R11-Equiv.]	3,81E-09	6,32E-12	5,53E-12	-3,92E-09
		POCP [kg Ethene-Equiv.]	8,60E-03	-5,28E-04	-4,56E-04	7,01E-03

**Funkcionalna enakovrednica:**

1 m<sup>2</sup> zunanje stene v stavbi, projektirane za življenjsko dobo 50 let, s toplotno prehodnostjo (U) 0,92 W/m<sup>2</sup>K in toplotno kapaciteto ( $\kappa_m$ ) 61060 J/m<sup>2</sup>K.

**Dodatne informacije:****Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A1-A3**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
Opeka	PE International	Nemčija	2011
Steklena volna	PE International	Evropa	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih A4 in C2 (privzeta razdalja 20 km)**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
prevoz s tovornjakom	PE International	svet	2011

**Seznam podatkovnih nizov uporabljen v modulih C4-D**

proces	vir podatkov	geografska pokritost	datum
deponiranje inertnih odpadkov	PE International	Nemčija	2011
deponiranje steklene volne	PE International	Nemčija	2010



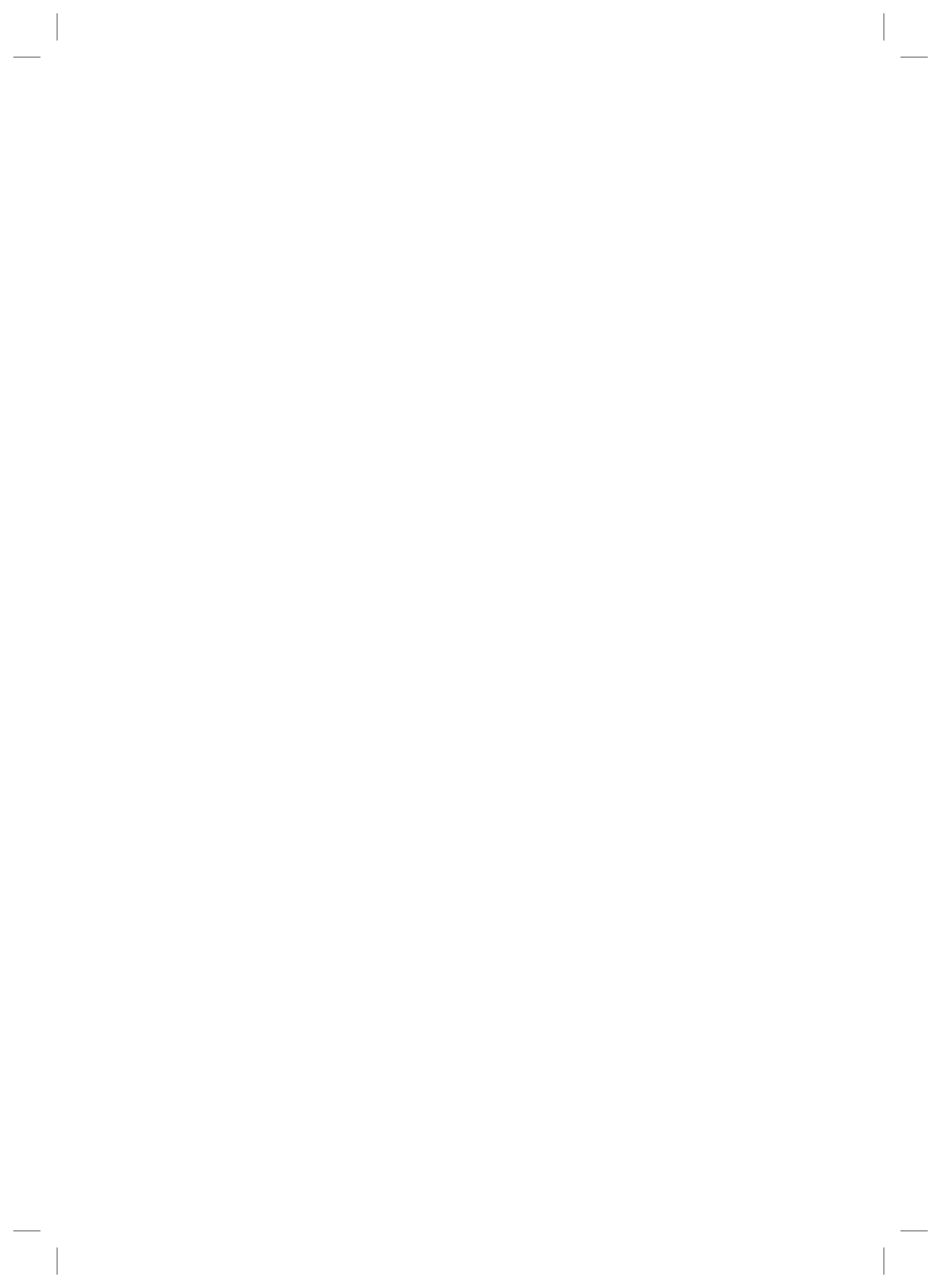
TRAJNOSTNO VREDNOTENJE  
JEKLENIH KONSTRUKCIJ  
Priročnik za projektiranje





## Kazalo

<b>1</b>	<b>UVOD IN NAMEN</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PROGRAMSKA KODA IN SISTEMSKO OKOLJE</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>SPLOŠNE ZNAČILNOSTI PROGRAMA AMECO 3</b>	<b>2</b>
3.1	Uvod	2
3.2	Namestitev programa	4
3.3	Jeziki	4
3.4	Enote	4
<b>4</b>	<b>TEHNIČNI OPIS</b>	<b>5</b>
4.1	Definicija projekta	5
4.2	Konstante in specifični parametri	19
4.3	Izračun okoljskega vpliva stavbe	20
<b>5</b>	<b>REZULTATI PROGRAMA</b>	<b>42</b>
5.1	Podroben prikaz rezultatov za fazo uporabe	42
5.2	Globalni rezultati za fazo uporabe	45
<b>6</b>	<b>NAVODILA ZA UPORABO PROGRAMA AMECO 3</b>	<b>48</b>
6.1	Projekt	48
6.2	Stavba	49
<b>7</b>	<b>RAČUNSKI PRIMERI</b>	<b>74</b>
7.1	Poslovna stavba	74
7.2	Stanovanjska stavba – stanovanjska hiša Casa Buna v Romuniji	86
7.3	Industrijska hala	99
<b>8</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>125</b>
<b>DODATEK 1</b>	<b>GLOBALNA STRUKTURA PROGRAMA AMECO</b>	<b>126</b>
<b>DODATEK 2</b>	<b>PREGLEDNICE Z NE-PODNEBNO VSEBINO</b>	<b>127</b>
<b>DODATEK 3</b>	<b>PREGLEDNICE S KLIMATSKIMI PODATKI</b>	<b>135</b>
<b>DODATEK 4</b>	<b>FAKTORJI VPLIVA ZA MAKRO-KOMPONENTE</b>	<b>138</b>



## 1 UVOD IN NAMEN

Glavni namen tega priročnika je zagotoviti informacije v zvezi z različnimi koraki, ki se uporabljajo v analizi okoljske presoje jeklenih in sovprežnih stavb v programu Ameco.

Dokument je nastal v okviru projekta za širjenje informacij **Trajnostno vrednotenje jeklenih konstrukcij (Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures - LVS<sup>3</sup>)** (RFS2-CT-2013-00016).

Vsebina priročnika za projektiranje zajema:

- opis računskega postopka: v programu AMECO upoštevane tehnične specifikacije določajo zaporedje korakov v analizi okoljskega vrednotenja obravnavane stavbe,
- navodila za uporabo programskega orodja AMECO,
- prikaz uporabe programa AMECO na računskih primerih.

V programu uporabljeni pristopi analize so bili razviti in preverjeni v obsegu Evropskega RFCS projekta Trajnost jeklenih konstrukcij (*Sustainability of Steel Buildings - SB-Steel*) (*SB\_Steel, 2014*).

Zgoraj omenjeni komplementarni metodologiji zajemata:

- pristop z makro-komponentami, ki obravnava oceno življenjskega cikla stavb in/ali posameznih component stavb, vendar brez določanja energijskih potreb v fazi uporabe stavb;
- pristop, ki se osredotoča na fazo uporabe stavb in omogoča količinsko določitev energije porabljene za njihovo obratovanje.

Dokument "**Teoretične osnove**", ki je prav tako rezultat projekta RFCS LVS<sup>3</sup>, vsebuje natančen opis obeh privzetih metodologij: postopek za presojo okoljskega vpliva življenjskega cikla ter postopek za določitev energijskih potreb v fazi obratovanja stavb.

## 2 PROGRAMSKA KODA IN SISTEMSKO OKOLJE

AMECO je orodje za presojo okoljskih vplivov v povezavi z nosilnimi konstrukcijami izvedenimi iz jekla in betona. Ameco 3 je nadgradnja programske verzije AMECO (verzija 2) in dodatno omogoča tudi analizo faze uporabe stavbe.

Program Ameco 3 je zapisan v programskem jeziku VB2008. Ta jezik temelji na tehnologiji Microsoft .NET, zato je za delovanje programa na računalniku potrebno imeti nameščen Microsoft .NET Framework. Slednji je že avtomatsko vključen v novejših operacijskih sistemih (OS), kot sta Microsoft Vista in Microsoft 7. V starejših verzijah operacijskega sistema Windows, Microsoft .NET Framework ni vključen in ga mora uporabnik sam namestiti pred uporabo programa Ameco 3.

Razvoj programa temelji na .NET Framework verziji 2.0, ki se lahko namesti na sledeče OS: Windows 2000 Service Pack 3; Windows 98; Windows 98 Second Edition; Windows ME; Windows Server 2003, Windows XP Service Pack 2. Pri tem je potrebno opozoriti, da je Ameco 3 združljiv izključno s prej naštetimi programskimi konfiguracijami.

### 3 SPLOŠNE ZNAČILNOSTI PROGRAMA AMECO 3

#### 3.1 Uvod

Ameco 3 se lahko uporablja tako za stavbe kot tudi za mostove zgrajene iz jekla in betona. Vključuje 24 različnih količin znotraj sledečih skupin:

- količine za opis vplivov na okolje (GWP, ODP, AP, EP, POPCP, ADP-elementi, ADP-fosilna goriva).
- količine za opis porabe materialnih virov, sekundarnih materialov (odpadni materiali) in goriv, ter porabe vode
  - poraba obnovljive primarne energije, brez upoštevanja obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine,
  - poraba obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine,
  - celotna poraba obnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine),
  - poraba neobnovljive primarne energije, brez upoštevanja neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine,
  - poraba neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine. Celotna poraba neobnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine),
  - poraba odpadnega materiala,
  - poraba obnovljivih sekundarnih (odpadnih) goriv,
  - poraba neobnovljivih odpadnih goriv,
  - neto poraba sladke vode.
- okoljske informacije za opis kategorij odpadkov:
  - deponirani nevarni odpadki,
  - deponirani nenevarni odpadki,
  - deponirani radioaktivni odpadki..
- okoljske informacije za opis izhodnih materialnih tokov:
  - komponente namenjene ponovni uporabi,
  - materiali za reciklažo,
  - materiali za energetska predelavo,
  - izvožena energija.

Nadalje je vsaka od zgoraj naštetih količin razdeljena v 4 module:

- proizvodnja in faza gradnje,
- faza uporabe, faza ob koncu življenjskega cikla ali faza izrabe,
- ponovno uporabni material in
- odpad zunaj meja obravnavanega sistema.



Preglednica 1: Okoljski vplivi

Indeks	Razpoložljivost podatkov	Kratica	Opis	Enota
<b>Vplivi na okolje</b>				
1	Da	GWP	potencial globalnega segrevanja	tCO <sub>2</sub> eq
2	Da	ODP	potencial razgradnje ozona	t <sub>CF</sub> Ceq
3	Da	AP	potencial zakisljevanja	tSO <sub>2</sub> eq
4	Da	EP	potencial evtrofikacije	t <sub>P</sub> O <sub>4</sub> eq
5	Da	POCP	potencial fotokemičnega nastanka ozona	t <sub>Ethene</sub> eq
6	Da	ADP-e	potencial porabe abiotskih virov - elementi	t <sub>S</sub> beq
7	Da	ADP-ff	potencial porabe abiotskih virov – fosilna goriva	GJ NCV
<b>Poraba virov, odpadnega materiala in goriv</b>				
8	Ne	RPE	poraba obnovljive primarne energije, brez upoštevanja obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine	GJ NCV
9	Ne	RER	poraba obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine	GJ NCV
10	Da	RPE-total	celotna poraba obnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine)	GJ NCV
11	Ne	Non-RPE	poraba neobnovljive primarne energije, brez upoštevanja neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine	GJ NCV
12	Ne	Non-RER	poraba neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine	GJ NCV
13	Da	Non-RPE-total	celotna poraba neobnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine)	GJ NCV
14	Ne	SM	poraba odpadnih materialov	t
15	Ne	RSF	poraba obnovljivih odpadnih goriv	GJ NCV
16	Ne	Non-RSF	poraba neobnovljivih odpadnih goriv	GJ NCV
17	Da	NFW	neto poraba sladke vode	103 m <sup>3</sup>
<b>Okoljske informacije za opis kategorij odpadkov</b>				
18	Da	HWD	deponirani nevarni odpadki	t
19	Da	Non-HWD	deponirani nenevarni odpadki	t
20	Da	RWD	deponirani radioaktivni odpadki	t
<b>Okoljske informacije za opis izhodnih materialnih tokov</b>				
21	Ne	CR	komponente namenjene ponovni uporabi	t
22	Ne	MR	materiali za reciklažo	t
23	Ne	MER	materiali za energetsko predelavo	t
24	Ne	EE	izvožena energija	t

Glavna dodatna funkcija programa Ameco 3 je upoštevanje faze uporabe v izračunu okoljskih vplivov. S tem je omogočena ocena energijskih potreb za različni nabor instalacijskih sistemov v stavbi (ogrevanje, hlajenje, ...). V teh izračunih so v program upoštevan različni (mednarodni) standardi, npr. SIST EN ISO 13370, SIST EN ISO 13789 in SIST EN ISO 13790, kot tudi standard SIST EN 15316.

Kot že omenjeno, Ameco podpira obravnavo stavb in tudi mostov, pri čemer pa je nadgrajena funkcija v zvezi s fazo uporabe mogoča le v primeru analize stavb.

### 3.2 Namestitev programa

Ameco je dostopen v namestitvenem paketu, izvedenem s pomočjo zastojnega programa "Install Creator", in vsebuje:

- zagonsko datoteko s končnico .exe,
- vse potrebne knjižnice (dynamic or component library) (datoteke s končnico .dll),
- nabor podatkov,
- datoteke z navodili in pomočjo za uporabnika,
- datoteke za podporo jezikov,
- ikone in ves potrebni slikovni material.

### 3.3 Jeziki

Ameco je večjezična aplikacija. Ves tekst prikazan na grafičnem vmesniku programa (GUI) je zbran v ločenih jezikovnih datotekah, ki pripadajo vsakemu jeziku posebej. V jezikovnih datotekah je tekst razvrščen v bloke, vsaki tekstovni vrstici pa pripada izbrana ključna beseda.

### 3.4 Enote

V grafičnem vmesniku programa so za količinsko opredelitev parametrov izbrane sledeče enote:

masa:	t
dimenzije:	m
debelina plošče:	mm
razdalje:	km
gostota:	kg/m <sup>3</sup>
površina etaž	m <sup>2</sup>
energija	kWh

Enote uporabljene v zvezi s parametri za opredelitev okoljskih vplivov so navedene v preglednici 10 (glej 5.2 Globalni rezultati za fazo uporabe).

## 4 TEHNIČNI OPIS

### 4.1 Definicija projekta

Za izračun vplivov je potrebno definirati nekaj lastnosti konstrukcije, način transporta elementov na gradbišče ter nenazadnje informacije o tem kako bodo vgrajeni elementi uporabljeni po odstranitvi stavbe, v fazi ob koncu življenjskega cikla stavbe.

Prav tako so za izračun količin, povezanih s fazo uporabe, potrebni podatki o konstrukciji, ki so navedeni v naslednjih podpoglavjih pred natančno obravnavo uporabljenih enačb izračuna. V zvezi s tem, oznaka *m* označuje mesec, število *m* vključuje vrednosti od 1 do 12 in okrajšava *dir* pomeni smer neba, bodisi S, J, V ali Z.

#### 4.1.1 Definicija nosilne konstrukcije stavbe in ostali splošni podatki

##### 4.1.1.1 Splošni parametri

Splošna definicija stavbe je podana s parametri, ki jih definira uporabnik:

dolžina	$l_b$
širina	$w_b$
število etaž	$n_{b,fl}$
podana površina etaž	$n_{b,fl,custom}$

Privzeta površina etaže je določena po sledeči enačbi:

$$a_{b,fl,default} = n_{b,fl} \cdot l_b \cdot w_b \quad (1)$$

V skladu z možnostmi izračuna, izbranimi s strani uporabnika, je upoštevana površina etaž v nadaljnjih izračunih sledeča:

$$a_{b,fl} = a_{b,fl,custom}; \text{ če je površina podana s strani uporabnika} \quad (2)$$

$$a_{b,fl} = a_{b,fl,default}; \text{ drugače}$$

Lokacijo stavbe je mogoče izbrati iz seznama mest, ki je vključen v podatkovno bazo programa.

Za vsako mesto posebej so v podatkovni bazi definirani sledeči parametri:

država	
$\theta_{ext}$ (m)	zunanja temperatura v mesecu <i>m</i> [°C]
$I_{sol,k}$ (m, dir)	vpadno sončno sevanje v smeri <i>dir</i> , v mesecu <i>m</i> [W/m <sup>2</sup> ]
$I_{sol,k,roof}$ (m, dir)	vpadno sončno sevanje na streho v mesecu <i>m</i> [W/m <sup>2</sup> ]
$f_{H,shut}$ (m)	delež dneva v katerem je noč, za mesec <i>m</i> , za režim ogrevanja (upoštevanje dodatne izolativnosti zaradi senčila) [-]
$f_{sh,with}$ (m, dir)	utežen delež časa v katerem se uporablja senčilo [-]
Zemljepisna širina	zemljepisna širina mesta
Podnebje	lahko je sub-polarno, tropsko ali pa vmesno
Podnebje Geiger	v skladu s podnebno klasifikacijo po Geiger-ju lahko izbiramo med: Csa, Csb, Cfb, Dfb ali Dfc

Ob znanem parametru *Podnebje* se določi sledeč parameter

$\Delta\theta_{er}$  povprečna razlika med zunanjo temperaturo in temperaturo neba, ki je odvisna od parametra *Podnebje* (glej preglednico 14) [°C]

V Dodatku 3 so podane preglednice z vrednostmi omenjenega parametra za izbrana tri mesta: Coimbra, Tampere in Timisoara.

V programu so na voljo različne kategorije uporabnosti stavb (tipi stavb) (stanovanjska stavba (RB), poslovna stavba (OB), trgovska stavba (CB) in industrijska stavba (IB)). Izbira posamezne kategorije uporabnosti vpliva na številne privzete vrednosti parametrov, ki so navedeni v sledečih poglavjih.

Privzeta je pravokotna oblika stavbe. Pri tem so uporabljeni sledeči podatki:

$l_b$	dolžina severne – južne fasade [m]
$w_b$	dolžina vzhodne – zahodne fasade [m]
$n_{b,fl}$	število vmesnih etaž [-]
$h_{floor}$	višina etaže (enako za vse etaže) [m]
$h_{floor,ceiling}$	višina etaže do stropa (enako za vse etaže) [m], pri čemer velja sledeča omejitev $h_{floor,ceiling} < h_{floor}$
$a_{b,fl,custom}$	površina etaž podana s strani uporabnika [m <sup>2</sup> ]



Slika 1: Oblika stavbe

Celotna površina stavbe je izračunana na podlagi spodnje enačbe:

$$a_{b,fl,default} = (n_{b,fl} + 1) \cdot l_b \cdot w_b$$

Upoštevana etažna površina v izračunih modulov A, C in D je površina vmesnih etaž.

Omenjena površina je avtomatsko izračunana na podlagi sledeče zveze:

$$a_{b,fl,interm,default} = n_{b,fl} \cdot l_b \cdot w_b$$

Dodatno so v izračunih uporabljene tri sledeče površine:

$A_{conditionedarea}$	celotna površina prezračevanih con [m <sup>2</sup> ]
$A_{area1}$	površina primarnih prezračevanih površin (višji notranji toplotni dobitki) [m <sup>2</sup> ]
$A_{area2}$	površina ostalih prezračevanih površin (nižji notranji toplotni dobitki) [m <sup>2</sup> ]

Zgoraj definirane površine izpolnjujejo sledeč pogoj:

$$A_{conditionedarea} = A_{area1} + A_{area2}$$

Površina  $A_{conditionedarea}$  je enaka celotni površini stavbe  $a_{b,fl,default}$ , medtem ko sta površini  $A_{area1}$  in  $A_{area2}$  določeni kot delež površine  $A_{conditionedarea}$  z uporabo preglednice 12 in preglednic v Dodatku 2 (površina tipa 1 za primarne prezračevane površine in površina tipa 2 za ostale prezračevane površine). Omenjene tri površine v programu niso posebej prikazane.

#### 4.1.1.2 Stropne plošče

##### Jekleni elementi:

---

Jekleni elementi uporabljeni v stropnih ploščah stavbe so določeni s parametri navedenimi v nadaljevanju.

V programu so na voljo sledeči tipi stropne konstrukcije:

- monolitna plošča (brez jeklene profilirane pločevine)
- sovprežen strop
- plošča z izgubljenim opažem
- prefabricirana stropna plošča
- suhomontažen strop

Jeklene profilirane pločevine se izberejo v podatkovni bazi programa Ameco [1].

Celotna masa jeklene profilirane pločevine uporabljene v stropnih konstrukcijah je določena kot:

$$m_{ssu} = m_{ssu} \cdot a_{b,fl} \quad (3)$$

kjer sta:

- $m_{ssu}$  masa jeklene profilirane pločevine (na enoto površine), dobljena iz podatkovne baze;
- $a_{b,fl}$  površina etaž (glej 4.1.1.1)

##### Betonski elementi:

---

Za betonske elemente so uporabljeni sledeči parametri:

Glede na izvedbo betonskih elementov je lahko beton:

- vgrajen na gradbišču
- prefabriciran

Izbiramo lahko med sledečima kvalitetama betona:

- C20/25
- C30/37

Celotna debelina plošče  $t_{tfl}$

Armaturno jeklo  $m_{conrs}$

Celotna teža betona  $m_{consl}$  je izračunana v skladu z naslednjo enačbo:

$$m_{consl} = a_{b,fl} \cdot \rho_{consl} \cdot (t_{tfl} - t_{minss} + V_{tmin}) / 10^6 \quad (4)$$

kjer so:

$a_{b,fl}$  površina etaž (glej 4.1.1.1)

$\rho_{consl}$  = 2360 kg/m<sup>3</sup>

$t_{minss}$  višina profilirane pločevine dobljena iz podatkovne baze

$V_{tmin}$  volumen betona znotraj višine profilirane pločevine, dobljen iz podatkovne baze.

Opombe:

- v primeru suhomontažnega stropa velja  $m_{cons1} = 0$
- za plošče izvedene brez profilirane pločevine velja  $t_{minss} = 0$  in  $V_{tmin} = 0$ .

#### 4.1.1.3 Nosilna okvirna konstrukcija

*Jekleni elementi:*

---

Parametre za opis jeklenih elementov konstrukcije poda uporabnik:

celotna masa prečk	$m_{tsb}$
celotna masa stebrov	$m_{tsc}$
celotna masa moznikov	$m_{tst}$
celotna masa vijakov	$m_{tbo}$
celotna masa veznih pločevin	$m_{tpl}$
stopnja izgub za jeklene profile	$s_{plos}$

Zadnji parameter upošteva dejstvo, da je za končno maso  $m$  v konstrukcijo vgrajenega profila potrebno proizvesti profil mase  $m(1 + s_{plos})$ .

*Betonski elementi:*

---

Parametri za opis betonske konstrukcije so podobni že navedenim v razdelku za etažne plošče:

celotna masa betonskih prečk	$m_{tcb}$
celotna masa betonskih stebrov	$m_{tcc}$
celotna masa jeklene armature	$m_{trs}$

Glede na izvedbo betonskih elementov je lahko beton:

- vgrajen na gradbišču
- prefabriciran

Izbiramo lahko med sledečima kvalitetama betona:

- C20/25
- C30/37

*Leseni elementi:*

---

V programu Ameco so leseni elementi upoštevani preko različnih parametrov. Dva nova parametra za opis lesenih elementov sta:

celotna masa prečk	$m_{twb}$
celotna masa stebrov	$m_{twc}$

#### 4.1.1.4 Predpostavke transporta

##### Transport betona iz betonarne na gradbišče:

---

Parametri za transport betona so sledeči:

razdalja za beton vgrajen na mestu  $d_{conmix}$   
 razdalja za prefabricirane betonske elemente  $d_{conreg}$

Program Ameco določi pripadajočo maso betona vgrajenega na gradbišču oziroma maso prefabriciranega betona v skladu s spodnjima enačbama:

$$\text{masa betona vgrajenega na mestu: } m_{conmix} = m_1 + m_2 \quad (5)$$

$$\text{masa prefabriciranega betona: } m_{conreg} = m_3 + m_4 \quad (6)$$

kjer so:

$m_1 = m_{consl}$ , če je za izdelavo betonske plošče uporabljen na mestu vgrajen beton (glej 4.1.1.2), v nasprotnem primeru velja  $m_1 = 0$

$m_2 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ , če je za izdelavo betonskih elementov nosilne okvirne konstrukcije uporabljen na mestu vgrajen beton (glej 4.1.1.3), v nasprotnem primeru velja  $m_2 = 0$

$m_3 = m_{consl}$ , če so za izdelavo betonske plošče uporabljeni prefabricirani betonski elementi (glej 4.1.1.2), v nasprotnem primeru velja  $m_3 = 0$

$m_4 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ , če so za izdelavo betonske nosilne okvirne konstrukcije uporabljeni prefabricirani elementi (glej 4.1.1.3), v nasprotnem primeru velja  $m_4 = 0$

##### Transport jeklenih elementov iz delavnice na gradbišče:

---

Uporabnik ima pri tem možnost, da uporabi podatke o povprečnih vrednostih zbranih v podatkovni bazi za Evropo.

Celotna masa transportiranega jekla se izračuna v skladu z naslednjo enačbo:

$$m_{tstrtot} = m_{tss} + m_{conrs} + m_{tsb} + m_{tsc} + m_{tsst} + m_{tbo} + m_{tpl} + m_{trs} \quad (7)$$

Če niso uporabljene povprečne vrednosti, so za zgornji izračun potrebni sledeči dodatni parametri:

masa jekla transportiranega z vlakom  $m_{str}$   
 razdalja za transport jekla z vlakom  $d_{str}$   
 masa jekla transportiranega z običajnim tovornjakom  $m_{sreg}$   
 razdalja za transport jekla z običajnim tovornjakom  $d_{sreg}$

Pri tem mora biti izpolnjen sledeč pogoj:

$$m_{tstrtot} = m_{str} + m_{sreg} \quad (8)$$

*Transport lesa iz proizvodnjega obrata na gradbišče:*

Parametri za transport lesa so sledeči:

masa lesa transportirana z vlakom	$m_{wtr}$
razdalja za transport lesa z vlakom	$d_{wtr}$
masa lesa transportirana z običajnim tovornjakom	$m_{wreg}$
razdalja za transport lesa z običajnim tovornjakom	$d_{wreg}$

Celotna masa transportiranega lesa se določi z naslednjo enačbo:

$$m_{twtrtot} = m_{twb} + m_{twc} \quad (9)$$

Poleg enačbe (9) mora biti izpolnjen tudi sledeča enakost:

$$m_{twtrtot} = m_{wtr} + m_{wreg} \quad (10)$$

*4.1.1.5 Faza ob koncu življenjskega cikla (faza izrabe)*

Uporabnik ima možnost spreminjati vrednosti parametrov, ki se nanašajo na fazo ob koncu življenjskega cikla elementov.

*Jeklo:*

Po odstranitvi stavbe je določen delež jeklenih elementov recikliran. Delež celotnega elementa, ki je recikliran je označen z  $eoI_{element}$ . Poleg tega se lahko nekatere prečke in stebri ponovno uporabijo, zato je vpeljan dodaten parameter  $r_{esbc}$ . Delež materiala, ki ne gre v reciklažo in niti ni namenjen ponovni uporabi, je izgubljen.

Kvocienti uporabljeni za opredelitev jekla v fazi ob koncu življenjskega cikla, ki jih poda uporabnik, so sledeči:

reciklaža armaturnega jekla	$eoI_{srs}$
reciklaža profilirane pločevine	$eoI_{sd}$
reciklaža stebrov in prečk	$eoI_{sbc}$
ponovna uporaba stebrov in prečk	$re_{sbc}$
reciklaža vijakov in moznikov	$eoI_{sstbo}$
reciklaža veznih pločevin	$eoI_{spl}$

*Beton:*

Betonski elementi niso namenjeni reciklaži, pač pa je njihovo vrednotenje mogoče v smislu njihove ponovne uporabe v obliki zdrobljenega materiala. Delež betonskega elementa, ki je upoštevan v procesu vrednotenja, je označen s parametrom  $val_{element}$ .

Parametri za presojo betona, ki jih poda uporabnik, so sledeči:

presoja betonskih plošč	$val_{confl}$
presoja nosilne okvirne konstrukcije	$val_{const}$



**Les:**

Po odstranitvi objekta je določen delež lesenih elementov sežgan. Med tem procesom je določen del sproščene energije med gorenjem preko prenosa toplote pretvorjen v električno energijo.

Parameter za opredelitev lesa v fazi ob koncu življenjskega cikla, ki ga poda uporabnik, je:

sežig lesenih konstrukcijskih  
elementov s pridobljeno energijo  $inc_w$

**4.1.2 Definicija mostu****4.1.2.1 Nosilna konstrukcija****Jekleni elementi:**

Parametri za opis jeklenih elementov mostu, ki jih poda uporabnik, so sledeči:

celotna masa profilov	$m_{tspb}$
celotna masa moznikov	$m_{tstb}$
celotna masa čelnih pločevin	$m_{tepb}$
celotna masa ostalih prerezov	$m_{totb}$
celotna masa ostalih armaturnih palic	$m_{torb}$
stopnja izgub za jeklene profile	$s_{plos}$

Zadnji parameter upošteva dejstvo, da je za končno maso  $m$  v konstrukcijo vgrajenega profila potrebno proizvesti profil mase  $m(1 + s_{plos})$ .

**Beton:**

Parametri za opis betonskih elementov mostu so sledeči:

celotna masa betona	$m_{tcbr}$
celotna masa armaturnega jekla	$m_{trsb}$

Glede na izvedbo betonskih elementov je beton lahko:

- vgrajen na gradbišču
- prefabriciran

Izbiramo lahko med sledečima kvalitetama betona:

- C20/25
- C30/37

**4.1.2.2 Predpostavke transporta****Transport betona iz betonarne na gradbišče:**

Parametri za definicijo transporta betona so sledeči:

razdalja za beton vgrajen na mestu	$d_{conmixbr}$
razdalja za prefabricirane betonske elemente	$d_{conregbr}$

Program Ameco določi pripadajočo maso betona vgrajenega na gradbišču oziroma maso prefabriciranega betona:

masa betona vgrajenega na mestu:  $m_{conmixbr}$

masa prefabriciranega betona:  $m_{conregbr}$

kjer so:

$m_{conmixbr} = m_{tcbr}$  za betonske elemente z vgrajenim betonom na mestu, drugače 0

$m_{conregbr} = m_{tcbr}$  za prefabricirane betonske elemente, drugače 0.

---

#### *Transport jeklenih elementov iz delavnice na gradbišče:*

Uporabnik ima pri tem možnost, da uporabi podatke o povprečnih vrednostih zbranih v podatkovni bazi za Evropo.

Celotna masa transportiranega jekla se izračuna v skladu z naslednjo enačbo:

$$m_{tstrtotbr} = m_{tspbr} + m_{tstbr} + m_{tepbr} + m_{totbr} + m_{torbr} + m_{trsbr} \quad (11)$$

Če niso uporabljene povprečne vrednosti, so za zgornji izračun potrebni sledeči dodatni parametri:

masa jekla transportiranega z vlakom  $m_{strbr}$

razdalja za transport jekla z vlakom  $d_{strbr}$

masa jekla transportiranega z običajnim tovornjakom  $m_{sregbr}$

razdalja za transport jekla z običajnim tovornjakom  $d_{sregbr}$

Pri tem mora biti izpolnjen sledeč pogoj:

$$m_{tstrtotbr} = m_{strbr} + m_{sregbr} \quad (12)$$

#### *4.1.2.3 Faza ob koncu življenjskega cikla (faza izrabe)*

Podobno kot pri analizi stavbe, ima uporabnik možnost spreminjati vrednosti parametrov, ki se nanašajo na fazo ob koncu življenjskega cikla elementov mostu.

---

#### *Jeklo:*

Podobno kot za stavbo so kvocienti uporabljeni za opredelitev jekla v fazi ob koncu življenjskega cikla, ki jih poda uporabnik, sledeči:

reciklaža profilov  $eol_{spbr}$

ponovna uporaba profilov  $re_{spbr}$

reciklaža moznikov  $eol_{stbr}$

reciklaža čelnih pločevin  $eol_{sepbr}$

reciklaža ostalih prerezov  $eol_{sotbr}$

reciklaža ostalih armaturnih palic  $eol_{sorbr}$

reciklaža armaturnega jekla  $eol_{srsbr}$

**Beton:**

V skladu z definicijo, že uporabljeno v analizi stavb, je parameter za presojo betona, ki ga poda uporabnik, sledeč:

presoja betona  $val_{conbr}$

**4.1.3 Ovoj stavbe****4.1.3.1 Geometrija fasade**

Opis sten vključuje sledeče parametre:

$A_{lat,tot}(dir)$	površina stene orientirane v smeri $dir$ , izračunana samodejno kot produkt dolžine in višine stene [m <sup>2</sup> ]
$A_{lat,opening}(dir)$	površina odprtin v steni orientirani v smeri $dir$ , določena z deležem celotne površine fasade [m <sup>2</sup> ]
$A_{lat}(dir)$	neto površina stene orientirane v smeri $dir$ , izračunana samodejno kot razlika med $A_{lat,tot}(dir)$ in $A_{lat,opening}(dir)$ [m <sup>2</sup> ]
$F_{glazing,sh}(dir)$	faktor senčenja za odprtine v steni orientirani v smeri $dir$ , privzeta skrita vrednost je 1.
$F_{walls,sh}(dir)$	faktor senčenja za steno orientirano v smeri $dir$ , privzeta skrita vrednost je 1.

**4.1.3.2 Karakteristike fasade**

Na pripravljenem seznamu makro-komponent (glej preglednici 15 in 16 v Dodatku 2) uporabnik izbere tip stene in pripadajoče odprtine v njej (*WallType* and *OpeningType*). Pripadajoče vrednosti spremenljivk se ob tem samodejno posodobijo:

$U_{walls}$	vrednost U za stene [W/(m <sup>2</sup> .K)]. Vrednosti parametra ni mogoče spreminjati
$k_{m,walls}$	toplotna vztrajnost na kvadratni meter [J/(m <sup>2</sup> .K)]. Skrit parameter, katerega vrednost ni mogoče spreminjati
$U_{mean,opening}$	vrednost U za odprtine [W/(m <sup>2</sup> K)]. Vrednosti parametra ni mogoče spreminjati
$g_n$	prehodnost energije sončnega sevanja v primeru obsevanja v smeri pravokotno na zasteklitev (glej preglednico 15 v Dodatku 2)[-]. Vrednosti parametra ni mogoče spreminjati

Izbira tipa senčila (parameter *Tip senčila* in *Barva senčila*, glej preglednico 21 v Dodatku 2) vpliva na vrednost parametra:

$f_f$  prehodnost energije sončnega sevanja okna skupaj s senčilom [-]

Privzeti vrednosti za parametra *Tip senčila* in *Barva senčila* sta "Brez senčila" in "Vmesna". Parameter *Barva senčila* ni prikazan.

Izbira tipa senčila (Tip senčila, glej preglednico 13 v Dodatku 2) vpliva na vrednosti štirih spremenljivk:

$R_{sh}$	dodatni toplotni upor pri določeni zračni prepustnosti senčila [m <sup>2</sup> .K/W]
$\Delta R_{high}$	visoka ali zelo visoka prepustnost [m <sup>2</sup> .K/W]

$\Delta R_{avg}$  povprečna prepustnost [ $m^2 \cdot K/W$ ]

$\Delta R_{low}$  nizka prepustnost [ $m^2 \cdot K/W$ ]

Vse štiri zgoraj omenjene spremenljivke so skrite.

Prav tako so skrite sledeče tri spremenljivke:

*NightHeatingActivation* kontrola uporabe senčil v smislu njihove aktivacije v nočnem času, z namenom zmanjšanja toplotnih izgub skozi okno v zimskem času. Privzeta vrednost je določena v skladu s preglednico 23 v Dodatku 2

*DayCoolingActivation* kontrola uporabe senčil v smislu njihove aktivacije tekom dneva, z namenom zmanjšanja količine sončnih toplotnih dobitkov skozi okno v poletnem času. Privzeta vrednost je določena v skladu s preglednico 23 v Dodatku 2

*FrameAreaFraction* privzeta vrednost 0,3 [-]

#### 4.1.3.3 Talna plošča

Za definicijo talne plošče so uporabljeni sledeči parametri:

$U_f$  vrednost U za talno ploščo [ $W/(m^2 K)$ ]

*GroundFloorType* konstrukcijska izvedba talne plošče, pri čemer lahko uporabnik izbira med dvema variantama: "talna plošča na terenu" in "dvignjena talna plošča"

$D_{concretebasefloor}$  debelina betonske plošče v pritličju, privzeta vrednost 0,2 [m]

$M_{steelbasefloor}$  masa armaturnega jekla, privzeta vrednost 0 [t]

Parameter *Tip zemljine* (privzeta skrita vrednost) vpliva na dve spremenljivki:

$(\rho c)$  toplotna kapaciteta tal (glej preglednico 22 v Dodatku 2), skrit parameter [ $J/(m^3 K)$ ]

$\lambda$  toplotna prevodnost tal (glej preglednico 22 v Dodatku 2), skrit parameter [ $W/(m K)$ ].

Dodatna skrita spremenljivka uporabljena v računu je:

$w_{ground}$  debelina kletne stene, privzeta vrednost 0,2 [m]

Obseg in površina pritlične etaže nista prikazani in sta izračunani samodejno z uporabo sledečih enačb:

$$P_{eri} = 2(w_b + l_b)$$

$$A_{ground} = w_b \cdot l_b$$

Z ozirom na konstrukcijsko zasnovo talne plošče (parameter *Tip talne plošče*) so določeni sledeči parametri, ki sicer v programu niso prikazani:

### Talna plošča na terenu

Mogoče so različne možnosti glede toplotne izolacije (parameter *Robna izolacija*): "brez", "horizontalna", "vertikalna" ali "oboje".

Ostali parametri so:

$d_{n,hor}$	debelina horizontalne robne izolacije [W/(m <sup>2</sup> .K)]
$\lambda_{hor}$	toplotna prevodnost horizontalne robne izolacije [W/(m.K)]
$w_{hor}$	širina horizontalne robne izolacije [m]
$d_{n,vert}$	debelina vertikalne robne izolacije [W/(m <sup>2</sup> .K)]
$\lambda_{vert}$	toplotna prevodnost vertikalne robne izolacije [W/(m.K)]
$w_{vert}$	širina vertikalne robne izolacije [m]

### Dvignjena talna plošča

Parametri za definicijo dvignjene talne plošče so:

$h$	višina stene nad terenom, podobno kot v primeru podkletenega pritličja [m]
$h_z$	višina stene v terenu [m]
$A_{irflow}$	pretok zraka, privzeta vrednost 0,1 [ac/h]
$A_{wind}$	površina prezračevalnih odprtin na enoto dolžine obsega [m <sup>2</sup> /m], nastavljena vrednost 1, skriti parameter
$w_{avgspeed}$	povprečna hitrost vetra na višini 10 m [m/s], skrit parameter

Zadnji trije parametri so povezani s sledečo enačbo:

$$w_{avgspeed} = \frac{A_{irflow} \cdot A_{ground} \cdot (h + h_z)}{3600 \cdot P_{eri} \cdot A_{wind}}$$

#### 4.1.3.4 Dodatni parametri

Nekaj dodatnih parametrov je še povezanih z definicijo ovoja stavbe. Vsi spodaj navedeni parametri so skriti:

$R_{se}$	toplotni upor zunanje površine, privzeta vrednost 0,04 [m <sup>2</sup> .K/W]
$a_{s,c}$	absorpcijski koeficient za sončno sevanje, privzeta vrednost 0,5 [-]
$h_r$	koeficient toplotne prehodnosti za zunanje sevanje, privzeta vrednost 4,5 [W/(m <sup>2</sup> .K)]
$C_m$	sodelujoča toplotna kapaciteta stavbe [J/K]

Zadnja spremenljivka je izračunana s spodnjo enačbo:

$$C_m = k_{m,walls} \cdot \sum_{dir} A_{lat}(dir) + k_{m,roof} \cdot A_{roof} + k_{m,ext,floor} \cdot A_{ext,floor} + k_{m,ground} \cdot A_{ground} + k_{m,intern,floor} \cdot a_{b,fi,intern} + k_{m,intern,walls} \cdot \left( Ratio_{intern,walls} \cdot \sum_{dir} A_{lat,tot}(dir) \right),$$

kjer so:

$k_{m,walls}$	toplotna kapaciteta zidov [J/K/m <sup>2</sup> ], pri čemer vrednost ustreza izbrani makro-komponenti zidu
---------------	---

$k_{m,roof}$	toplotna kapaciteta strehe [J/K/m <sup>2</sup> ], pri čemer vrednost ustreza izbrani makro-komponenti strehe
$k_{m,ext,floor}$	toplotna kapaciteta zunanjega dela etaže [J/K/m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost 50000 J/K/m <sup>2</sup>
$k_{m,ground}$	toplotna kapaciteta tal pritlične etaže [J/K/m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost 50000 J/K/m <sup>2</sup>
$k_{m,intern,floor}$	toplotna kapaciteta vmesnih etaž [J/K/m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost 50000 J/K/m <sup>2</sup>
$k_{m,intern,walls}$	toplotna kapaciteta notranjih sten [J/K/m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost je dvakratna vrednost $k_{m,walls}$ J/K/m <sup>2</sup>
$ratio_{intern,walls}$	razmerje površine notranjih zidov in površin fasade, privzeta vrednost 40%.

#### 4.1.3.5 Streha

Uporabnik izbere ustrezno makro-komponento strehe iz seznama podanega v preglednici 25 v Dodatku 2.

Sledeči parametri definirajo streho:

$U_{roof}$	vrednost U za ravno streho [W/(m <sup>2</sup> .K)], privzeta vrednost odvisna od izbrane makro-komponente, vrednosti ni mogoče spreminjati
$A_{ext,floor}$	površina zunanjega dela etaže [m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$A_{roof}$	površina ravnega dela strehe [m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost je izračunana glede na dimenzije stavbe, skrit parameter
$A_{slopedroof}$	površina dela strehe v naklonu [m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$A_{roof,opening}$	površina odprtih v strehi [m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$F_{glazing,sh,roof}$	faktor senčenja za odprtine v strehi [m <sup>2</sup> ], privzeta vrednost 1, skrit parameter
$U_{slopedroof}$	vrednost U za streho v naklonu [W/(m <sup>2</sup> .K)], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$U_{ext,floor}$	vrednost U za zunanji del etaže [W/(m <sup>2</sup> .K)], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$U_{floorunconditionedspace}$	vrednost U za naprezračevano etažo [W/(m <sup>2</sup> .K)], privzeta vrednost 0, skrit parameter

#### 4.1.4 Zasedenost stavbe

Zasedenost stavbe je določena za tri časovne intervale v dnevu; dodatno pa je upoštevana razlika med delovnimi dnevi v tednu in dnevoma med vikendom. Končno sta za določitev zasedenosti upoštevanii dve postavki: na eni strani je to prisotnost stanovalcev/uporabnikov, na drugi strani pa potreba po osvetlitvi. Ti dve postavki sta lahko različni za primarne prezračevane površine (površine tipa 1) ter za ostale prezračevane površine (površine tipa 2).

Vsaka od 24 možnosti je opisana s tremi količinami:

$H_{function,beg,place,Date,i}$	začetni čas [h]
$H_{function,end,place,Date,i}$	končni čas [h]
$Gain_{function,place,Date,i}$	notranji toplotni dobitek [h],

kjer simboli predstavljajo:

<i>function</i>	zasedenost; osvetlitev,
<i>place</i>	površina tip 1; površina tip 2,
<i>date</i>	ponedeljek - petek; sobota - nedelja,
<i>i</i>	1; 2; 3.

Privzete vrednosti so prikazane v preglednicah 27 do 30, v Dodatku 2, glede na tip stavbe. Vseh 24 količin je definiranih kot skriti parameter.

Notranji bivalni pogoji so povezani z zahtevanim udobjem uporabnikov in so določeni s 4 parametri. Privzete vrednosti so nastavljene v skladu s preglednico 31 v Dodatku 2. Vrednosti parametrov ni mogoče spreminjati:

$\theta_{int,set,H}$	temperatura ogrevanja [°C]
$\theta_{int,set,C}$	temperatura hlajenja [°C]
$n_H$	hitrost zračnega pretoka za režim ogrevanja (na m <sup>2</sup> ) [ac/h]
$n_C$	hitrost zračnega pretoka za režim hlajenja (na m <sup>2</sup> ) [ac/h]

#### 4.1.5 V stavbo vgrajeni sistemi

V nadaljevanju so obravnavani štirje tipi tehničnih sistemov, ki so vgrajeni v stavbe.

##### 4.1.5.1 Ogrevalni sistem

Uporabnik mora izbrati tip ogrevalnega sistema ( $n_{HeatingType\_System}$ , glej preglednico 17 v dodatku 2).

Izbira tipa ogrevalnega sistema vpliva na vrednost učinkovitosti sistema, ki je upoštevana v izračunih:

$\eta_{HeatingEfficiencySystem}$	učinkovitost ogrevalnega sistema, skrit parameter v normalnem načinu [-]
----------------------------------	--

Vrsta uporabljene energije ( $EnergyType_{heating}$ ), s privzetimi vrednostmi določenimi v skladu s preglednico 33 v Dodatku 2, vpliva na faktor pretvorbe iz uporabljene energije v primarno energijo:

$k_{energytype,heating}$	vrsta uporabljene energije oz. energent (glej preglednico 20 v Dodatku 2) [kgoe/kWh]
--------------------------	--

Zgoraj omenjena parametra sta skrita.

Uporabljene so sledeče količine, ki pa niso prikazane. Vrednosti so nastavljene skladno s preglednico 32 v Dodatku 2.

$h_{begd,heating}$	začetni čas urnika delovanja [-]
$h_{end,heating}$	končni čas urnika delovanja [-]
$NbDay_{working,heating}$	število dni obratovanja na teden [-]

#### 4.1.5.2 Sistem za hlajenje

Uporabnik mora izbrati tip sistema za hlajenje ( $\eta_{CoolingType\_System}$ , glej preglednico 18 v Dodatku 2).

Zgornja izbira vpliva na učinkovitost sistema za hlajenje:

$\eta_{CoolingEfficiencySystem}$  učinkovitost sistema za hlajenje, skrit parameter [-]

Vrsta uporabljene energije ( $EnergyType_{cooling}$ ), s privzetimi vrednostmi določenimi v skladu s preglednico 33 v Dodatku 2, vpliva na faktor pretvorbe iz uporabljene energije v primarno energijo:

$k_{energytype,cooling}$  vrsta uporabljene energije oz. energent (glej preglednico 20 v Dodatku 2) [kgoe/kWh]

Zgoraj omenjena parametra sta skrita.

Podobno kot pri sistemu za ogrevanje, je definiran skrit parameter, katerega privzeta vrednost je določena v skladu s preglednico 34:

$NbDay_{working,cooling}$  število dni obratovanja na teden [-]

#### 4.1.5.3 Sistem za prezračevanje

Definicija sistema za prezračevanje zavisi od uporabe sistema za toplotno rekuperacijo ( $HeatRecovery$ ). V tem primeru so karakteristike sistema sledeče:

$HeatRecovery\%$  volumski delež zračnega pretoka, ki gre skozi enoto za toplotno rekuperacijo, privzeta vrednost 0,8 [-], skrit parameter

$\eta_{hru}$  učinkovitost enote za toplotno rekuperacijo, privzeta vrednost 0,6 [-], skrit parameter

#### 4.1.5.4 Sistem za oskrbo s toplo sanitarno vodo (DHW)

Tip sistema DHW ( $\eta_{TypeDHW}$ , glej preglednico 19 v Dodatku 2) je povezan z učinkovitostjo DHW sistema:

$\eta_{DHW}$  učinkovitost sistema DHW [-], skrit parameter v običajnem prikazu

Vrsta uporabljene energije ( $EnergyType_{DHW}$ ), s privzetimi vrednostmi določenimi v skladu s preglednico 35, vpliva na faktor pretvorbe iz uporabljene energije v primarno energijo:

$k_{energytype,DHW}$  vrsta uporabljene energije oz. energenta (glej preglednico 20 v Dodatku 2) [kgoe/kWh]

Sistem DHW je odvisen od sledečih parametrov :

$\theta_{w,t}$  želena temperatura vode na mestu merjenja v °C, privzeta vrednost 60

$\theta_{w,outside}$  temperatura neogrete vode v °C, privzeta vrednost 15

$DHW_{energyreduction}$  delež potrebne energije za DHW iz obnovljivih virov energije, privzeta vrednost 0, skrit parameter.



## 4.2 Konstante in specifični parametri

Splošne konstante:

$MonthLength(m)$	število sekund v mesecu $m$ , v mega sekundah [Ms]
$MonthDay(m)$	število dni v mesecu $m$ [-]
$NbDayWorking(m)$	število delovnih dni v mesecu $m$ [-]

V nadaljevanju navedene količine so obravnavane na poseben način. Praviloma so to začetni vhodni podatki, ker pa njihov pomen ni povsem znan uporabniku, so v programu AMECO 3 uporabljene kot konstante.

$F_w$	korekcijski faktor za nerazpršilno zasteklitev [-]
$f_w$	faktor zaščite pred vetrom [-] (temperatura zraka v brezvetrju, ki bi imela enak učinek na izpostavljeno človeško kožo, kot dana kombinacija temperature zraka in hitrosti vetra)
$b_{tr,U}$	korekcijski faktor za neprezračevan prostor [-]
$F_{r,v}$	faktor radiacije za vertikalno streho [-]
$F_{r,h}$	faktor radiacije za horizontalne stene [-]

Specifični parametri za **režim ogrevanja**:

$k_{D,cor,H}$	korekcijski faktor za prenos toplote s transmisijo [-]
$k_{cor,ve,H}$	korekcijski faktor za prenos toplote s prezračevanjem [-]
$k_{cor,int,H}$	korekcijski faktor za notranje dobitke [-]
$k_{cor,H}$	korekcijski faktor za solarne dobitke [-]
$a_{H0}$	referenčni brezdimenzijski računski parameter [-]
$\tau_{H0}$	referenčna časovna konstanta [h]
$b_{H,red}$	empirično določen korelacijski faktor (nastavljena vrednost 3) [-]

Nekateri od omenjenih parametrov so odvisni od klasifikacije *GeigerClimate* ter od prisotnosti senčil (glej preglednico 26).

Specifični parametri za **režim hlajenja**:

$k_{D,cor,C}$	korekcijski faktor za prenos toplote s transmisijo [-]
$k_{cor,ve,C}$	korekcijski faktor za prenos toplote s prezračevanjem [-]
$k_{cor,int,C}$	korekcijski faktor za notranje dobitke [-]
$k_{cor,C}$	korekcijski faktor za solarne dobitke [-]
$a_{CO}$	referenčni brezdimenzijski računski parameter [-]
$\tau_{CO}$	referenčna časovna konstanta [h]
$b_{C,red}$	empirično določen korelacijski faktor (nastavljena vrednost 3) [-]

Nekateri od omenjenih parametrov so odvisni od klasifikacije *GeigerClimate* ter od prisotnosti senčil (glej preglednico 26).

Konstante za oskrbo s **toplo sanitarno vodo**:

V skladu s SIST EN 15316-3-1, so za rezidenčne stavbe določene sledeče tri konstante.

$$X = 62 \text{ [l/(dan}\cdot\text{m}^2\text{)]}, \quad Y = 160 \text{ [l/(dan}\cdot\text{m}^2\text{)]}, \quad Z = 2 \text{ [l/(dan}\cdot\text{m}^2\text{)]}$$

### **4.3 Izračun okoljskega vpliva stavbe**

#### **4.3.1 Principi**

Metoda uporabljena v programu Ameco vključuje 24 kazalnikov za opis vplivov na okolje. Vsak od teh je razdeljen v štiri module:

- modul A: faza proizvodnje in faza gradnje
- modul B: faza uporabe
- modul C: faza ob koncu življenjskega cikla (faza izrabe)
- modul D: ponovno uporabni material in odpad zunaj meja obravnavanega sistema

Vseh 24 parametrov sledi istim enačbam. Edina razlika med enačbami je v vrednosti posameznih koeficientov. Vrednosti vseh koeficientov so podane v preglednicah 2 in 3.

Oznake upoštevanih koeficientov so predstavljene v preglednici 2, njihove vrednosti pa so podane v sledečih poglavjih. Vrednosti vseh parametrov definiranih v tem poglavju se lahko prikažejo v programu Ameco. Poleg tega imajo vsi parametri predstavljeni v tem poglavju enake vrednosti tako za stavbe kot tudi za mostove. Vrednosti koeficientov ni mogoče spreminjati.

V Amecu so koeficienti vpliva definirani za 10 kazalnikov okoljskih vplivov. Za preostalih 14 kazalnikov so vrednosti koeficientov nastavljene na vrednost nič.

Preglednica 2: Oznake koeficientov

Upoštevani koeficienti vpliva	Oznaka
RER: jeklena pločevina; vir Worldsteel	$K_{RERSPI}$
RER: jekleni prerezi; vir Worldsteel	$K_{RERSIsec}$
GLO: jeklena armatura; vir Worldsteel	$K_{GLOSt}$
RER: vroče cinkano jeklo; vir Worldsteel	$K_{RERSHDG}$
DE: beton C20/25, vir PE	$K_{DEConC20}$
DE: beton C30/37, vir PE	$K_{DEConC30}$
DE: lepjen lameliran les, vir PE [for 1kg]	$K_{DEW}$
GLO: vrednost odpadnega jekla; vir Woorldsteel	$K_{GLO}$
Odstranitev jeklene stavbe - vpliv 1 kg obravnavanega materiala	$K_{StBldgDem}$
CH: odstranitev, stavba, beton, nearmiran, na končno deponijo	$K_{CHCon}$
CH: odstranitev, stavba, beton, armaturno jeklo, na končno deponijo	$K_{CHSt}$
CH: odstranitev, stavba, beton, nearmiran, v sortirnico (vključno s 40 % na sanitarno deponijo)	$K_{CHConPit}$
CH: odstranitev, stavba, armaturno jeklo, v sortirnico	$K_{CHStPit}$
CH: odstranitev, beton, 5 % vode, na deponijo za inertne materiale	$K_{CHConLdf}$
CH: gramoz, nesortiran, v peskokopu	$K_{CHGr}$
RER: deponija inertnih materialov (jeklo), vir PE	$K_{RERSLdf}$
EU-27: sežig lesenih proizvodov (OSB, iverne plošče) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg lesa]	$K_{EUWWa}$
Dobitek iz zažiga odpadkov (agg minus p-agg)	$K_{Wa}$
EU-27: deponiranje lesenih proizvodov (OSB, iverne plošče) - PE<p-agg>	$K_{EUWLdf}$
CH: odstranitev, inertni material, 0 % vode, na sanitarno deponijo	$K_{CHLdf}$
RER: transport z vlačilcem (primarna energija) [za 1 tkm]	$K_{RERALT}$
transport z vlakom [za 1 tkm]	$K_{Tr}$
transport s tovornjakom za prevoz betona [za 100 kgkm]	$K_{Cont}$
povprečni evropski transport jekla [za 1 t glede na povprečno evropsko razdaljo]	$K_{StAvg}$
EU-27: proizvodnja električne energije, vir PE [1 kWh]	$K_{EUIElec}$
Obnovljeni del električne energije	$K_{EOR}$
RER: jeklena pločevina; vir Woorldsteel (vhodna odpadna surovina)	$K_{RERSPI0}$
RER: jekleni profili; vir Woorldsteel (vhodna odpadna surovina)	$K_{RERSIsec0}$
RER: vroče cinkano jeklo; vir Worldsteel (vhodna odpadna surovina)	$K_{RERSHDG0}$
GLO: jeklene armaturne palice; vir Worldsteel (vhodna odpadna surovina)	$K_{GLOSt0}$

Kratice uporabljene v preglednici 2 pomenijo:

- GLO: globalni parameter (povprečje),
- DE: parameter za Nemčijo (povprečje),
- CH: parameter za Švico (povprečje).

Zadnjih 5 koeficientov vpliva (brezdimenzijski) ima enako vrednost za vse kazalnike vplivov:

Preglednica 3: Vrednosti koeficientov za vhodni odpadni material

$k_{EOR}$	8,865E-01
$k_{RERSiPI0}$	1,125E-01
$k_{RERSiSec0}$	8,492E-01
$k_{RERSiHDG0}$	9,162E-02
$k_{GLOS10}$	6,983E-01

#### 4.3.1.1 Parametri za opis okoljskih vplivov

V preglednici 4 so navedene vrednosti koeficientov za upošteevane kazalnike okoljskih vplivov: GWP, ODP, AP, EP, POCP, ADP-elementi, ADP-fosilna goriva.

Preglednica 4: Vrednosti okoljskih koeficientov

	GWP	ODP	AP	EP	POCP	APD-e	ADP-fg
	t CO <sub>2</sub> ekv./t	t CFC ekv./t	t SO <sub>2</sub> ekv./t	t eten ekv./t	t PO <sub>4</sub> ekv./t	t Sb ekv./t	GJ NCV/t
$k_{RERSiPI}$	2,458E+00	9,112E-09	6,229E-03	4,424E-04	1,170E-03	5,396E-07	2,538E+01
$k_{RERSiSec}$	1,143E+00	4,948E-08	3,158E-03	2,706E-04	5,051E-04	-7,001E-06	1,239E+01
$k_{GLOSt}$	1,244E+00	1,110E-08	3,533E-03	2,802E-04	5,494E-04	-2,103E-06	1,349E+01
$k_{RERSiHDG}$	2,556E+00	3,726E-08	6,980E-03	4,486E-04	1,243E-03	2,318E-05	2,621E+01
$k_{DEConC20}$	9,883E-02	5,635E-11	1,485E-04	2,610E-05	1,740E-05	1,553E-07	4,626E-01
$k_{DEConC30}$	1,114E-01	6,562E-11	1,524E-04	2,553E-05	1,778E-05	1,867E-07	4,545E-01
$k_{DEW}$	-1,185E+00	1,347E-09	1,179E-03	1,418E-04	1,243E-04	1,317E-07	7,670E+00
$k_{GLO}$	1,512E+00	-4,834E-08	3,610E-03	9,974E-05	8,072E-04	7,272E-06	1,598E+01
$k_{SIBIdgDem}$	8,810E-04	3,251E-12	9,345E-06	1,193E-06	8,336E-07	3,461E-10	1,212E-01
$k_{CHCon}$	1,401E-02	3,098E-09	8,901E-05	2,551E-05	1,590E-05	1,448E-08	2,771E-01
$k_{CHSt}$	6,732E-02	9,741E-09	4,988E-04	1,387E-04	7,727E-05	2,544E-08	1,017E+00
$k_{CHConPlt}$	1,398E-02	2,527E-09	3,581E-04	2,831E-05	1,456E-05	1,956E-08	2,398E-01
$k_{CHSiPlt}$	6,139E-02	7,782E-09	4,629E-04	1,295E-04	6,945E-05	2,279E-08	8,537E-01
$k_{CHConLdf}$	7,102E-03	2,128E-09	4,226E-05	1,223E-05	8,602E-06	7,345E-09	1,785E-01
$k_{CHGr}$	2,824E-03	3,257E-10	1,760E-05	6,317E-06	2,284E-06	9,374E-09	3,626E-02
$k_{RERSiLdf}$	1,396E-02	1,368E-11	8,491E-05	1,163E-05	8,972E-06	4,949E-09	1,865E-01
$k_{EUWWa}$	1,671E+00	2,920E-09	6,252E-04	1,428E-04	4,099E-05	-4,267E-08	5,289E-01
$k_{Wa}$	-7,514E-01	-7,786E-08	-4,946E-03	-2,013E-04	-2,622E-04	-3,164E-08	-8,651E+00
$k_{EUWLdf}$	1,455E+00	2,606E-10	4,386E-04	1,878E-03	3,408E-04	1,370E-08	1,082E+00
$k_{CHLdf}$	1,228E-02	3,091E-09	7,480E-04	2,565E-05	1,382E-05	1,490E-08	2,781E-01
$k_{RERALT}$	4,714E-02	1,749E-11	3,085E-04	7,432E-05	-1,260E-04	1,861E-09	6,515E-01
$k_{Tr}$	1,711E-02	8,846E-10	8,593E-05	9,950E-06	7,298E-06	1,250E-09	2,036E-01
$k_{Cont}$	1,201E-02	4,452E-12	7,527E-05	1,806E-05	-3,035E-05	4,739E-10	1,659E-01
$k_{SIAVq}$	2,422E+01	1,328E-07	1,548E-01	3,578E-02	-5,727E-02	1,037E-06	3,301E+02
$k_{EUElec}$	4,887E-01	3,192E-08	2,083E-03	1,118E-04	1,267E-04	4,007E-08	5,569E+00

#### 4.3.1.2 Parametri za opis porabe virov, odpadnega materiala in goriv ter porabe vode

V preglednici 5 so navedene vrednosti koeficientov treh kazalnikov okoljskih vplivov:

- celotna poraba obnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine) [RPE-Total],
- celotna poraba neobnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine) [Non RPE-Total],
- neto poraba sladke vode [NFW].

Preglednica 5: Vrednosti koeficientov za porabo virov, odpadnega materiala in goriv ter porabo vode

	RPE-Total GJ NCV / t	Non RPE total GJ NCV / t	NFW 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / t
<i>K<sub>RERSiPI</sub></i>	2,987E-01	2,577E+01	1,352E-02
<i>K<sub>RERSiSec</sub></i>	6,107E-01	1,419E+01	1,332E-03
<i>K<sub>GLOSt</sub></i>	2,362E+00	1,406E+01	1,387E-02
<i>K<sub>RERSiHDG</sub></i>	5,477E-01	2,768E+01	1,586E-02
<i>K<sub>DEConC20</sub></i>	3,458E-02	5,084E-01	3,208E-04
<i>K<sub>DEConC30</sub></i>	3,692E-02	5,077E-01	3,225E-04
<i>K<sub>DEW</sub></i>	1,855E+01	8,766E+00	6,636E-01
<i>K<sub>GLO</sub></i>	-8,226E-01	1,423E+01	1,307E-02
<i>K<sub>StBldgDem</sub></i>	4,747E-03	1,216E-01	1,228E-04
<i>K<sub>CHCon</sub></i>	2,259E-03	2,879E-01	1,264E-02
<i>K<sub>CHSt</sub></i>	5,325E-03	1,043E+00	3,083E-02
<i>K<sub>CHConPit</sub></i>	8,531E-03	2,821E-01	4,905E-02
<i>K<sub>CHSiPit</sub></i>	9,525E-03	9,019E-01	5,568E-02
<i>K<sub>CHConLdf</sub></i>	1,464E-03	1,855E-01	7,997E-03
<i>K<sub>CHGr</sub></i>	6,248E-03	6,613E-02	3,753E-02
<i>K<sub>RERSiLdf</sub></i>	1,450E-02	1,960E-01	2,788E-04
<i>K<sub>EUWwa</sub></i>	1,618E-02	6,576E-01	4,269E-03
<i>K<sub>Wa</sub></i>	-1,063E+00	-1,172E+01	-1,042E-03
<i>K<sub>EUWLdf</sub></i>	4,911E-02	1,134E+00	3,901E-02
<i>K<sub>CHLdf</sub></i>	4,758E-03	3,005E-01	3,552E-04
<i>K<sub>RERALT</sub></i>	2,553E-02	6,539E-01	6,604E-04
<i>K<sub>Tr</sub></i>	3,643E-02	2,858E-01	1,561E-04
<i>K<sub>Cont</sub></i>	6,499E-03	1,665E-01	1,681E-04
<i>K<sub>StAvg</sub></i>	1,694E+01	3,428E+02	3,275E-01
<i>K<sub>EUElec</sub></i>	1,246E+00	8,534E+00	3,829E-03

Zaradi pomanjkanja podatkov so koeficientom sledečih kazalnikov pripisane ničelne vrednosti (to pomeni ničelno vrednost okoljskega vpliva):

- poraba obnovljive primarne energije, brez upoštevanja obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine [RPE],
- poraba obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine [RER],
- poraba neobnovljive primarne energije, brez upoštevanja neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine. [Non-RPE],

- poraba neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine [Non-RER],
- poraba že recikliranega materiala (angl. Secondary material) [SM],
- poraba obnovljivih odpadnih goriv [RSF],
- poraba neobnovljivih odpadnih goriv [Non-RSF].

#### 4.3.1.3 Ostale okoljske informacije za opis kategorij odpadkov

V preglednici 6 so navedene vrednosti koeficientov za sledeče kazalnike:

- deponirani nevarni odpadki,
- deponirani nenevarni odpadki,
- deponirani radioaktivni odpadki.

Preglednica 6: Vrednosti okoljskih informacij za opis kategorij odpadkov

	Deponirani nevarni odpadki [t / t]	Deponirani nenevarni odpadki [t / t]	Deponirani radioaktivni odpadki [t / t]
$k_{RERSIPI}$	-6,239E-04	-1,306E-03	-1,663E-04
$k_{RERSIsec}$	-5,212E-04	-8,676E-04	-3,832E-04
$k_{GLOSt}$	-2,460E-04	-1,186E-04	-1,428E-04
$k_{RERSIHG}$	-4,771E-04	-6,745E-04	-4,717E-04
$k_{DEConC20}$	0	0	-1,859E-05
$k_{DEConC30}$	0	0	-2,164E-05
$k_{DEW}$	0	1,483E+00	4,461E-04
$k_{GLO}$	-1,536E-05	-3,524E-06	5,177E-04
$k_{SIbidgDem}$	0	0	0
$k_{CHCon}$	0	0	0
$k_{CHSt}$	0	0	0
$k_{CHConPit}$	0	0	0
$k_{CHSIPit}$	0	0	0
$k_{CHConLdf}$	0	0	0
$k_{CHGr}$	0	0	0
$k_{RERSILdf}$	0	1,000E+00	-3,459E-06
$k_{EUWWa}$	0	-6,430E-02	-3,659E-05
$k_{Wa}$	0	1,940E+00	9,767E-04
$k_{EUWLdf}$	0	4,813E-01	-1,972E-05
$k_{CHLdf}$	0	0	0
$k_{RERALT}$	0	0	-9,099E-07
$k_{Tr}$	0	0	-3,383E-05
$k_{Cont}$	0	0	0
$k_{StAvg}$	0	0	-5,190E-03
$k_{EUElec}$	0	-1,827E+00	-1,220E-03

#### 4.3.1.4 Ostale okoljske informacije za opis izhodnih tokov

Za naslednje štiri okoljske kazalnike so v programu Ameco 3 vrednosti pripadajočih koeficientov neznane in zato je zanje privzeta ničelna vrednost:

- komponente namenjene ponovni uporabi,
- materiali za reciklažo,
- materiali za energetske predelavo,
- izvožena energija.

#### 4.3.2 Okoljski vpliv stavbe

##### 4.3.2.1 Modul A

Enačbe, ki se uporabljajo za presojo okoljskih vplivov povezanih z modulom A so podane v preglednici 7.

Preglednica 7: Okoljski vplivi za modul A

Modul A			
faza proizvodnje	A1 dobava surovin	beton za plošče	$m_{consl} k_{DECon}$
		profilirane pločevine	$m_{Iss} k_{RERSHDG}$
		beton za nosilno konstr.	$(m_{tcb} + m_{tcc}) k_{DECon}$
		jeklena armatura	$(m_{conrs} + m_{trs}) k_{GLOSt}$
		jeklene prečke	$m_{tsb} (1 + S_{plos}) k_{RERSISec}$
		jekleni stebri	$m_{tsc} (1 + S_{plos}) k_{RERSISec}$
		lesene prečke	$m_{twb} k_{DEW}$
		leseni stebri	$m_{twc} k_{DEW}$
	A3 proizvodnja	izgube med proizvodnjo	$(m_{tsb} + m_{tsc}) S_{plos} k_{RERALT} / 10$
		jekleni mozniki in vijaki	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{GLOSt}$
spoji s pločevinami		$m_{tpl} k_{RERSPI}$	
A1-A3	makro-komponenta		
faza gradnje	A4 transport	beton – tovornjak za tran.	$m_{conmix} d_{conmix} k_{Cont} / 100$
		beton – običajen tovornj.	$m_{conreg} d_{conreg} k_{RERALT} / 1000$
		jeklo – običajen tovornjak	$m_{sreg} d_{sreg} k_{RERALT} / 1000$
		jeklo - vlak	$m_{str} d_{str} k_{Tr} / 1000$
		jeklo – povprečni prevoz	$m_{strtot} k_{SIAvg}$
		les - vlak	$m_{wtr} d_{wtr} k_{Tr} / 1000$
		les - običajen tovornjak	$m_{wreg} d_{wreg} k_{RERALT} / 1000$
		makro-komponenta	
Celoten modul A			Vsota vseh količin v modulu A

Posebej obarvane celice v preglednici 7 označujejo zveze, ki so bile spremenjene oz. dodane v okviru projekta LVS3.

Z ozirom na dodane parametre, ki se nanašajo na talno ploščo, so bile spremenjene sledeče enačbe:

Celotna masa betona  $m_{consl,LVS3}$ :

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} \cdot A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

Masa jeklene armature:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) \cdot k_{GLOst}$$

Dodatni del je upoštevan za fazo proizvodnje:

$$Macro - component_{A1-A3} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{A1-A3,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{A1-A3,opening} + A_{roof} \cdot k_{A1-A3,roof}$$

Celotna masa transportiranega jekla  $m_{tstrtot,LV53}$  je:

$$m_{tstrtot,LV53} = m_{tstrtot} + M_{steelbasefloor}$$

Dodatni del je upoštevan za fazo gradnje:

$$Macro - component_{A4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{A4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{A4,opening} + A_{roof} \cdot k_{A4,roof}$$

Vrednosti  $k_{A1-A3,wall}$ ,  $k_{A4,wall}$ ,  $k_{A1-A3,opening}$  in  $k_{A4,opening}$  so navedene v Dodatku 4.

#### 4.3.2.2 Modul B: Faza uporabe

Izračuni, ki se nanašajo na fazo uporabe, obsegajo več različnih korakov. Prvi korak je namenjen izračunu karakteristik talne plošče v pritličju.

Nato je določena potreba po energiji za ogrevanje prostora. Določijo se tudi pripadajoči solarni dobitki.

Podobna procedura je uporabljena tudi za hlajenje prostora skupaj z upoštevanjem pripadajočih solarnih dobitkov.

Naslednji korak je posvečen sistemu za oskrbo s toplo sanitarno vodo.

Zadnji korak povzema vse predhodne izračune.

##### 4.3.2.2.1 Določitev karakteristik talne plošče (SIST EN ISO 13370)

Cilj tega dela je izračun parametrov  $H_g, H_{pi}, H_{pe}, \alpha$  in  $\beta$ .

Neodvisno od konstrukcijske izvedbe talne plošče (tip talne plošče, parameter *GroundFloorType*) so ocenjene sledeče vmesne spremenljivke:

$$B' = \frac{A_{ground}}{0.5P_{eri}}$$

$$d_{ground} = w_{ground} + \frac{\lambda}{U_f}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{3.15 \cdot 10^7 \lambda}{\pi(\rho c)}}$$

$$U_g = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_{ground}} \cdot \ln\left(1 + \frac{\pi B'}{d_{ground}}\right)$$

Notranja temperatura je privzeta konstantna, odtod sledi:  $H_{pi} = 0$ .

Dodatno je za upoštevan tip talne plošče vrednost  $\alpha$  enotna, in sicer  $\alpha = 0$ .

Vse ostale količine so odvisne od **tipa talne plošče**.



Talna plošča na terenu

V primeru talne plošče na terenu je privzeta vrednost parametra  $\beta = 1$ .

Izračun parametra  $H_g$ :

$$U = \begin{cases} U_g & \text{if } d_{ground} < B' \\ \frac{\lambda}{0,457B' + d_{ground}} & \text{else} \end{cases}$$

Odtod:

$$H_g = U \cdot A_{ground}$$

Izračun parametra  $H_{pe}$ :

$$d'_{n,hor} = \left( \frac{\lambda}{\lambda_{hor}} - 1 \right) \cdot d_{n,hor} \cdot 10^{-3}$$

$$d'_{n,vert} = \left( \frac{\lambda}{\lambda_{vert}} - 1 \right) \cdot d_{n,vert} \cdot 10^{-3}$$

$$H_{pe,hor} = 0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[ \left( 1 - \exp\left(-\frac{W_{hor}}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,hor}}\right) + \exp\left(-\frac{W_{hor}}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) \right]$$

$$H_{pe,vert} = 0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[ \left( 1 - \exp\left(-\frac{2W_{vert}}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,vert}}\right) + \exp\left(-\frac{2W_{vert}}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) \right]$$

$$H_{pe} = \begin{cases} 0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) & , \text{ če } edgeinsulation = none \\ H_{pe,hor} & , \text{ če } edgeinsulation = horizontal \\ H_{pe,vert} & , \text{ če } edgeinsulation = vertical \\ \min(H_{pe,hor}; H_{pe,vert}) & \text{ drugače} \end{cases}$$

Izračun parametra  $H_{pe}$ :

$$H_{pe} = \begin{cases} 0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left( \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + 2 \cdot \left( 1 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_w}\right) \right) & , \text{ če } BasementType = heated \\ A_{ground} \cdot U_f \cdot \frac{0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left( 2 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0,33n_H \cdot V}{(A_{ground} + h_z \cdot P_{eri}) \cdot \lambda + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0,33n_H \cdot V + A_{ground} + U_f} & , \text{ če } BasementType = unheated, \text{ v primeru izračuna za ogrevanje} \\ A_{ground} \cdot U_f \cdot \frac{0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left( 2 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0,33n_C \cdot V}{(A_{ground} + h_z \cdot P_{eri}) \cdot \lambda + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0,33n_C \cdot V + A_{ground} + U_f} & , \text{ če } BasementType = unheated, \text{ v primeru izračuna za hlajenje} \end{cases}$$

Dvignjena talna plošča

V primeru dvignjene talne plošče je privzeta vrednost parametra  $\beta = 0$ .

Izračun parametra  $H_g$ :

$$U_x = \frac{2 \cdot h \cdot U_{walls}}{B'} + \frac{1450 \cdot A_{wind} \cdot w_{avgspeed} \cdot f_w}{B'}$$

$$U_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g}}$$

$$H_g = U_{eq} \cdot A_{ground}$$

Izračun parametra  $H_{pe}$ :

$$H_{pe} = U_f \cdot \frac{0,37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + U_x \cdot A_{ground}}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x + U_f}$$

4.3.2.2 *Potrebna energija za ogrevanje prostorov in solarni dobitki*

Postopek izračuna potrebne energije za ogrevanje prostorov ter izračun solarnih dobitkov je zelo podoben za režim ogrevanja in hlajenja. Oba primera se medseboj razlikujeta le v nekaterih enačbah in spremenljivkah, katerih vrednosti zavisijo od obravnavanega režima. Zato v programu Ameco 3 računski postopek temelji na enotnem modulu, pri čemer so dodatno upošteevane specifike glede na obravnavan režim ogrevanja oz. hlajenja.

Začetne postavke

Pred samim izračunom potrebne energije za ogrevanje prostorov, so v zvezi z režimom ogrevanja pripisane sledeče količine:

$$H_g = H_{g,H}$$

$$H_{pi} = H_{pi,H}$$

$$H_{pe} = H_{pe,H}$$

$$\bar{\theta}_l = \theta_{int,set,H}$$

$$k_{D,cor} = k_{D,cor,H}$$

$$k_{cor,ve} = k_{cor,ve,H}$$

$$k_{cor,int} = k_{cor,int,H}$$

$$k_{cor} = k_{cor,H}$$

$$f_{shut}(m) = f_{H,shut}(m)$$

$$AFR_{floor} = n_H$$

$$a_0 = a_{H0}$$

$$\tau_0 = \tau_{H0}$$

$$b_{red} = b_{H,red}$$

$$\eta_{\text{EfficiencySystem}} = \eta_{\text{HeatingEfficiencySystem}}$$

$$k_{\text{energytype}} = k_{\text{energytype,heating}}$$

### Prenos toplote s transmisijo

---

Naslednje enačbe so uporabljene za določitev prenosa toplote v tla.

Povprečna letna zunanja temperatura je:

$$\bar{\theta}_e = \sum_m \frac{\theta_{\text{ext}}(m)}{12}$$

Amplitude variacij za povprečno mesečno temperaturo so:

$$\hat{\theta}_i = 0$$

$$\hat{\theta}_e = \frac{\max(\theta_{\text{ext}}(m)) - \min(\theta_{\text{ext}}(m))}{2}$$

Odtod je povprečna mesečna temperatura za mesec  $m$ :

$$\theta_i(m) = \bar{\theta}_i - \hat{\theta}_i \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

$$\theta_e(m) = \bar{\theta}_e - \hat{\theta}_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

Pri tem je  $\tau_m$  mesečni indeks za primer, ko je zunanja temperatura minimalna.

Stopnja mesečnega toplotnega toka je:

$$\phi(m) = H_g \cdot (\bar{\theta}_i - \bar{\theta}_e) - H_{pi} \hat{\theta}_i \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m + \alpha}{12}\right) + H_{pe} \hat{\theta}_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m - \beta}{12}\right)$$

Mesečni toplotni koeficient tal:

$$H_g(m) = \frac{\phi(m)}{\theta_i(m) - \theta_e(m)}$$

Končno je celotni prenos toplote v tla enak:

$$Q_{tr,g}(m) = \frac{24}{1000} \cdot \phi(m) \cdot \text{MonthDay}(m) [\text{kWh}]$$

Prenos toplote s transmisijo je izračunan posebej za različne dele ovoja stavbe: za stene, zasteklitve, streho, za zunanje dele etaže in za tla v pritličju.

#### Stene

$$A_{\text{lat}}(m) = \sum_{\text{dir}} A_{\text{lat}}(\text{dir})$$

Z upoštevanjem celotne površine sten je koeficient toplotne prehodnosti za transmisijo toplote proti zunanjemu okolju določen kot:

$$H_{D,walls} = U_{\text{walls}} \cdot A_{\text{lat}} \cdot k_{D,cor}$$

Otdot je celoten prenos toplote skozi stene zaradi transmisije enak:

$$Q_{tr,walls}(m) = \frac{H_{D,walls}}{3,6} (\bar{\theta}_l - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

### Zasteklitev

$$A_{lat,opening} = \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir)$$

$$U_{W+shut,0} = \frac{1}{\frac{1}{U_{mean,opening}} + R_{sh} + \Delta R_{avg}}$$

$$U_{W+shut}(m) = U_{W+shut,0} \cdot f_{shut}(m) + U_{mean,opening} \cdot (1 - f_{shut}(m))$$

Koeficient toplotne prehodnosti zasteklitve pri transmisiji toplote v zunanje okolje je potem:

$$H_{D,glazing}(m) = \begin{cases} U_{W+shut}(m) \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor} & , \text{če } NightHeatingActivation = DA \\ U_{mean,opening} \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor} & \text{drugače} \end{cases}$$

Pripadajoč celoten prenos toplote skozi zasteklitev s transmisijo:

$$Q_{tr,glazing}(m) = \frac{H_{D,glazing}(m)}{3,6} (\bar{\theta}_l - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

### Zunanja površina etaže in tla v pritličju

Za zunanji del etaže je koeficient toplotnega prehoda s transmisijo določen po sledeči enačbi:

$$H_{D,ext,floor} = U_{ext,floor} \cdot A_{ext,floor} \cdot k_{D,cor}$$

Otdot je celotni prenos toplote s transmisijo za zunanji del etaže enak:

$$Q_{tr,ext,floor}(m) = \frac{H_{D,ext,floor}}{3,6} (\bar{\theta}_l - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Celotni prenos toplote s transmisijo v tla je:

$$Q_{tr,ground}(m) = Q_{tr,g}(m) \cdot k_{D,cor} \text{ [kWh]}$$

### Streha

Koeficienta toplotne prehodnosti s transmisijo za streho sta določena na podoben način kot za druge že obravnavane sklope:

$$H_{D,roof} = U_{roof} \cdot A_{roof} \cdot k_{D,cor}$$

$$H_{D,pitchedroof} = U_{slopedroof} \cdot A_{slopedroof} \cdot b_{tr,U} \cdot k_{D,cor}$$

Enačbi za določitev celotnega toplotnega prenosa s transmisijo sta:

$$Q_{tr,roof}(m) = \frac{H_{D,roof}(m)}{3,6} (\bar{\theta}_l - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

$$Q_{tr,pitchedroof}(m) = \frac{H_{D,pitchedroof}(m)}{3,6} (\bar{\theta}_l - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Celoten prenos toplote s transmisijo skozi vse sklope ovoja stavbe je potem določen kot:

$$Q_{tr}(m) = Q_{tr,walls}(m) + Q_{tr,glazing}(m) + Q_{tr,ext, floor}(m) + Q_{tr,roof}(m) + Q_{tr,ground}(m) + Q_{tr,pitchedroof}(m) \text{ [kWh]}$$

Koeficienta toplotnega prehoda s transmisijo v tla in proti neprezračevanemu prostoru sta ocenjena z naslednjima enačbama:

$$H_{g,cor}(m) = H_g(m) \cdot k_{D,cor}$$

$$H_u = A_{slopedroof} \cdot U_{unconditionedarea} \cdot b_{tr,U} \cdot k_{D,cor}$$

Celoten koeficient toplotnega prehoda s transmisijo je potem določen kot:

$$H_D(m) = H_{D,walls} + H_{D,glazing}(m) + H_{D,ext, floor} + H_{D,roof}$$

$$H_{tr,adj}(m) = H_D(m) + H_{g,cor}(m) + H_u$$

### Prenos toplote s prezračevanjem

Za račun prenosa toplote s prezračevanjem so uporabljene spodnje enačbe:

Stopnja pretoka zraka (m<sup>3</sup>/s):

$$q_{ve,k}(m) = \frac{AFR_{floor} \cdot h_{floor,ceiling} \cdot A_{conditionedarea}}{3600}$$

Faktor za temperaturno korekcijo:

$$b_{ve,k}(m) = \begin{cases} 1 & , \text{če } Heat\ Recovery = NO \\ 1 - \frac{Heat\ Recovery\%}{100} \cdot \eta_{hru} & \text{drugače} \end{cases}$$

Časovno povprečje stopnje pretoka zraka (m<sup>3</sup>/s):

$$q_{ve,k,mn} = q_{ve,k} \cdot f_{ve,t,k}$$

Pri tem je časovni delež dnevno vzpostavljenega zračnega pretoka:

$$f_{ve,t,k} = 1$$

Odtod je koeficient toplotnega prehoda s prezračevanjem:

$$H_{ve,adj} = 1200 \cdot b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn}$$

Pripadajoč celoten prenos toplote s prezračevanjem je:

$$Q_{ve}(m) = \frac{H_{ve,adj}}{3,6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \cdot k_{cor,ve} \text{ [kWh]}$$

*Notranji toplotni dobitki*

Notranji toplotni dobitki so določeni z uporabo iste metode tako za dobitke v povezavi z uporabniki/stanovalci kot tudi v povezavi z napravami vgrajenimi v stavbo in osvetlitvijo.

Najprej je potrebno določiti nekaj vmesnih spremenljivk:

$$\begin{aligned}
 PartA &= A_{area1} \cdot \left[ \begin{aligned} &|h_{occ,beg,kitch,MtoF,1} - h_{occ,end,kitch,MtoF,1}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,1} \\ &+ |h_{occ,beg,kitch,MtoF,2} - h_{occ,end,kitch,MtoF,2}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,2} \\ &+ |24 - h_{occ,beg,kitch,MtoF,3} - h_{occ,end,kitch,MtoF,3}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,3} \end{aligned} \right] \\
 PartB &= A_{area2} \cdot \left[ \begin{aligned} &|h_{occ,beg,other,MtoF,1} - h_{occ,end,other,MtoF,1}| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,1} \\ &+ |h_{occ,beg,other,MtoF,2} - h_{occ,end,other,MtoF,2}| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,2} \\ &+ |24 - h_{occ,beg,other,MtoF,3} - h_{occ,end,other,MtoF,3}| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,3} \end{aligned} \right] \\
 PartC &= A_{area1} \cdot \left[ \begin{aligned} &|h_{occ,beg,kitch,StoS,1} - h_{occ,end,kitch,StoS,1}| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,1} \\ &+ |h_{occ,beg,kitch,StoS,2} - h_{occ,end,kitch,StoS,2}| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,2} \\ &+ |24 - h_{occ,beg,kitch,StoS,3} - h_{occ,end,kitch,StoS,3}| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,3} \end{aligned} \right] \\
 PartD &= A_{area2} \cdot \left[ \begin{aligned} &|h_{occ,beg,other,StoS,1} - h_{occ,end,other,StoS,1}| \cdot Gain_{occ,other,StoS,1} \\ &+ |h_{occ,beg,other,StoS,2} - h_{occ,end,other,StoS,2}| \cdot Gain_{occ,other,StoS,2} \\ &+ |24 - h_{occ,beg,other,StoS,3} - h_{occ,end,other,StoS,3}| \cdot Gain_{occ,other,StoS,3} \end{aligned} \right]
 \end{aligned}$$

Toplotni dobitki v povezavi z uporabniki/stanovalci in vgrajenimi napravami so:

$$\begin{aligned}
 \phi_{int,mn}(m) &= \frac{NbDayWorking(m) \cdot \{PartA + PartB\}}{1000} \\
 &+ \frac{(MonthDay(m) - NbDayWorking(m)) \cdot \{PartC + PartD\}}{1000}
 \end{aligned}$$

Količine *PartA2*, *PartB2*, *PartC2*, *PartD2* so določene na enak način kot količine *PartA*, *PartB*, *PartC*, *PartD*, le namesto vrednosti v povezavi z uporabniki so uporabljene vrednosti za osvetlitev (angl. light).

Odtod so toplotni dobitki v povezavi z osvetlitvijo:

$$\begin{aligned}
 \phi_{int,j,mn}(m) &= \frac{NbDayWorking(m) \cdot \{PartA2 + PartB2\}}{1000} \\
 &+ \frac{(MonthDay(m) - NbDayWorking(m)) \cdot \{PartC2 + PartD2\}}{1000}
 \end{aligned}$$

Ocenjena vrednost celotnih notranjih dobitkov dobljenih iz vseh upoštevanih notranjih virov so torej:

$$Q_{int}(m) = (\phi_{int,mn}(m) + \phi_{int,j,mn}(m)) \cdot k_{cor,int} \text{ [kWh]}$$

## Solarni toplotni dobitki

Izračun solarnih toplotnih dobitkov se deli na dva dela. V prvem delu je obravnavana zasteklitev, v drugem pa so upoštevane stene.

### Zasteklitev

Ocena sončne radiacije skozi zasteklitev:

$$F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) = k_{cor} \cdot A_{lat,opening}(dir) \cdot F_{glazing,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m, dir) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction)$$

$$F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) = A_{roof,opening} \cdot F_{glazing,sh,roof} \cdot I_{sol,k,roof}(m) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction)$$

Radiacija v nebo:

$$\phi_{r,glazing}(dir) = U_{mean,opening} \cdot R_{se} \cdot A_{lat,opening}(dir) \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,v}$$

$$\phi_{r,glazing,hor} = U_{mean,opening} \cdot R_{se} \cdot A_{roof,opening} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,h}$$

Odtod je določen toplotni tok skozi zasteklitev zaradi sončnih dobitkov:

$$\phi_{glazing,sol,mn,k}(m, dir) = F_{glazing,sh,ok,k} \cdot A_k \cdot I_{sol,k}(m, dir) - \phi_{r,glazing}(dir)$$

$$\phi_{glazing,sol,mn,k,hor}(m) = F_{glazing,sh,ok,k} \cdot A_k \cdot I_{sol,k,hor}(m) - \phi_{r,glazing,hor}$$

Nazadnje je celoten solarni toplotni dobitek skozi zasteklitev dobljen s sledečo enačbo:

$$Q_{sol,glazing}(m) = \frac{MonthLength(m)}{3,6} \cdot \left[ \sum_{dir} \phi_{glazing,sol,mn,k}(m, dir) + \phi_{glazing,sol,mn,k,hor}(m) \right] \text{ [kWh]}$$

### Stene

Sončna radiacija za stene je ocenjena na podlagi spodnje enačbe:

$$F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_{walls} \cdot A_{lat}(dir) \cdot F_{walls,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m, dir) \cdot k_{cor}$$

$$F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_{roof} \cdot A_{roof} \cdot I_{sol,k,roof}(m)$$

Radiacija v nebo:

$$\phi_{r,walls}(dir) = U_{walls} \cdot R_{se} \cdot A_{lat}(dir) \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,v}$$

$$\phi_{r,walls,hor} = U_{roof} \cdot R_{se} \cdot A_{roof} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,h}$$

$$\phi_{r,walls,hor} = U_{roof} \cdot R_{se} \cdot A_{roof} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,h}$$

Podobno kot pri zasteklitvi, je toplotni tok zaradi sončnih dobitkov skozi zidove (faktor senčenja za zidove v izračunu ni upoštevan) enak:

$$\phi_{walls,sol,mn,k}(m, dir) = F_{walls,sh,ok,k} \cdot A_k \cdot I_{sol,k}(m, dir) - \phi_{r,walls}(dir)$$

$$\phi_{walls,sol,mn,k,hor}(m) = F_{walls,sh,ok,k} \cdot A_k \cdot I_{sol,k,hor}(m) - \phi_{r,walls,hor}$$

Celotnen sončni toplotni dobitek skozi stene je določen kot:

$$Q_{sol,walls}(m) = \frac{MonthLength(m)}{3,6} \cdot \left[ \sum_{dir} \phi_{walls,sol,mn,k}(m, dir) + \phi_{walls,sol,mn,k,hor}(m) \right] \text{ [kWh]}$$

Celoten prenos toplote in toplotni dobitki

Celoten prenos toplote  $Q_{ht}$  in toplotni dobitki  $Q_{gn}$  so določeni z naslednjima enačbama:

$$Q_{ht}(m) = Q_{tr}(m) + Q_{ve}(m)$$

$$Q_{gn}(m) = Q_{sol,glazing}(m) + Q_{sol,walls}(m) + Q_{int}(m)$$

Energija potrebna za ogrevanje

Zadnji del je namenjen izračunu potrebne energije za ogrevanje. Postopek izračuna sestoji iz dveh delov: ocena dinamičnih parametrov in določitev ogrevalne dobe v mesecu.

Dinamični parametri

Prvi faktor izkoristka energijskih dobitkov je definiran kot:

$$\gamma_H(m) = \frac{Q_{gn}(m)}{Q_{ht}(m)}$$

Časovna konstanta stavbe je določena kot:

$$\tau = \frac{C_m}{3600H_{tr,adj}(1) + H_{ve,adj}}$$

$$\alpha = \alpha_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

Prav tako je uporabljen drugi faktor izkoristka energijskih dobitkov:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \frac{a}{a+1} & , \text{če } \gamma_H(m) = 1 \\ \frac{1}{\gamma_H(m)} & , \text{če } \gamma_H(m) < 0 \\ \frac{1 - \gamma_H(m)^a}{1 - \gamma_H(m)^{1+a}} & \text{drugače} \end{cases}$$

Dolžina meseca s potrebnim ogrevanjem

$$\gamma_{lim} = \frac{1+a}{a}$$

$$\gamma_H(m+0,5) = \frac{\gamma_H(m) + \gamma_H(m+1)}{2}$$

$$\gamma_H(m+0,5) = \frac{\gamma_H(m) + \gamma_H(m+1)}{2}$$

$$\gamma_H(m-0,5) = \frac{\gamma_H(m-1) + \gamma_H(m)}{2}$$

$$\gamma_1(m) = \min(\gamma_H(m-0,5); \gamma_H(m+0,5))$$

$$\gamma_2(m) = \max(\gamma_H(m-0,5); \gamma_H(m+0,5))$$



$$\gamma_{1bool}(m) = \begin{cases} 0 & ,\text{če } \gamma_1(m) > \gamma_{lim} \text{ ali } \gamma_1(m) < 0 \\ \text{"LESS"} & \text{drugače} \end{cases}$$

$$\gamma_{2bool}(m) = \begin{cases} \text{"MORE"} & ,\text{če } \gamma_2(m) > \gamma_{lim} \\ 0 & ,\text{če } \gamma_2(m) < 0 \\ 1 & \text{drugače} \end{cases}$$

Dodatno sta definirani dve vmesni spremenljivki:

$$val(m) = \frac{1}{2} \frac{\gamma_{lim} - \gamma_1(m)}{\gamma_H(m) - \gamma_1(m)}$$

$$interm(m) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{\gamma_{lim} - \gamma_H(m)}{\gamma_2(m) - \gamma_H(m)}$$

Dodan je tudi pogoj, ki je odvisen od vrednosti količin povezanih z mesečnim ogrevanjem:

$$cond(m) = \begin{cases} 0 & ,\text{če } \gamma_{1bool}(m) \neq \text{"LESS"} \\ 1 & ,\text{če } \gamma_{2bool}(m) \neq \text{"MORE"} \\ val(m) & ,\text{če } \gamma_H(m) > \gamma_{lim} \\ interm(m) & \text{drugače} \end{cases}$$

Zatem je lahko določi ocena končne spremenljivke  $\gamma_{cor}(m)$ :

$$\gamma_{cor}(m) = \begin{cases} cond(m) & ,\text{če } \gamma_1(m) > 0 \text{ ali } \gamma_2(m) > 0 \\ 0 & \text{drugače} \end{cases}$$

### Potrebna energija za ogrevanje

$$f_{hr} = \frac{h_{end,heating} - h_{beg,heating}}{24} \cdot \frac{NbDay_{working,heating}}{7}$$

$$a_{red}(m) = \begin{cases} f_{hr} & ,\text{če } 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} < f_{hr} \\ 1 & ,\text{če } 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} > 1 \\ 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} & \text{drugače} \end{cases}$$

Potrebna mesečna energija (brez upoštevanja izkoristka sistema) je določena s spodnjo enačbo:

$$Q_{H,month}(m) = a_{red}(m) \cdot \max(0; Q_{ht}(m)) - \max(0; \eta_{gn}(m)) \cdot Q_{gn}(m) \cdot \gamma_{cor}(m) \text{ [kWh]}$$

Odtod je letna potrebna energija (brez upoštevanja izkoristka sistema):

$$Q_{nd} = \sum_m Q_{month}(m) \text{ [kWh/leto]}$$

Dovedena letna energija (z upoštevanjem izkoristka sistema) je tako:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & \text{,če uporabnik izbere možnost brez prisotnega ogrevanja} \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \text{ [kWh/year]} & \text{drugače} \end{cases}$$

Tako je pripadajoča letna primarna energija potrebna za ogrevanje:

$$Q_{prim} = Q_{delivered} \cdot k_{energytype} \text{ [kgoe/leto]}$$

#### 4.3.2.2.3 Energija potrebna za hlajenje in solarni toplotni dobitki

Kot je bilo že omenjeno v 4.3.2.2.2, je večina uporabljenih enačb za režim ogrevanja uporabnih tudi za izračun potrebne energije v režimu hlajenja. Zato so v nadaljevanju opisane le enačbe, ki so spremenjene.

#### Začetne postavke

---

V prvem koraku so zapisane spremenljivke, ki se nanašajo na režim hlajenja:

$$H_g = H_{g,C}$$

$$H_{pi} = H_{pi,C}$$

$$H_{pe} = H_{pe,C}$$

$$\bar{\theta}_l = \theta_{int,set,C}$$

$$k_{D,cor} = k_{D,cor,C}$$

$$k_{cor,ve} = k_{cor,ve,C}$$

$$k_{cor,int} = k_{cor,int,C}$$

$$k_{cor} = k_{cor,C}$$

$$f_{shut}(m) = 0$$

$$AFR_{floor} = n_C$$

$$a_0 = a_{C0}$$

$$\tau_0 = \tau_{C0}$$

$$b_{red} = b_{C,red}$$

$$\eta_{EfficiencySystem} = \eta_{CoolingEfficiencySystem}$$

$$k_{energytype} = k_{energytype,cooling}$$

#### Prenos toplote v tla

---

Za ta del enačbe ostanejo nespremenjene.

#### Prenos toplote s transmisijo

---

Prenos toplote s transmisijo proti zunanjemu okolju za zasteklitev je v tem primeru:

$$H_{D,glazing}(m) = U_{mean,opening} \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor}$$

### Prenos toplote s prezračevanjem

---

Sledeči poenostavljeni enačbi veljata v primeru režima hlajenja:

$$f_{ve,t,k} = 1$$

$$b_{ve,k} = 1$$

### Notranji dobitki

---

Veljajo enake enačbe kot v primeru režima ogrevanja.

### Solarni toplotni dobitki

---

Za zasteklitev veljajo v primeru sončnega sevanja sledeče enačbe:

$$F_{C,sh,gl}(m,dir) = 1 - f_{sh,with}(m,dir) + f_{sh,with}(m,dir) \cdot \frac{f_f}{g_n \cdot F_w}$$

$$A_{sol,c}(m,dir) = \begin{cases} F_{C,sh,gl}(m,dir) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction) & , \text{če } DayCoolingActivity = YES \\ g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction) & \text{drugače} \end{cases}$$

$$F_{glazing,sh,ok,k} \cdot A_k \cdot I_{sol,k}(m,dir) = A_{lat,opening}(dir) \cdot F_{glazing,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m,dir) \cdot A_{sol,c}(m,dir) \cdot k_{cor}$$

### Celoten prenos toplote in toplotni dobitki

---

Veljajo enake enačbe kot za režim ogrevanja.

### Dinamični parametri

---

Drugi faktor izkoristka energijskih dobitkov je:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \frac{a}{a+1} & , \text{če } \gamma_H(m) = 1 \\ 1 & , \text{če } \gamma_H(m) < 0 \\ \frac{1 - \gamma_H(m)^{-a}}{1 - \gamma_H(m)^{-(1+a)}} & \text{drugače} \end{cases}$$

### Dolžina meseca s potrebnim hlajenjem

---

Računski korak z določitvijo dolžine meseca s potrebnim ogrevanjem je sedaj imenovan korak za določitev dolžine meseca s potrebnim hlajenjem. Čeprav je postopek v tem primeru načeloma enak tistemu v primeru ogrevanja, so definirane nove enačbe, kot sledi:

$$inv\gamma_{lim} = \frac{1+a}{a}$$

$$inv\gamma_H(m) = \frac{1}{\gamma_H(m)}$$

$$inv\gamma_H(m+0,5) = \frac{inv\gamma_H(m) + inv\gamma_H(m+1)}{2}$$

$$\begin{aligned}
inv\gamma_H(m-0,5) &= \frac{inv\gamma_H(m-1) + inv\gamma_H(m)}{2} \\
inv\gamma_1(m) &= \min(inv\gamma_H(m-0,5); inv\gamma_H(m+0,5)) \\
inv\gamma_2(m) &= \max(inv\gamma_H(m-0,5); inv\gamma_H(m+0,5)) \\
inv\gamma_{1bool}(m) &= \begin{cases} 0 & ,\text{če } inv\gamma_1(m) > inv\gamma_{lim} \\ \text{"LESS"} & \text{drugače} \end{cases} \\
inv\gamma_{2bool}(m) &= \begin{cases} \text{"MORE"} & ,\text{če } inv\gamma_2(m) > inv\gamma_{lim} \\ 1 & \text{drugače} \end{cases} \\
invval(m) &= \frac{1}{2} \frac{inv\gamma_{lim} + inv\gamma_1(m)}{inv\gamma_H(m) + inv\gamma_1(m)} \\
invinterm(m) &= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{inv\gamma_{lim} + inv\gamma_H(m)}{inv\gamma_2(m) + inv\gamma_H(m)} \\
invcond(m) &= \begin{cases} 0 & ,\text{če } inv\gamma_{1bool}(m) \neq \text{LESS} \\ 1 & ,\text{če } inv\gamma_{2bool}(m) \neq \text{MORE} \\ invval(m) & ,\text{če } inv\gamma_H(m) > inv\gamma_{lim} \\ invinterm(m) & \text{drugače} \end{cases} \\
\gamma_{cor}(m) &= \begin{cases} invcond(m) & ,\text{če } inv\gamma_1(m) > 0 \text{ ali } inv\gamma_2(m) > 0 \\ 1 & \text{drugače} \end{cases}
\end{aligned}$$

### Energija potrebna za hlajenje

Podobno kot za določitev dolžine meseca s potrebnim hlajenjem, je za izračun pripadajoče potrebne energije za hlajenje uporabljen enak postopek kot pri določitvi potrebne energije za ogrevanje.

Spremenjeni sta le dve enačbi:

$$f_{hr} = \frac{NbDay_{working,cooling}}{7}$$

Tako je mesečna potrebna energija (brez upoštevanja izkoristka sistema) za hlajenje:

$$Q_{c,month}(m) = a_{red}(m) \cdot \max(0; Q_{gn}(m) - \max(0; \eta_{gn}(m))) \cdot Q_{ht}(m) \cdot \gamma_{cor}(m) \text{ [kWh]}$$

Odtod je letna potrebna energija (brez upoštevanja izkoristka sistema) za hlajenje:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & ,\text{če uporabnik izbere možnost brez prisotnega hlajenja} \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \text{ [kWh/year]} & \text{drugače} \end{cases}$$

#### 4.3.2.2.4 Potrebna energija za oskrbo s toplo sanitarno vodo (angl. DHW production)

Najprej je vpeljanih nekaj vmesnih spremenljivk:

$$a = \begin{cases} \frac{X \cdot \ln(A_{conditionedarea}) - Y}{A_{conditionedarea}} & , \text{če } A_{conditionedarea} > 30 \\ Z & \text{drugače} \end{cases}$$

$$V_w = a \cdot A_{conditionedarea}$$

$$\Delta T_{req} = \theta_{w,t} - \theta_{w,outside}$$

$$Q_w(m) = \frac{4,182}{3,6} \frac{V_w}{1000} \Delta T_{req} \cdot MonthDay(m) \text{ [kWh]}$$

Letna potrebna energija za proizvodnjo DHW (pametna energija) je:

$$Q_{DHW,nd} = \sum_m Q_w(m) \text{ [kWh/leto]}$$

Potrebna energija za proizvodnjo DHW na letni ravni je:

$$Q_{DHW,delivered} = \begin{cases} 0 & , \text{če je uporabnik izbral možnost brez sistema DHW} \\ Q_{DHW,nd} \cdot \frac{1 - DHW_{energyreduction}}{\eta_{DHW}} \text{ [kWh/leto]} & \text{drugače} \end{cases}$$

Odtod je letna potrebna primarna energija za proizvodnjo DHW:

$$Q_{DHW,prim} = Q_{DHW,delivered} \cdot k_{energytype,DHW} \text{ [kgoe/leto]}$$

#### 4.3.2.3 Modul C

Enačbe, uporabljene za presojo okoljskih vplivov povezanih z modulom C, so predstavljene v preglednici 8.

Preglednica 8: Okoljski vplivi za modul C

Modul C			
faza ob koncu življenjskega cikla	C1 odstranitev objekta	profilirane pločevine	$m_{Iss} k_{SIBldgDem}$
		jeklene prečke	$m_{Isb} k_{SIBldgDem}$
		jekleni stebri	$m_{Isc} k_{SIBldgDem}$
		jekleni moznički in vijaki	$(m_{Ist} + m_{Ibo}) k_{SIBldgDem}$
		spoji s pločevinami	$m_{Ipl} k_{SIBldgDem}$
	C2 transport	jeklena profilirana pločevina	$m_{Iss} k_{RERALT} / 10$
		jeklene prečke	$m_{Isb} k_{RERALT} / 10$
		jekleni stebri	$m_{Isc} k_{RERALT} / 10$
		jekleni moznički in vijaki	$(m_{Ist} + m_{Ibo}) k_{RERALT} / 10$
		spoji s pločevinami	$m_{Ipl} k_{RERALT} / 10$
		lesene prečke	$m_{twb} k_{RERALT} / 10$
		leseni stebri	$m_{twc} k_{RERALT} / 10$
		makro-komponenta	
	C3 obdelava odpadkov	beton uporabljen v stropovih namenjen v sortirnico	$m_{consl} eol_{srs} k_{Corr}$
		beton uporabljen v nosilni konstrukciji namenjen v sortirnico	$(m_{tcb} + m_{tcc}) eol_{srs} k_{Corr}$
		armaturne palice v sortirnico	$(m_{conrs} + m_{trs}) eol_{srs} k_{CHSPit}$
	C4 deponiranje	jeklena profilirana pločevina	$m_{Iss} (1 - eol_{sd}) k_{RERSILdf}$
		jeklene prečke	$m_{Isb} (1 - eol_{sbc}) k_{RERSILdf}$
		jekleni stebri	$m_{Isc} (1 - eol_{sbc}) k_{RERSILdf}$
		jekleni moznički in vijaki	$(m_{Ist} + m_{Ibo}) (1 - eol_{stbo}) k_{RERSILdf}$
		spoji s pločevinami	$m_{Ipl} (1 - eol_{spi}) k_{RERSILdf}$
		beton uporabljen v stropovih namenjen na deponijo	$m_{consl} [ (1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{confi}) k_{CHConLdf} ]$
		beton nosilne konstrukcije na deponijo	$(m_{tcb} + m_{tcc}) [ (1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const}) k_{CHConLdf} ]$
		armaturne palice na deponijo	$(m_{conrs} + m_{trs}) (1 - eol_{srs}) k_{CHSt}$
		lesene prečke	$m_{twb} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLdf})$
		leseni stebri	$m_{twc} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLdf})$
		makro-komponenta	
		celoten modul C	

Posebej obarvane celice v preglednici 8 označujejo zveze, ki so bile spremenjene oz. dodane v okviru projekta LVS3.

Z ozirom na dodane parametre, ki se nanašajo na pritlično etažo, so bile spremenjene sledeče enačbe:

Dodaten del je upoštevan v povezavi s transportom:

$$Macro - component_{C2} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{C2,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{C2,opening} + A_{roof} \cdot k_{C2,roof}$$

Celotna teža betona  $m_{consl,LVS3}$ :

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} \cdot A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

Armaturne palice namenjene v sortirnico:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) \cdot eol_{srs} \cdot k_{CHSPit}$$

Armaturne palice namenjene na deponijo:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) \cdot (1 - eol_{srs}) \cdot k_{CHSt}$$

Dodatni del je upoštevan za transport:

$$Macro - component_{C4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{C4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{C4,opening} + A_{roof} \cdot k_{C4,roof}$$

Vrednosti  $k_{C2,wall}$ ,  $k_{C4,wall}$ ,  $k_{C2,opening}$  in  $k_{C4,opening}$  so navedene v dodatku 4.

#### 4.3.2.4 Modul D

Enačbe, uporabljene za presojo okoljskih vplivov povezanih z modulom C, so predstavljene v preglednici 9.

Preglednica 9: Okoljski vplivi za modul D

modul D			
ponovno uporaben material in odpad zunaj meja sistema	D – ponovno uporaben material	beton v stropovih	- $m_{consl} \cdot val_{confl} \cdot k_{CHGr}$
		jeklena profilirana pločevina	- $m_{tss} (eol_{sd} - k_{RERSHDG0}) \cdot k_{GLO}$
		beton nosilne konstrukcije	- $(m_{tcb} + m_{tcc}) \cdot val_{consl} \cdot k_{CHGr}$
		jeklena armatura	- $(m_{conrs} + m_{trs}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$
		jeklene prečke	- $m_{tsb} [ (eol_{sbc} - k_{RERSISec0}) \cdot k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERSISec} - k_{SIAvg} / 1000) ]$
		jekleni stebri	- $m_{tsc} [ (eol_{sbc} - k_{RERSHDG0}) \cdot k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERSISec} - k_{SIAvg} / 1000) ]$
		jekleni mozniki in vijaki	- $(m_{tst} + m_{tbo}) (eol_{stbo} - k_{GLOSt0}) \cdot k_{GLO}$
		spoji s pločevinami	- $m_{tpj} (eol_{spl} - k_{RERSPI0}) \cdot k_{GLO}$
		lesene prečke	- $m_{twb} (inc_w \cdot k_{Wa} + (1 - inc_w) \cdot k_{EOR} \cdot k_{EUElec} / 3.6)$
		leseni stebri	- $m_{twc} (inc_w \cdot k_{Wa} + (1 - inc_w) \cdot k_{EOR} \cdot k_{EUElec} / 3.6)$
		makro-komponenta	
celoten modul D		vsota vseh količin iz modula D	

Posebej obarvane celice v preglednici 9 označujejo zveze, ki so bile spremenjene oz. dodane v okviru projekta LVS3.

Z ozirom na dodane parametre, ki se nanašajo na pritlično etažo, so bile spremenjene sledeče enačbe:

Celotna teža betona  $m_{consl,LVS3}$ :

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} \cdot A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

Vpliv jeklene armature:

$$-(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) \cdot (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$$

Dodatni del je upoštevan za transport:

$$Macro - component_D = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{D,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{D,opening} + A_{roof} \cdot k_{D,roof}$$

Vrednosti  $k_{D,wall}$ ,  $k_{D,wall}$ ,  $k_{D,opening}$  in  $k_{D,opening}$  so navedene v dodatku 4.

## 5 REZULTATI PROGRAMA

Rezultati so v programu Ameco predstavljeni v skladu z načini, med katerimi lahko izbiramo v meniju *Rezultati*. Pri tem lahko uporabnik izbira med različnimi možnostmi prikaza:

- računski list;
- histogram ali peglednica za izbran okoljski vpliv. Možnost s histogramom vključuje posebej prikazan rezultat za module A, C, D in tudi skupen rezultat za module od A do C in module od A do D;
- polarni grafikon s skupnim prikazom modulov od A do C in od A do D za vse vplive.

Podroben prikaz rezultatov za fazo uporabe bo predstavljen v za to izbranih preglednicah računskega lista, in sicer na način, ki je opisan v poglavju 5.1. Rezultati vplivov bodo predstavljeni tako na podlagi računskih listov kot tudi z grafičnim vmesnikom.

### 5.1 Podroben prikaz rezultatov za fazo uporabe

Tabele z rezultati za fazo uporabe bodo predstavljeni v obliki računskih listov, in sicer: en list za prikaz potrebne energije za ogrevanje prostorov, en list za prikaz energije potrebne za hlajenje prostorov, en računski list za energijske potrebe iz naslova proizvodnje tople sanitarne vode (DHW), en list za pregled celotnih energijskih potreb in nazadnje en list namenjen rezultatom solarnih toplotnih dobitkov.

Predstavitve rezultatov v obliki računskih listov temelji na osnovi Excelovih datotek, pripravljenih s strani Univerze v Coimbri, kot je to prikazano v nadaljevanju.

#### 5.1.1 Potrebna energija za ogrevanje prostorov

Za prenos toplote s transmisijo je prikazana vsota pozitivnih deležev tekom meseca. Prikaz rezultatov tako vključuje:

$$\begin{aligned}
 Q_{tr,walls} &= \sum_m \max(Q_{tr,walls}(m), 0) \\
 Q_{tr,glazing} &= \sum_m \max(Q_{tr,glazing}(m), 0) \\
 Q_{tr,ext, floor} &= \sum_m \max(Q_{tr,ext, floor}(m), 0) \\
 Q_{tr,roof} &= \sum_m \max(Q_{tr,roof}(m), 0) + \max(Q_{tr,pitchedroof}(m), 0) \\
 Q_{tr,ground} &= \sum_m \max(Q_{tr,ground}(m), 0) \\
 Q_{tr,total} &= \sum_m \max(Q_{tr}(m), 0)
 \end{aligned}$$

Za prenos toplote s prezračevanjem in toplotne dobitke so vsote izračunane na sledeč način:

$$\begin{aligned}
 Q_{ve} &= \sum_m \max(Q_{ve}(m), 0) \\
 Q_{sol,glaz} &= \sum_m \max(Q_{sol,glazing}(m), 0)
 \end{aligned}$$



$$Q_{sol,opaq} = \sum_m Q_{sol,walls}(m)$$

$$Q_{int} = \sum_m Q_{int}(m)$$

Histogram prikazuje razčlenitev vira prenosa toplote (prenos toplote s transmisijo in prenos toplote s prezračevanjem).

Poleg omenjenih količin so v rezultatih prikazane vrednosti mesečne potrebne energije za ogrevanje prostorov in pripadajoče vrednosti globalnih količin. Prav tako so izračunane vrednosti na kvadratni meter neprezračevanega prostora.

ENERGY FOR SPACE HEATING											Heating season length: 4.5		
HEAT TRANSFER BY TRANSMISSION						HEAT TRANSFER BY VENTILATION			HEAT GAINS				
$Q_{tr,WALLS}$	$Q_{tr,GLAZING}$	$Q_{tr,EXT FLOOR}$	$Q_{tr,ROOF}$	$Q_{tr,GROUND}$	$Q_{tr,TOTAL}$	$Q_{ve}$			GLAZED	OPAQUE	INTERNAL		
2395.1	4373.4	321.2	0.0	782.0	9038.0	2849.2			$Q_{sol,GLAZ}$	$Q_{sol,OPAQ}$	$Q_{int}$		
									17162.7	470.0	6679.3		
ENERGY NEED FOR HEATING													
$Q_{ht,nd}$	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
kWh	211.5	140.5	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.7	178.3	
$kWh/m^2$	1.7	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4	
ENERGY BREAKDOWNS													
BUILDING TOTALS FOR HEATING													
ENERGY NEED												681.8	kWh/year
												5.5	$kWh/m^2/year$
DELIVERED ENERGY				170.4	kWh/yea	PRIMARY				49.4	kgoe/yea		
COP: 4				1.4	$kWh/m^2$	$f_{comp}$ : 0.29				0.4	$kgoe/m^2$		

Slika 2: Prikaz rezultatov energijskih potreb za ogrevanje prostorov s pomočjo Excelovega delovnega lista

### 5.1.2 Potrebna energija za hlajenje prostorov

Za režim hlajenja so izračunane vrednosti enakih količin kot v primeru ogrevanja, zato so tudi rezultati prikazani na podoben način kot pri ogrevanju, slika 3.

ENERGY FOR SPACE COOLING											Cooling season length: 5.2		
HEAT TRANSFER BY TRANSMISSION						HEAT TRANSFER BY VENTILATION			HEAT GAINS				
$Q_{tr,WALLS}$	$Q_{tr,GLAZING}$	$Q_{tr,EXT FLOOR}$	$Q_{tr,ROOF}$	$Q_{tr,GROUND}$	$Q_{tr,TOTAL}$	$Q_{ve}$			GLAZED	OPAQUE	INTERNAL		
4278.0	9914.4	573.8	0.0	1458.3	18460.5	10517.4			$Q_{sol,GLAZ}$	$Q_{sol,OPAQ}$	$Q_{int}$		
									8836.4	565.1	7547.6		
ENERGY NEED FOR COOLING													
$Q_{c,nd}$	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	334.1	676.9	853.7	717.0	578.4	78.9	0.0	0.0	
$kWh/m^2$	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	5.5	6.9	5.8	4.7	0.6	0.0	0.0	
ENERGY BREAKDOWNS													
BUILDING TOTALS FOR COOLING													
ENERGY NEED												3239.1	kWh/year
												26.2	$kWh/m^2/year$
DELIVERED ENERGY				1079.7	kWh/yea	PRIMARY				313.1	kgoe/yea		
COP: 3				8.7	$kWh/m^2$	$f_{comp}$ : 0.29				2.5	$kgoe/m^2$		

Slika 3: Prikaz rezultatov energijskih potreb za hlajenje prostorov s pomočjo excelovega delovnega lista

### 5.1.3 Potrebna energija za proizvodnjo DHW

Za proizvodnjo tople sanitarne vode (angl. DHW production) so prikazane le vrednosti mesečne potrebne energije in pripadajoče letne vrednosti, kot je to prikazano na sliki 4.

ENERGY NEED FOR DHW PRODUCTION												
$Q_{C,nd}$	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh	217.8	203.3	225.1	217.8	225.1	217.8	225.1	225.1	217.8	225.1	217.8	225.1
$kWh/m^2$	1.8	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
BUILDING TOTALS FOR DHW PRODUCTION												
ENERGY NEED		2642.6	kWh/year									
		21.3	$kWh/m^2/year$									
DELIVERED ENERGY		2936.3	kWh/yea	PRIMARY ENERGY		851.5	kgoe/year					
$\eta$ :		0.90	23.7 $kWh/m^2$	$f_{DHW}$ :		0.29	6.9 $kgoe/m^2/year$					

Slika 4: Prikaz rezultatov energijskih potreb za proizvodnjo DHW s pomočjo excelovega delovnega lista

### 5.1.4 Prikaz celotne potrebne energije

Eden izmed prikazov je namenjen predstavitvi celotne energijske potrebe stavbe. Posamezne vrednosti so določene z upoštevanjem sledečih enačb:

$$Q_{H+C,nd}(m) = Q_{H,month}(m) + Q_{C,month}(m)$$

$$Q_{T,nd}(m) = Q_{H,month}(m) + Q_{C,month}(m) + Q_{DHW,month}(m)$$

Celotna letna potrebna energija je izračunana kot vsota letne potrebne energije za ogrevanje, letne potrebne energije za hlajenje prostorov ter letne potrebne energije za proizvodnjo DHW. Na enak način sta določeni tudi celotna dovedena in primarna energija.

ENERGY TOTALS (DHW + HEATING + COOLING)												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
$Q_{H+C,nd}$ (kWh)	211.5	140.5	52.7	0.0	334.1	676.9	853.7	717.0	578.4	78.9	98.7	178.3
$Q_{T,nd}$ (kWh)	429.3	343.8	277.7	217.8	559.2	894.7	1078.8	942.0	796.2	304.0	316.5	403.4
$Q_{DHW,nd}$ (kWh)	217.8	203.3	225.1	217.8	225.1	217.8	225.1	225.1	217.8	225.1	217.8	225.1
BUILDING TOTALS PER YEAR												
TOTAL ENERGY NEED		6563.5	kWh/year									
		53.0	$kWh/m^2/year$									
TOTAL DELIVERED ENERGY		4186.4	kWh/yea	TOTAL PRIMARY ENERGY		1214.1	kgoe/year					
		33.8	$kWh/m^2$			9.8	$kgoe/m^2/year$					

Slika 5: Prikaz rezultatov celotne potrebne energije s pomočjo excelovega delovnega lista

### 5.1.5 Sončni toplotni dobitki

Vrednosti mesečnih solarnih toplotnih dobitkov, ki se nanašajo na zasteklitve in stene, so prikazane v dveh ločenih preglednicah, glej sliko 6.

SOLAR HEAT GAINS												
HEATING MODE												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
$Q_{sol, GLAZED}$ (kWh)	1121.8	1069.1	1554.4	1673.5	1671.9	1712.5	1770.3	1803.8	1589.4	1393.5	918.3	884.1
$Q_{sol, OPAQUE}$ (kWh)	-10.1	0.9	39.1	64.5	73.7	89.7	94.7	86.5	51.9	21.1	-16.6	-25.3
COOLING MODE												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
$Q_{sol, GLAZED}$ (kWh)	435.2	559.9	736.4	846.6	1066.5	1037.3	991.2	803.3	738.7	614.1	524.0	483.0
$Q_{sol, OPAQUE}$ (kWh)	-4.4	6.5	47.4	73.8	83.3	99.9	105.2	96.9	60.6	28.5	-11.9	-20.8

Slika 6: Prikaz rezultatov solarnih toplotnih dobitkov s pomočjo excelovega delovnega lista

## 5.2 Globalni rezultati za fazo uporabe

Glavni namen programa Ameco je določitev ocene okoljskih vplivov, zato mora biti podroben prikaz rezultatov izračunanih za fazo uporabe ovrednoten v smislu vplivov na okolje. S tem namenom je za vsakega od 24 obravnavanih vplivov uporabljena sledeča procedura:

$$ModuleB_{impact} = Q_{heating, delivered} \cdot k_{heating} + Q_{cooling, delivered} \cdot k_{cooling} + Q_{DHW, delivered} \cdot k_{DHW}$$

kjer so vrednosti  $k_{heating}$ ,  $k_{cooling}$  in  $k_{DHW}$  odvisne od tipa energije (vrsta energenta) in okoljskega vpliva, v skladu s preglednico 10.

Preglednica 10: Faktorji vpliva za fazo uporabe

kratica	opis	elektrika	plin	tekočina	trdnina	biomasa	enota
<b>Okoljski vplivi</b>							
GWP	potencial globalnega segrevanja	4,82E-01	4,84E-01	4,33E-01	2,92E-01	0	tCO <sub>2</sub> eq
ODP	potencial razgradnje ozona	4,32E-10	7,97E-11	3,11E-11	3,02E-11	0	t <sub>CF</sub> eq
AP	potencial zakisljevanja	2,28E-03	1,61E-03	2,95E-03	1,34E-03	0	t <sub>SO2</sub> eq
EP	potencial evtrofikacije	1,20E-04	7,85E-05	1,46E-04	1,70E-04	0	t <sub>PO4</sub> eq
POCP	potencial fotokemičnega nastanka ozona	1,34E-04	3,49E-04	4,41E-04	1,43E-04	0	t <sub>Etheneeq</sub>
ADP-e	potencial porabe abiotičnih virov - elementi	6,63E-08	1,18E-07	1,04E-07	5,01E-09	0	t <sub>S</sub> eq
ADP-ff	Potencial porabe abiotičnih virov – fosilna goriva	8,48E+00	5,02E+01	5,07E+01	2,79E+01	0	GJ NCV
<b>Poraba virov, odpadnega materiala in goriv</b>							
RPE	poraba obnovljive primarne energije, brez upoštevanja obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine	1,41E+00	2,41E-01	8,53E-02	5,72E-02	0	GJ NCV
RER	poraba obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine	0	0	0	0	0	GJ NCV
RPE-total	celotna poraba obnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine)	1,41E+00	2,41E-01	8,53E-02	5,72E-02	0	GJ NCV
Non-RPE	poraba neobnovljive primarne energije, brez upoštevanja neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine	4,90E+00	5,05E+00	8,06E+00	1,28E+00	0	GJ NCV
Non-RER	poraba neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine	3,60E+00	4,52E+01	4,26E+01	2,66E+01	0	GJ NCV
Non-RPE-total	celotna poraba neobnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine)	8,50E+00	5,03E+01	5,07E+01	2,79E+01	0	GJ NCV
SM	poraba odpadnega materiala	0	0	0	0	0	t
RSF	Poraba obnovljivih odpadnih goriv	1,73E-04	3,37E-04	2,97E-04	1,53E-05	0	GJ NCV
Non-RSF	poraba neobnovljivih odpadnih goriv	1,82E-03	3,54E-03	3,13E-03	1,60E-04	0	GJ NCV
NFW	neto poraba sladke vode	1,84E+00	3,12E-01	1,36E-01	6,88E-02	0	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
<b>ostale okoljske informacije za opis kategorij odpadkov</b>							
HWD	deponirani nevarni odpadki	0	0	0	0	0	t
Non-HWD	deponirani nenevarni odpadki	1,92E+00	3,32E-01	1,10E-01	4,94E+00	0	t
RWD	deponirani radioaktivni odpadki	1,25E-03	2,07E-04	6,31E-05	2,47E-05	0	t

Preglednica 10: Faktorji vpliva za fazo uporabe (nadaljevanje)

ostale okoljske informacije za opis izhodnih materialnih tokov							
kratica	opis	elektrika	plin	tekočina	trdnina	biomasa	enota
CR	komponente namenjene ponovni uporabi.	0	0	0	0	0	t
MR	materiali za reciklažo	0	0	0	0	0	t
MER	materiali za energetska predelavo	0	0	0	0	0	t
EE	izvožena energija	0	0	0	0	0	t

## 6 NAVODILA ZA UPORABO PROGRAMA AMECO 3

AMECO3 omogoča izračun okoljskih vplivov za poljuben tip stavbe oziroma mostu. Pri analizi stavb program omogoča tudi izračun potrebne energije za obratovanje stavbe, vključno s porabo energije za ogrevanje, hlajenje oziroma za oskrbo s toplo sanitarno vodo.

Navodila predstavljena v tem poglavju so namenjena dopolnitvi že obstoječih navodil vključenih v programskem meniju *Pomoč* prejšnje različice programa AMECO. V glavnem gre pri tem za navodila v zvezi z nadgradnjo programa, ki je bila izvedena v okviru projekta LVS<sup>3</sup> v zvezi z analizo stavb.

V programu so vključeni različni moduli za podajanje vhodnih podatkov in nadaljno analizo parametrov. Prikaz posameznih modulov lahko uporabnik izbira v orodni vrstici, prikazani pod zavihkom *Rezultati*, in so prikazani v delovnem območju grafičnega vmesnika. Za celotno analizo stavbe, vključno s fazo uporabe, program vsebuje sledeče module:

- Projekt
- Stavba
- Ovoj
- Talna plošča
- Streha
- Zasedenost
- Sistemi
- Etaže
- Nosilna konstrukcija
- Transport
- Rezultati

V primeru izbire "Samo konstrukcija" (angl. "Structure only") v zavihku *Stavba* in pripisane možnosti "Da", so na voljo le spodaj navedeni moduli:

- Projekt
- Stavba
- Etaže
- Nosilna konstrukcija
- Transport

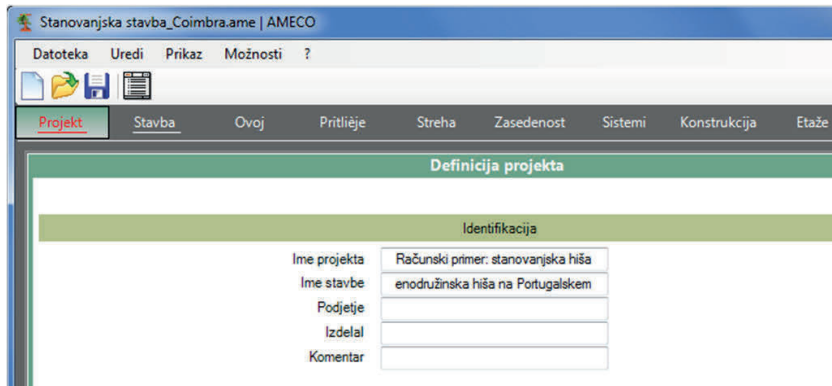
Uporabnik lahko sam izbere namen izračuna tekom modula *Stavba*.

### 6.1 Projekt

V tem modulu so na voljo parametri, s katerimi definiramo projekt. Definirani parametri se kasneje uporabijo za podatke na računskem listu. Definicija parametrov ni obvezna - prazna polja ne vplivajo na nadaljni izračun v programu. Na voljo je pet parametrov za opis projekta:

- ime projekta
- ime stavbe
- ime podjetja zadolženega za izvedbo študije
- ime uporabnika
- komentar

Vnos prejšnjih parametrov je opciski, saj nadaljni izračun tudi ni odvisen od njih.



Slika 7: Prikaz definicije projekta

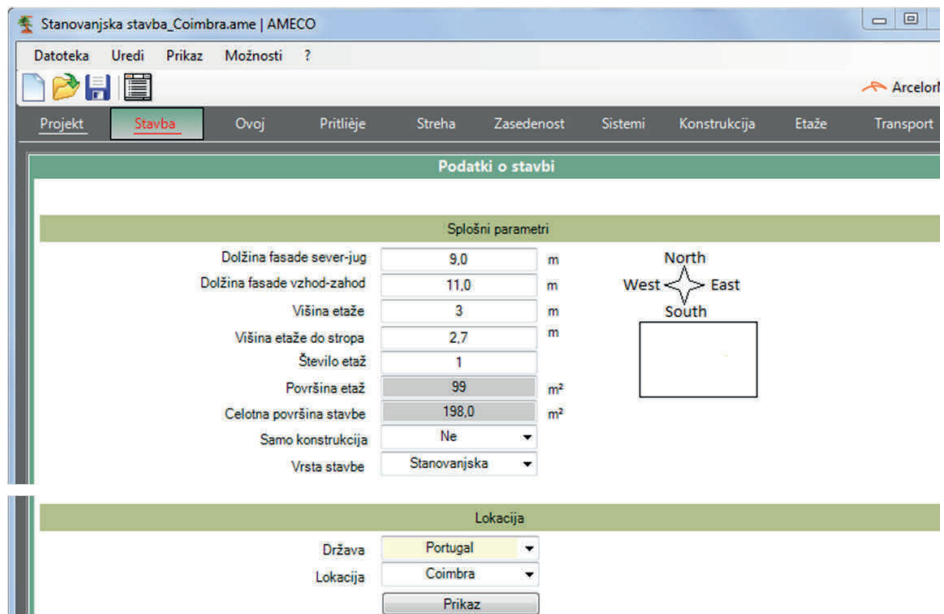
## 6.2 Stavba

### 6.2.1 Splošni parametri

V tem modulu uporabnik poda splošne parametre stavbe:

- dolžina stranic na južni oz. severni strani  $l_b$ ;
- dolžina stranic na vzhodni oz. zahodni strani  $w_b$ ;

Določitev zgornjih parametrov omogoča definicijo orientiranosti stavbe. V programu AMECO je mogoče podati le pravokotno obliko stavbe.



Slika 8: Glavne karakteristike stavbe. Vključen je izračun za fazo uporabe

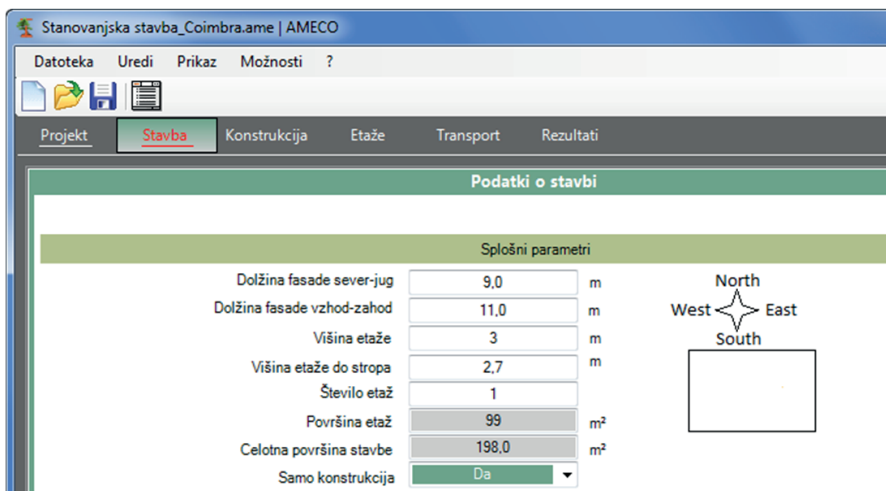


Slika 9: Oblika stavbe

- višina etaže;
- število etaž  $n$ ;
- celotna površina vmesnih etaž, ki je določena na podlagi prej podanih vrednosti. Izračun temelji na sledeči enačbi:  $a_{def, floors} = n l_b w_b$ , pri čemer je upoštevano, da je površina vseh etaž enaka, pri tem pa površina pritličja ni upoštevana;
- celotna površina stavbe, izračunana z upoštevanjem  $N+1$  etaž;
- namen izračuna uporabnik poda pod možnostjo "Samo konstrukcija".

Z izbrano možnostjo "Da" lahko uporabnik izpusti izračune v zvezi s porabo energije. V tem primeru se izračunajo le okoljski vplivi iz naslova v konstrukciji stavbe uporabljenih materialov. Pri tem so upoštevane primarne prečke in stebri, kot tudi etažne konstrukcije. Prav tako se upošteva pripadajoč vpliv omenjenih konstrukcijskih elementov zaradi transporta.

Če uporabnik izbere možnost "Ne", se v visečem meniju prikažejo dodatni moduli, povezani z definicijo parametrov za izračun potrebne energije za obratovanje stavbe. Prvo prikazano polje, v primeru vključene faze uporabe, je tip stavbe.



Slika 10: Glavne karakteristike stavbe. Izračun za fazo uporabe je izključen

- Tip stavbe uporabnik izbere iz priloženega seznama. Izbirati je mogoče med sledečimi možnostmi:
  - stanovanjska stavba
  - poslovni prostori
  - trgovina
  - industrijska stavba;



The screenshot shows the AMECO software interface for a residential building project. The window title is "Stanovanjska stavba\_Coimbra.ame | AMECO". The menu bar includes "Datoteka", "Uredi", "Prikaz", and "Možnosti ?". The main menu has "Projekt", "Stavba", "Ovoj", "Pritliče", "Streha", "Zasedenost", "Sistemi", "Konstrukcija", and "Etaže". The "Stavba" tab is active, displaying "Podatki o stavbi" (Building Data).

The "Splošni parametri" (General Parameters) section includes the following fields:

Dolžina fasade sever-jug	9,0	m
Dolžina fasade vzhod-zahod	11,0	m
Višina etaže	3	m
Višina etaže do stropa	2,7	m
Število etaž	1	
Površina etaž	99	m <sup>2</sup>
Celotna površina stavbe	198,0	m <sup>2</sup>
Samo konstrukcija	Ne	
Vrsta stavbe	Stanovanjska	

The "Vrsta stavbe" dropdown menu is open, showing options: "Stanovanjska", "Poslovni prostori", "Trgovina", and "Industrijska". To the right of the parameters is a compass rose with "North", "West", "East", and "South" labels, and a small rectangular box below it.

The "Lokacija" (Location) section includes:

Država	Portugal
Lokacija	Coimbra
Prikaz	

Slika 11: Izbira tipa stavbe

Tip stavbe vpliva le na izračun v zvezi s fazo uporabe, saj uporabniki stavbe lahko vplivajo le na porabo energije med obratovanjem. Na primer, sistem umetne osvetlitve povzroča dodatno segrevanje prostorov, kar lahko povzroča dodatno zahtevo po hlajenju.

Za vsak tip stavbe posebej je definiran specifičen scenarij uporabe, kot npr. zasedenost, osvetlitev in razpored med posameznimi conami z različnimi funkcijami znotraj stavbe, ki je izražen z deležem celotne etažne površine. Podrobnejši opis scenarija uporabe za vsak tip stavbe posebej je prikazan v nadaljnjih poglavjih tega dokumenta.

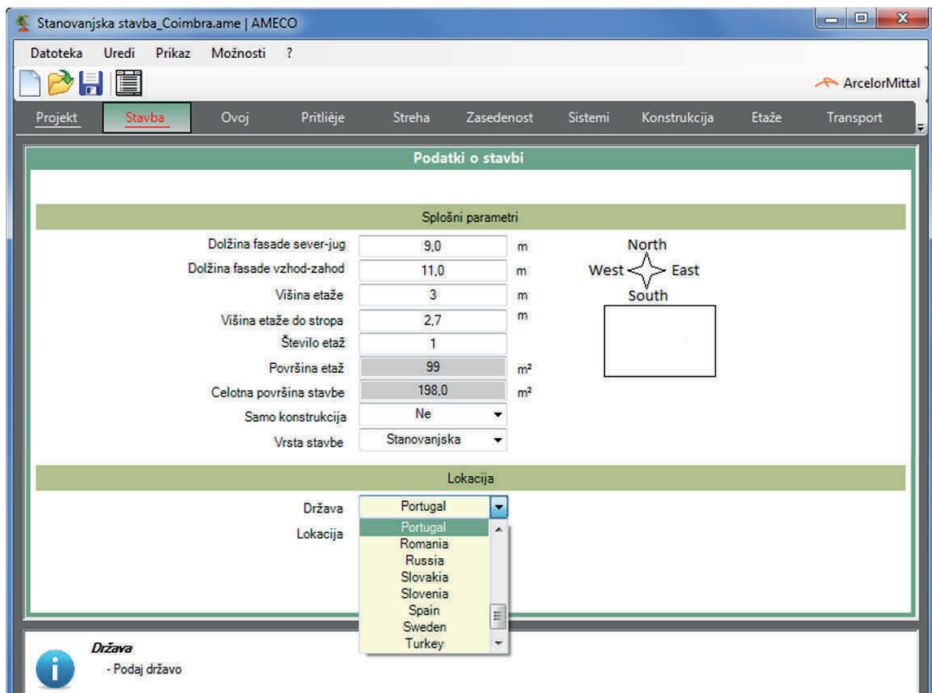
### 6.2.2 Lokacija

V spodnjem razdelku modula *Stavba* uporabnik definira lokacijo stavbe. Pri tem je potrebno izbrati:

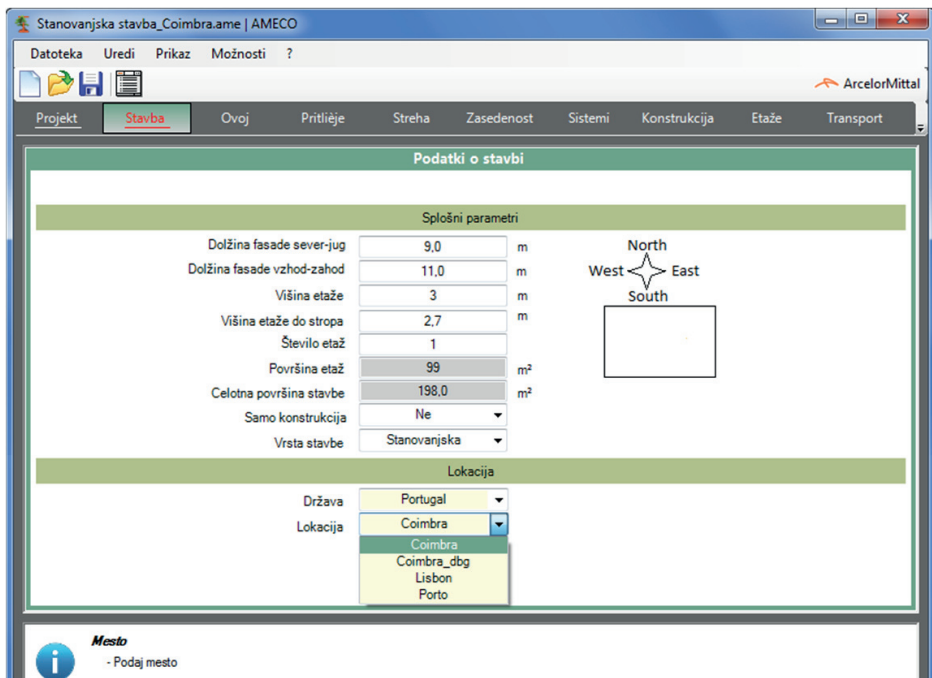
- državo;
- in pripadajoče mesto;

V podatkovni bazi programa AMECO3 je zbranih 23 držav in 48 mest:

Država	Mesto
Avstrija	Dunaj, Gradec
Belorusija	Minsk
Belgija	Bruselj
Češka	Praga
Anglija	London
Finska	Helsinki, Tampere
Francija	Nantes, Pariz, Montpellier, Marseille, Nica
Nemčija	Berlin, Munchen, Hamburg
Grčija	Thesaloniki, Atene
Italija	Milano, Rim, Sanremo, Genova
Nizozemska	Amsterdam
Norveška	Oslo
Poljska	Varšava
Portugalska	Lizbona, Porto, Coimbra
Romunija	Bukarešta, Timisoara
Rusija	Moskva, Arhangelsk
Slovaška	Bratislava
Slovenija	Ljubljana
Španija	Madrid, Barcelona, Sevilja, La Korunja, Salamanca, Vigo, Bilbao
Švedska	Stockholm, Kiruna, Ostersund
Švica	Zurich
Turčija	Istambul, Ankara
Ukrajina	Kijev



Slika 12: Izbira države



Slika 13: Izbira pripadajočega mesta

S klikom na gumb *Prikaz* lahko uporabnik pogleda klimatske podatke v zvezi z izbranim mestom, kot je to prikazano na spodnji sliki:

Mesec	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junj	Julj	Avgust	September	Oktober	November	December	
Zunanja temperatura	9,6	11,0	12,7	13,1	15,6	19,0	20,8	21,1	20,6	16,9	12,2	11,2	°C
Vpadno sončno sevanje iz severa	25,0	35,4	48,2	59,4	71,6	79,3	71,7	61,5	51,7	38,9	28,9	23,6	W/m <sup>2</sup>
Vpadno sončno sevanje iz vzhoda	55,7	68,3	97,4	124,0	127,8	135,0	134,8	125,0	105,4	76,3	50,5	44,4	W/m <sup>2</sup>
Vpadno sončno sevanje iz juga	141,9	129,0	152,3	142,5	114,9	113,6	120,6	147,7	154,5	153,0	112,3	112,1	W/m <sup>2</sup>
Vpadno sončno sevanje iz zahoda	57,5	68,0	98,3	124,0	129,0	150,0	151,7	147,7	112,7	88,9	49,5	43,7	W/m <sup>2</sup>
Vpadno sončno sevanje na strehi	97,8	107,7	170,8	220,7	241,7	277,4	282,7	260,3	197,9	138,4	84,4	69,7	W/m <sup>2</sup>
Delež nočnega časa v dnevu	0,585	0,542	0,484	0,438	0,386	0,375	0,375	0,406	0,471	0,508	0,583	0,590	
Delež aktiviranih senčil (sever)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Delež aktiviranih senčil (vzhod)	0,570	0,490	0,600	0,640	0,620	0,630	0,670	0,650	0,630	0,510	0,340	0,300	
Delež aktiviranih senčil (jug)	0,860	0,810	0,830	0,800	0,660	0,650	0,720	0,810	0,840	0,850	0,790	0,800	
Delež aktiviranih senčil (zahod)	0,600	0,490	0,620	0,620	0,570	0,680	0,710	0,720	0,650	0,610	0,330	0,340	

Slika 14: Lokacijski podatki

### 6.2.3 Ovoj stavbe

V zgornjem območju razdelka za definicijo stavbnega ovoja, uporabnik dostopa do parametrov fasade:

- površina sten, ki se samodejno izračuna za vsako stran stavbe. Vrednosti so dobljene s pomnožitvijo ustrezne dolžine stene z višino etaže ter z vrednostjo števila etaž + 1;
- površina odprtín za vsako stran stavbe, izražena z deležem celotne površine fasade.

Definicija ovoja stavbe					
Fasada					
Smer	Sever	Vzhod	Jug	Zahod	
Površina fasade	54	66	54	66	m <sup>2</sup>
Površina odprtín	13	17,3	15,6	4,3	%

Lastnosti fasade		
Tip stene	Lahek jekleni fasadni panel (PUR)	
Vrednost U sten	0,296	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Tip odprtine	Dvojna zasteklitev	
Koeficient U za odprtina	2,9	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Tip in barva senčila	Brez senčila	
Tip rolete	Brez rolete	

Slika 15: Opis ovoja stavbe

Lastnosti fasadne so določene v spodnjem delu razdelka:

- tip stene, ki predstavlja fasadni sestav.

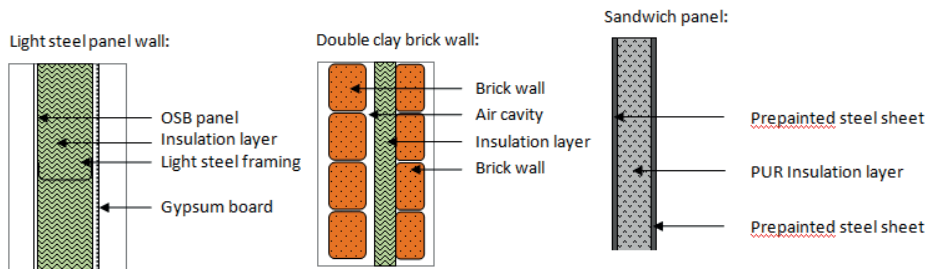
V programu AMECO3 so definirani trije glavni tipi sten:

- lahek jeklen fasadni panel;
- dvojni opečni zid;
- sendvič panel.

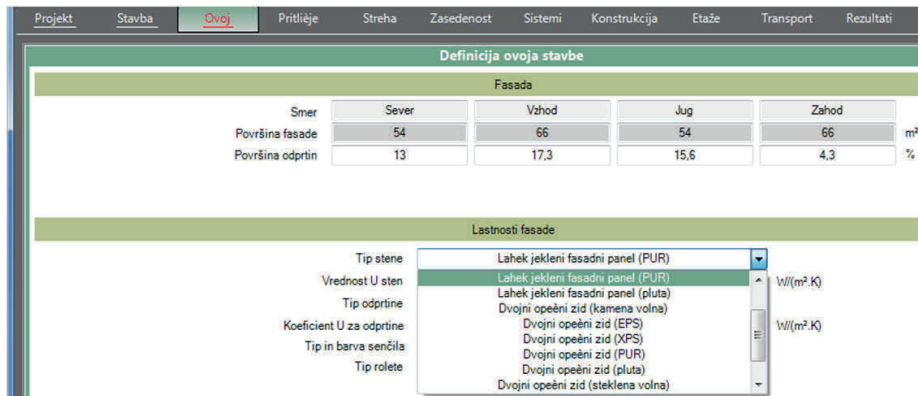
- Lahek jeklen fasadni panel in dvojni opečni zid sta na voljo v več variantah, in sicer glede na različni izolacijski material:
  - kamena volna;
  - EPS (ekspandiran polistiren);
  - XPS (ekstrudiran polistiren);
  - PUR (poliuretan).

Sandvič paneli vsebujejo poliuretansko polnilo. Upoštevani sta dve različni debelini panelov: 80mm in 200 mm.

Upoštevani tipi sten so prikazani na spodnji sliki:



Slika 16: Shematski prikaz in opis komponent upoštevanih tipov sten v programu AMECO3



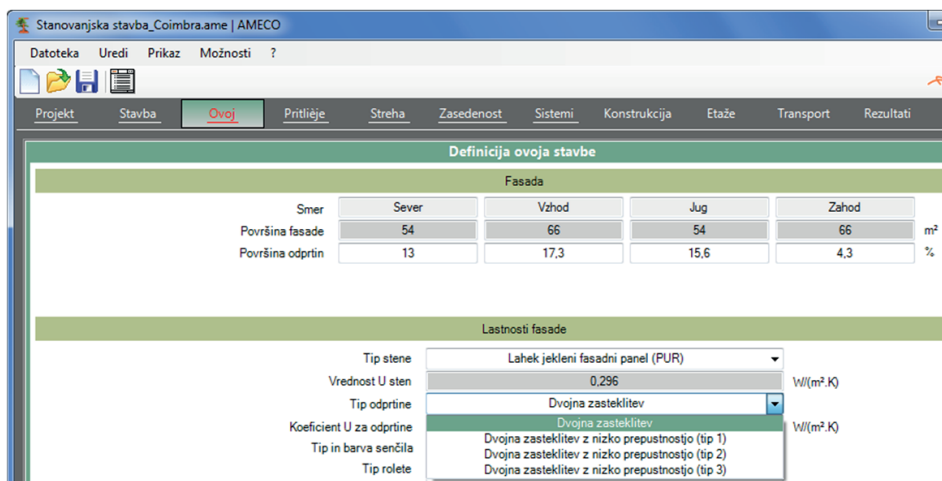
Slika 17: Izbira tipa stene

Opis pripadajočih okoljskih vplivov za vse tipe sten je podan v dokumentu teoretične osnove.

- Vrednost U, poznan kot faktor toplotne prehodnosti, je prikazan glede na izbiro uporabnika.

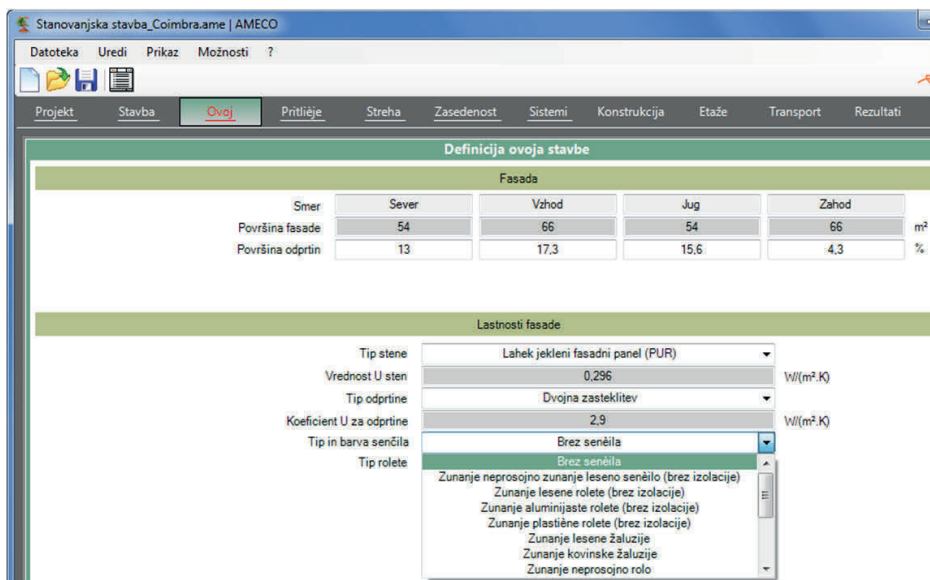
Vrednosti U za upoštevane tipe sten so bile izračunane z upoštevanjem vsebovanih toplotnih mostov.

- Tipi odprtin, z različnimi vrednostmi U za sledeče konfiguracije:
  - dvojna zasteklitev;
  - dvojna zasteklitev z nizko prepustnostjo (tip 1);
  - dvojna zasteklitev z nizko prepustnostjo (tip 2);
  - dvojna zasteklitev z nizko prepustnostjo (tip 3).



Slika 18: Izbira tipa odprtín

- Vrednost U za izbran tip okna;
- Tip naprave za senčenje, pri čemer lahko uporabnik izbira med:
  - brez senčila
  - zunanje neprosojno leseno senčilo (brez izolacije)
  - zunanje lesene rolete (brez izolacije)
  - zunanje aluminijaste rolete (brez izolacije)
  - zunanje plastične rolete (brez izolacije)
  - zunanje lesene žaluzije
  - zunanje kovinske žaluzije
  - zunanji neprosojni rolo



Slika 19: Izbira naprave za senčenje (zastor pred soncem)

- Tip senčila. Uporabnik lahko izbira med:
  - brez senčila
  - zunanje neprosojno leseno senčilo (brez izolacije)
  - zunanje lesene rolete (brez izolacije)
  - zunanje aluminijaste rolete (brez izolacije)
  - zunanje plastične rolete (brez izolacije)
  - zunanje lesene žaluzije
  - zunanje kovinske žaluzije
  - zunanji naprosojni rolo



Slika 20: Izbira tipa senčila (nanaša se na zastiranje pred izgubo energije v nočnem času)

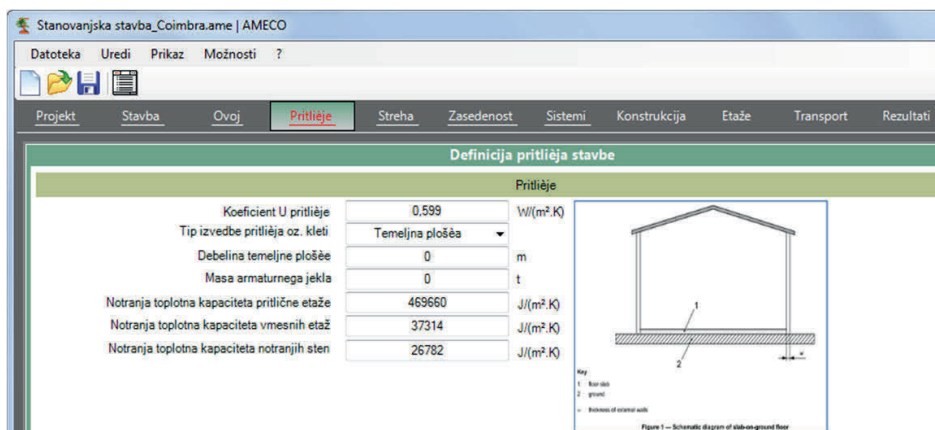
### 6.2.4 Talna plošča

V tem modulu so podane karakteristike temeljne plošče:

- vrednost U temeljne plošče. Vrednost zavisi od kvalitete uporabljene izolacije;
- tip talne plošče, pri čemer lahko uporabnik izbira med dvema različicama:
  - talna plošča na terenu ;
  - dvignjena talna plošča (prezračevanje med terenom in ploščo) oz. talna plošča nad kletjo.

Tip oziroma karakteristike temeljne plošče vplivajo na toplotno obnašanje stavbe. Parametri, ki vplivajo na to, so že vnaprej podani kot privzete vrednosti, kar poenostavi uporabo grafičnega vmesnika programa. Vnaprej definirani parametri s privzetimi vrednostmi so natančno opisani v dokumentu teoretične osnove.

- debelina talne plošče, v metrih, in
- celotna masa vgrajene armature, v tonah.



Slika 21: Opis talne plošče

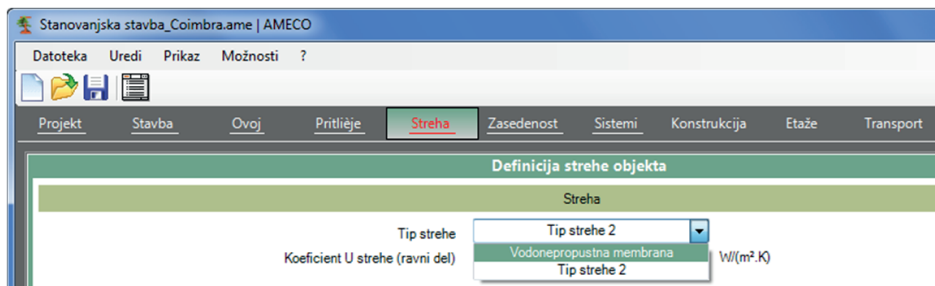
### 6.2.5 Streha

V tem modulu je definirana komponenta strehe:

- tip strehe;
- prikazana je pripadajoča vrednost faktorja U.

V programu lahko izbiramo med dvema tipoma strehe:

- vodonepropustna membrana (strešna pločevina) ;
- tip strehe 2.



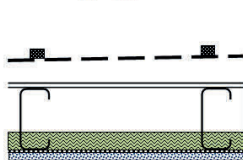
Slika 22: Izbira komponente strehe



Weatherproof membrane steel roof:



Roof type 2 :



- Cement slab
- XPS slab
- Air cavity
- Waterproof film
- XPS
- Concrete screed
- OSB
- Air cavity + steel framing
- Rock wool
- Gypsum board

Slika 23: Upoštevana tipa strehe v programu AMECO3

### 6.2.6 Zasedenost

V tem modulu so definirani notranji bivalni pogoji, ki so upoštevani v nadaljnjih izračunih:

- nastavljena temperatura ogrevanja, v stopinjah, pri kateri se aktivira ogrevalni sistem, če notranja temperatura pade pod to vrednost;
- nastavljena temperatura hlajenja, v stopinjah, pri kateri se aktivira sistem za hlajenje, če notranja temperatura naraste nad to vrednost;
- stopnja pretoka zraka v režimu ogrevanja, merjena v količini izmenjenega zraka na uro;
- stopnja pretoka zraka v režimu hlajenja.



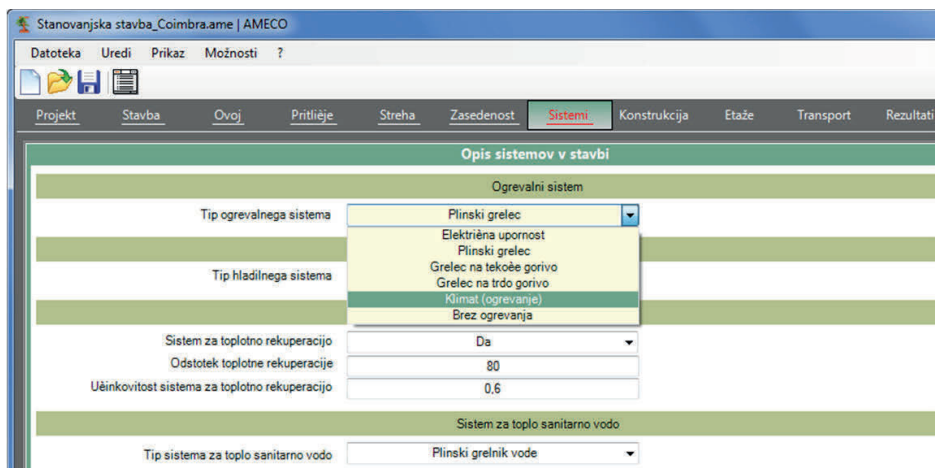
Slika 24: Parametri povezani s scenarijem zasedenosti v primeru stanovanjske stavbe

Vrednosti zgoraj omenjenih parametrov ni mogoče spreminjati in so neposredno odvisne od izbranega tipa stavbe v modulu *Stavba*.

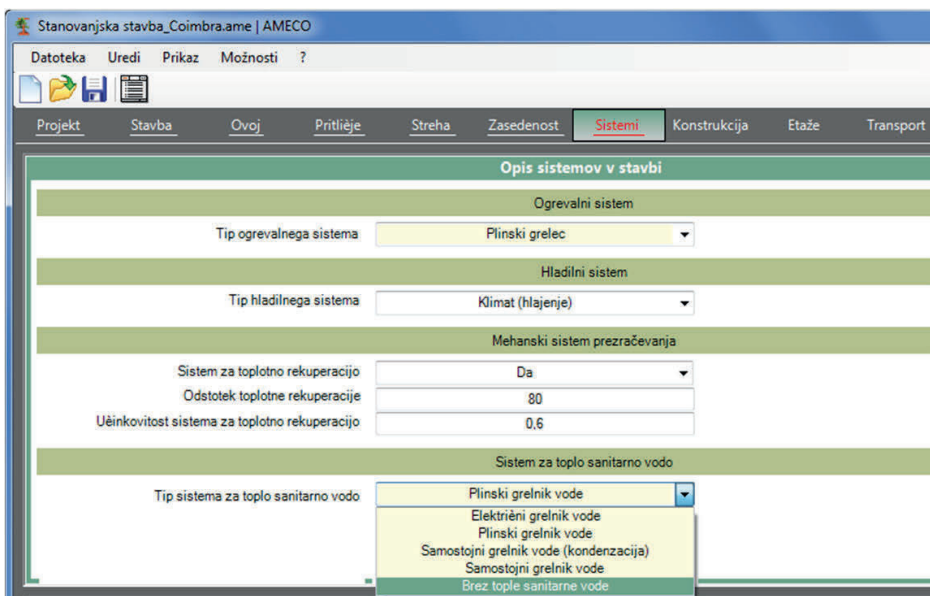
### 6.2.7 V stavbo vgrajeni sistemi

Modul je namenjen definiciji aktivnih energetskega sistemov.

- Tip ogrevalnega sistema, pri čemer uporabnik izbira med:
  - električni uporovni grelec,
  - plinski grelec,
  - grelec na tekoče gorivo,
  - grelec na trdo gorivo,
  - ogrevanje s klimatom,
  - brez ogrevanja.
- Tip hladilnega sistema, ki je lahko:
  - hlajenje s klimatom,
  - kompresorska hladilna naprava,
  - absorpcijska hladilna naprava,
  - brez hlajenja.
- Sistem za toplotno rekuperacijo. Vrednost tega parametra, izražena v procentih, mora biti podana v primeru, ko je stavba opremljena s prezračevalnim sistemom, ki vsebuje dvojni tok. V primeru naravnega prezračevanja, se sistem za toplotno rekuperacijo ne upošteva.
- Tip sistema za oskrbo s toplo sanitarno vodo (angl. domestic hot water - DHW), ki ga uporabnik izbere iz spodnjega seznama:
  - električni grelnik vode,
  - plinski grelnik vode,
  - samostojni kondenzacijski grelnik vode,
  - samostojni grelnik vode,
  - brez tople sanitarne vode.



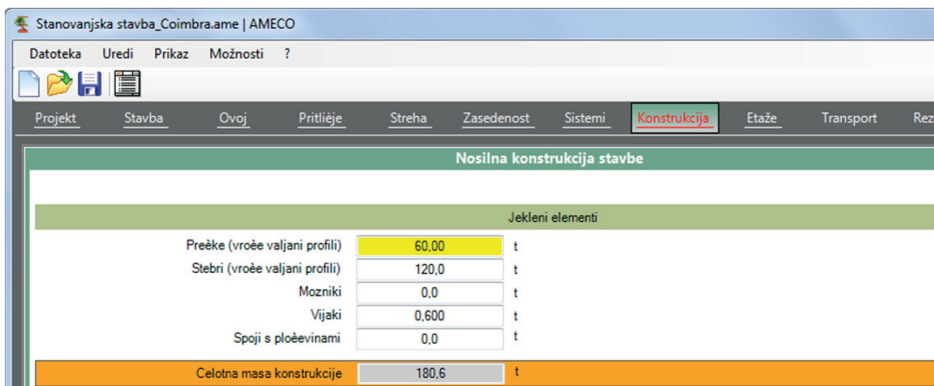
Slika 25: Izbira sistema za ogrevanje



Slika 26: Izbira sistema za oskrbo s toplo sanitarno vodo

### 6.2.8 Nosilna konstrukcija

V tem modulu uporabnik poda jeklene elemente uporabljene v nosilni konstrukciji stavbe. Masa elementov je izražena v tonah.



Slika 27: Podajanje mase različnih jeklenih konstrukcijskih elementov

Jekleni elementi:

- celotna masa jeklenih prečk;
- celotna masa jeklenih stebrov;
- celotna masa jeklenih moznikov;
- celotna masa vijakov;
- celotna masa ostalih jeklenih konstrukcijskih elementov (pločevine, kotniki ...).

### 6.2.9 Vmesne etaže

V tem modulu je potrebno podati parametre zasnove vmesnih etaž.

Jekleni elementi		
Konstruktivni sistem plošče	Stalni opaž	
Profilirana jeklena pločevina	Monolitna plošča	
Debelina pločevine	Sovprežni strop	mm
Masa pločevine na m <sup>2</sup> tal	Stalni opaž	kg/m <sup>2</sup>
Masa profilirane pločevine za stavbo	Prefabricirana plošča	t
Najmanjša debelina stropne plošče	Suhomontažni strop	t
	80,0	mm
Betonski elementi		
Celotna debelina stropne plošče	120	mm
Tip betona	Prefabriciran	
Trdnostni razred betona	C30/37	
Celotna masa betona v stropnih konstrukcijah	68,31	t
Jeklena armatura	0,0	t
<b>Celotna masa plošče</b>	<b>69,06</b>	<b>t</b>

Slika 28: Izbira in podajanje konstrukcijskih elementov vmesnih etaž (če so prisotne)

Glede na izbrano tehnologijo izvedbe stropnih plošč, uporabnik poda karakteristike jeklenih in/ali betonskih elementov stropov.

#### Jekleni elementi

- Konstrukcijski sistem stropne plošče uporabnik izbere med sledečimi možnostmi:
  - monolitna plošča,
  - sovprežni strop,
  - stalni opaž,
  - prefabricirana plošča,
  - suhomontažni strop.

Vsi zgoraj naštetni sistemi, razen prvega, temeljijo na uporabi za to primerne jeklene profilirane pločevine:

- uporabljen tip jeklene profilirane pločevine v stropovih (razen v primeru monolitne plošče) uporabnik izbere iz seznama profiliranih pločevin. Vsebina seznama je prilagojena glede na predhodno izbrano konstrukcijsko zasnovo stropu;
- debelina jeklene profilirane pločevine (razen v primeru monolitne plošče), ki jo uporabnik izbere iz seznama glede na predhodno izbran tip jeklene profilirane pločevine;
- razen v primeru monolitne stropne plošče, je prikazana masa izbrane profilirane pločevine in celotna masa uporabljenih profiliranih pločevin v stavbi.

### *Betonski elementi*

---

- Količina uporabljenega cementa v betonu za stropne plošče;
- privzeta gostota betona je samodejno izračunana glede na vsebnost cementa;
- gostota betona v stropnih ploščah je lahko enaka privzeti vrednosti ali pa je neposredno podana s strani uporabnika;
- celotna debelina stropne plošče (vključno s profilirano pločevino, če je prisotna);
- na podlagi zgornje vrednosti je izračunana in prikazana gostota betona, površina stropov ter celotna masa uporabljenega betona v stropnih ploščah;
- prav tako je potrebno podati celotno maso uporabljene jeklene armature v stropnih ploščah.

Če v obravnavani stavbi ni vmesnih etaž, uporabnik izpusti ta modul in preide neposredno na sledeči modul.

#### **6.2.10 Transport**

V tem modulu so podani parametri za transport v stavbo vgrajenih elementov.

#### *Transport jeklenih elementov*

---

Uporabnik ima možnost izbire med povprečnimi podatki za evropski transport in podajanjem uporabniško določenih vrednosti. V prvem primeru so v izračunu upoštevane privzete vrednosti, ki so opredeljene v dokumentu teoretične osnove. V drugem primeru pa mora uporabnik podati sledeče vrednosti:

- masa jekla pripeljana z električnimi vlaki;
- razdalja transporta z električnimi vlaki (v eno smer iz tovarne do gradbišča);
- masa jekla prepeljana z običajnimi tovornjaki;
- razdalja transporta z običajnimi tovornjaki (v eno smer iz tovarne do gradbišča);
- celotna masa jekla, prepeljanega z vlaki in običajnimi tovornjaki, je enaka celotni masi jekla vgrajenega v stavbo, vključno s prečkami, stebri, vijaki, ostalimi jeklenimi elementi, profiliranimi pločevinami in betonsko armaturo.

### *Betonski elementi*

---

Pri transportu betona sta mogoča dva scenarija: betonski elementi so lahko proizvedeni na samem gradbišču, kar vključuje prevoz sveže betonske mešanice iz betonarne s tovornjaki, v drugem primeru pa so prefabricirani betonski elementi narejeni v tovarni in nato prepeljeni z običajnimi tovornjaki na gradbišče.

Glede na zgornja dva scenarija je potrebno definirati sledeče parametre v zvezi s transportom betona:

- masa betona izdelanega na gradbišču ter s tem povezan transport sveže betonske mešanice s tovornjaki;
- razdalja transporta s tovornjaki za prevoz svežega betona (v eno smer iz betonarne do gradbišča);
- masa prefabriciranega betona, prepeljanega z običajnimi tovornjaki;
- razdalja transporta z običajnimi tovornjaki (v eno smer iz tovarne do gradbišča);

- celotna masa betona izdelanega na gradbišču in masa betona v prefabriciranih elementih je enaka celotni masi betona v stavbi (stropne plošče in preostala nosilna konstrukcija).

Uporabljene povprečne vrednosti so razložene v dokumentu teoretične osnove.

The screenshot shows the 'Parametri transporta' (Transport Parameters) window in the AMECO software. The window title is 'Stanovanjska stavba\_Coimbra.ame | AMECO'. The menu bar includes 'Datoteka', 'Uredi', 'Prikaz', and 'Možnosti ?'. The main menu has tabs for 'Projekt', 'Stavba', 'Ovoj', 'Pritližje', 'Streha', 'Zasedenost', 'Sistemi', 'Konstrukcija', 'Etaže', and 'Transport'. The 'Transport' tab is active.

The 'Parametri transporta' section is divided into two main categories: 'Jekleni elementi' (Steel elements) and 'Betonski elementi' (Concrete elements).

**Jekleni elementi (Steel elements):**

- Celotna količina transportiranega jekla: 181,4 t
- Vrednosti za vplive transporta: A dropdown menu is open, showing three options: 'Povprečne vrednosti' (selected), 'Povprečne vrednosti', and 'Uporabniško določene vr'.

**Betonski elementi (Concrete elements):**

- Celotna količina pripeljanega betona: 68,31 t
- Beton izdelan na gradbišču: 0,0 t
- Razdalja prevoza s tovornjaki za prevoz betona: 30,0 km
- Prefabriciran beton: 68,31 t
- Razdalja prevoza z običajnimi tovornjaki: 0,0 km

Slika 29: Definicija parametrov za transport materialov v privzetem načinu

Če izberemo možnost "Uporabniško določene" vrednosti za določanje vplivov transporta, potem je potrebno definirati dodatne parametre, kot to prikazuje slika 30.

This screenshot shows the same 'Parametri transporta' window as in Slika 29, but with the 'Uporabniško določene' (User-defined) option selected in the dropdown menu. This has resulted in additional input fields for transport distance and mass.

**Jekleni elementi (Steel elements):**

- Celotna količina transportiranega jekla: 181,4 t
- Vrednosti za vplive transporta: 'Uporabniško določene' is selected.
- Masa pripeljana z električnim vlakom: 0,0 t
- Razdalja: 0,0 km
- Masa pripeljana z običajnimi tovornjaki: 181,4 t
- Razdalja: 30,0 km

**Betonski elementi (Concrete elements):**

- Celotna količina pripeljanega betona: 68,31 t
- Beton izdelan na gradbišču: 0,0 t
- Razdalja prevoza s tovornjaki za prevoz betona: 30,0 km
- Prefabriciran beton: 68,31 t
- Razdalja prevoza z običajnimi tovornjaki: 0,0 km

Slika 30: Definicija parametrov za transport materialov v načinu z uporabniško določenimi vrednostmi

### 6.2.11 Rezultati

Izračun se požeje v trenutku, ko uporabnik pritisne na gumb "Rezultati".

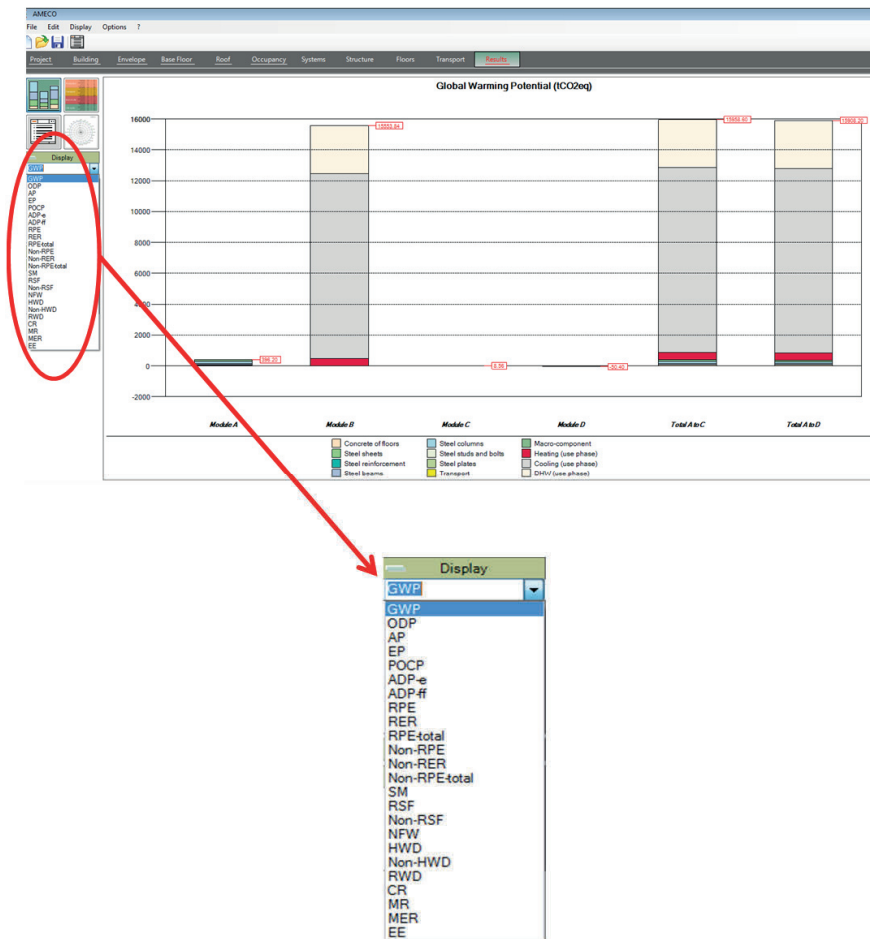
Rezultati izračuna se lahko izpišejo v obliki računskega lista, lahko pa so prikazani v grafičnem vmesniku modula Rezultati. V slednjem primeru lahko rezultate prikažemo s pomočjo histograma, polarnega grafikona oziroma v preglednicah.

#### 6.2.11.1 Grafični prikaz s histogramom

Za vsak posamezen okoljski kazalnik je mogoče prikazati svoj histogram:

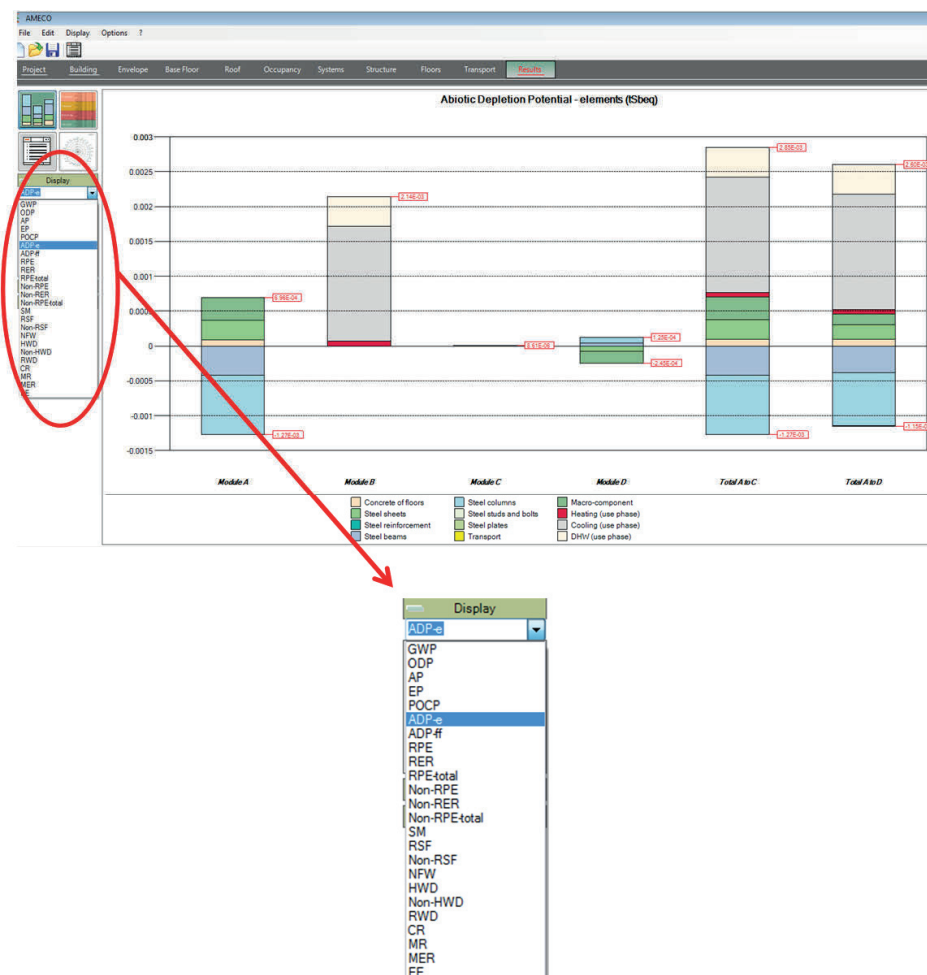
- kazalniki za opis okoljskih vplivov (SIST EN 15978):
  - potencial globalnega segrevanja, GWP (kg CO<sub>2</sub> ekviv),
  - potencial razgradnje stratosferske ozonske plasti, ODP (kg CFC 11 ekviv),
  - potencial zakisljevanja zemlje in vode; AP (kg SO<sub>2</sub>- ekviv),
  - potencial eutrofikacije, EP (kg (PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>- ekviv),
  - potencial fotokemičnega nastanka troposferskega ozona, POCP (kg eten ekviv),
  - potencial porabe abiotskih virov za elemente, ADP\_elementi (kg Sb ekviv),
  - potencial porabe abiotskih virov za fosilna goriva, ADP\_fosilna goriva (MJ),
- kazalniki za opis porabe materialnih virov (SIST EN 15978):
  - poraba obnovljive primarne energije, brez upoštevanja obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine, (MJ, neto kalorična vrednost),
  - poraba obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine (MJ, neto kalorična vrednost),
  - poraba neobnovljive primarne energije, brez upoštevanja virov primarne energije uporabljenih za surovine (MJ, neto kalorična vrednost),
  - poraba neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine (MJ, neto kalorična vrednost),
  - poraba odpadnega materiala (kg),
  - poraba obnovljivih sekundarnih (odpadnih) goriv (MJ),
  - poraba neobnovljivih odpadnih goriv (MJ),
  - neto poraba sladke vode (m<sup>3</sup>),
- kazalniki za opis kategorij odpadkov (SIST EN 15978):
  - deponirani nevarni odpadki (kg),
  - deponirani nenevarni odpadki (kg),
  - deponirani radioaktivni odpadki (kg),
- kazalniki za opis iz sistema izhodnih materialnih tokov (SIST EN 15978):
  - komponente namenjene ponovni uporabi (kg),
  - materiali za reciklažo (kg),
  - materiali za energetsko predelavo (ki niso namenjeni za sežig) (kg),
  - izvožena energija (MJ za vsak nosilec energije posebej).

Med prikazom različnih okoljskih kazalnikov lahko uporabnik izbira s pomočjo menija na levi strani grafičnega vmesnika.



Slika 31: Prikaz s histogramom in izbira željenega kazalnika okoljskega vpliva: GWP





Slika 32: Prikaz s histogramom in izbira željenega kazalnika okoljskega vpliva: potencial porabe abiotskih virov

Rezultati so prikazani za celoten življenjski cikel obravnavane stavbe, in sicer za vse module:

- modul A: faza proizvodnje materialov oz. elementov in faza gradnje;
- modul B: faza uporabe;
- modul C: faza ob koncu življenjskega cikla;
- modul D: ponovno uporabni material in okoljske obremenitve izven sistemskih meja produkta;
- moduli od A do C (celotna obravnava 3 modulov: A, B in C);
- moduli od A do D: globalni življenjski cikel stavbe (celotna obravnava vseh 4 zgoraj navedenih modulov).

Za vsak modul posebej so okoljski vplivi predstavljeni za sledeči nabor elementov (če so prisotni v obravnavani konstrukciji):

- konstrukcijski elementi:
  - beton v stropnih ploščah,
  - beton v preostali nosilni konstrukciji,
  - jeklene profilirane pločevine,
  - jeklene betonska armatura,
  - jeklene prečke,
  - jekleni stebri,
  - jekleni mozniki in vijaki,
  - jeklene pločevine,
- komponente stavbnega ovoja:
  - makro komponente,
- transport vseh komponent:
  - transport,
- faza uporabe:
  - ogrevanje,
  - hlajenje,
  - DHW.

### 6.2.11.2 Prikaz s preglednico

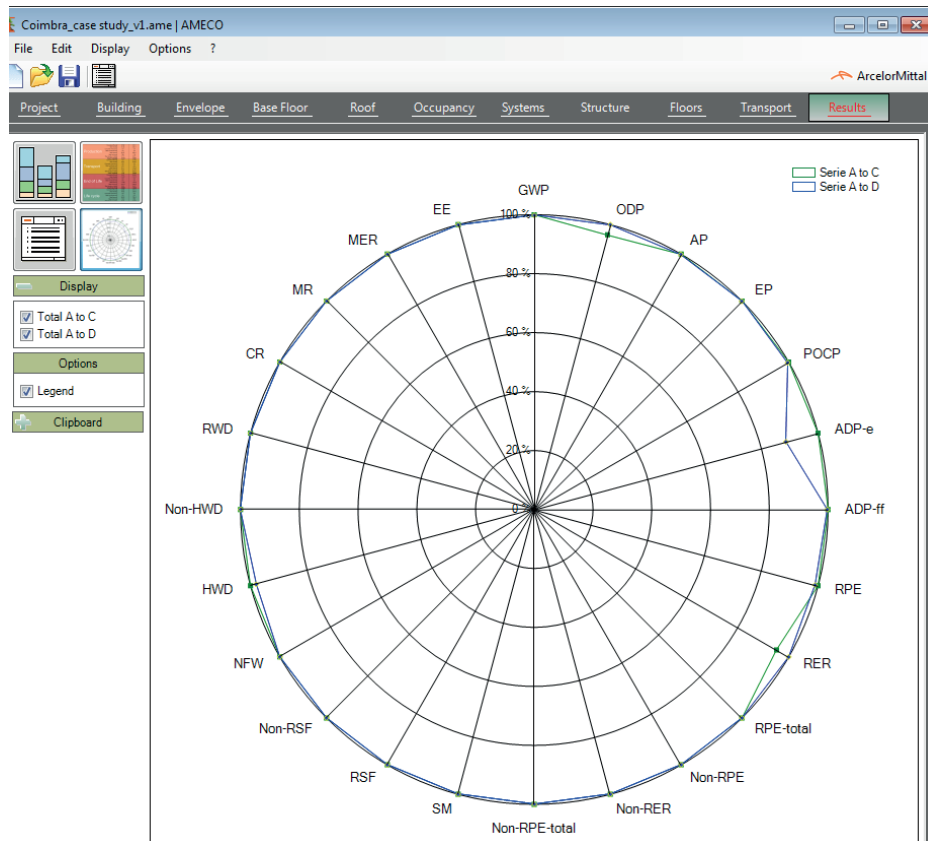
Rezultati vplivov so za posamezno fazo in enak nabor elementov, kot uporabljen v prikazu s histogrami, lahko prikazani tudi v preglednici.

Building 1		ADP-e (tSeq)
Module A	Concrete of floors	8.57E-05
	Steel sheets	2.85E-04
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	-4.24E-04
	Steel columns	-8.48E-04
	Steel studs and bolts	-1.26E-06
	Plate Connections	0.00E00
	Transport	2.65E-07
	Macro-component	3.25E-04
	<b>Module A</b>	<b>-5.78E-04</b>
Module B	Energy need for space heating	6.41E-05
	Energy need for space cooling	1.65E-03
	Energy need for DHW production	4.28E-04
<b>Module B</b>	<b>2.14E-03</b>	
Module C	Concrete of floors	8.38E-06
	Steel sheets	9.58E-09
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	4.68E-08
	Steel columns	9.36E-08
	Steel studs and bolts	4.68E-10
	Plate Connections	0.00E00
	Transport	0.00E00
	Macro-component	8.09E-08
	<b>Module C</b>	<b>8.61E-06</b>
Module D	Concrete of floors	-4.30E-07
	Steel sheets	-7.67E-05
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	4.16E-05
	Steel columns	8.33E-05
	Steel studs and bolts	-1.10E-06
	Plate Connections	0.00E00
	Transport	0.00E00
	Macro-component	-1.67E-04
	<b>Module D</b>	<b>-1.20E-04</b>
Module E	Concrete of floors	9.41E-05
	Steel sheets	2.85E-04
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	-4.24E-04
	Steel columns	-8.48E-04

Slika 33: Rezultati za izbran kazalnik prikazani v preglednici

### 6.2.11.3 Prikaz rezultatov s polnim grafikonom

Za prikaz rezultatov ima uporabnik na voljo tudi polarni grafikon. Na grafikonu so predstavljene vrednosti modulov od A do C in modulov od A do D, in sicer za vse kazalnike.



Slika 34: Polarni grafikon

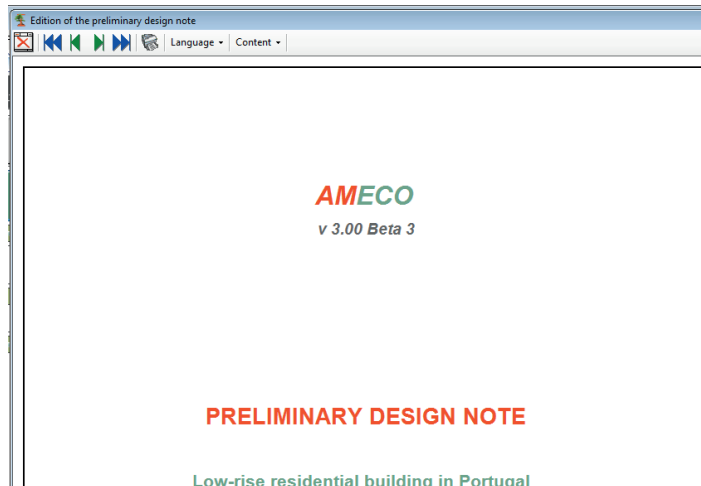
### 6.2.11.4 Računski list

Uporabnik lahko ustvari računski list, imenovan tudi “opis projektne zasnove” (angl. “preliminary design note”), z izbiro spodaj prikazane ikone, slika 35.

Module	Material Component	Value	
Module A	Steel reinforcement	0.63	
	Steel beams	0.00	
	Steel columns	0.00	
	Steel studs and bolts	0.00	
	Plate Connections	0.00	
	Transport	0.25	
	Macro-component	18.22	
	<b>Module A</b>	<b>26.08</b>	
	Module B	Energy need for space heating	142.33
		Energy need for space cooling	770.98
Energy need for DHW production		1714.18	
<b>Module B</b>	<b>2625.99</b>		
Module C	Concrete of floors	0.69	
	Steel sheets	0.00	
	Steel reinforcement	0.03	
	Steel beams	0.00	
	Steel columns	0.00	
	Steel studs and bolts	0.00	
	Plate Connections	0.00	
	Transport	0.00	
	Macro-component	1.52	
	<b>Module C</b>	<b>2.24</b>	
Module D	Concrete of floors	-0.01	
	Steel sheets	-0.00	
	Steel reinforcement	0.00	
	Steel beams	0.00	
	Steel columns	0.00	
	Steel studs and bolts	0.00	
	Plate Connections	0.00	
	Transport	0.00	
	Macro-component	-4.67	
	<b>Module D</b>	<b>-5.58</b>	
Total A to C	Concrete of floors	5.90	
	Steel sheets	1.76	
	Steel reinforcement	0.67	
	Steel beams	0.00	
	Steel columns	0.00	
	Steel studs and bolts	0.00	
	Plate Connections	0.00	
	Transport	0.25	
	Macro-component	19.74	

Slika 35: Ukaz za prikaz računskega lista

Poročilo vsebuje vse vhodne in izhodne materialne tokove obravnavane stavbe. Računski list lahko uporabnik tudi natisne.



Slika 36: Opis projektne zasnove

## Synthesis

### Synthesis of results for Low-rise residential building in Portugal

	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO <sub>2</sub> eq)	26.08	2625.99	2.24	-5.58	2654.32	2648.73
ODP (tCF <sub>2</sub> eq)	1.70E-07	2.36E-06	1.50E-07	9.90E-08	2.68E-06	2.78E-06
AP (tPO <sub>2</sub> eq)	6.81E-02	1.24E01	5.44E-03	-1.74E-02	1.25E01	1.29E01
EP (tPO <sub>4</sub> eq)	8.29E-03	6.55E-01	1.55E-03	-6.36E-04	6.65E-01	6.64E-01
POCP (tEtheneeq)	8.70E-03	7.32E-01	8.46E-04	-3.16E-03	7.42E-01	7.39E-01
ADP-e (tSbeq)	6.79E-05	3.61E-04	8.87E-07	-4.89E-05	4.30E-04	3.82E-04
ADP-ff (GJ NCV)	292.54	46225.20	14.61	-87.50	46532.35	46444.85
RPE (GJ NCV)	200.15	7710.97	1.09	-79.03	7912.21	7833.18
RER (GJ NCV)	40.38	0.00	0.05	2.01	40.43	42.44
RPE-total (GJ NCV)	5.44	7710.97	0.31	0.46	7716.73	7717.19
Non-RPE (GJ NCV)	104.35	26714.85	15.29	-8.79	26834.50	26825.71
Non-RER (GJ NCV)	0.45	19627.40	0.00	0.00	19627.86	19627.86
Non-RPE-total (GJ NCV)	104.80	46342.26	15.29	-8.79	46462.36	46453.57
SM (t)	47.15	0.00	0.00	0.00	47.15	47.15
RSF (GJ NCV)	1.61	0.95	0.00	0.00	2.55	2.55
Non-RSF (GJ NCV)	16.92	9.90	0.00	0.00	26.83	26.83
NFW (1000 m <sup>3</sup> )	28.44	10030.69	5.85	0.42	10064.99	10065.41
HWD (t)	4.56E-04	0.00E00	0.00E00	-9.19E-06	4.56E-04	4.47E-04
Non-HWD (t)	31.36	10476.45	0.87	-2.41	10508.68	10506.27
RWD (t)	2.42E-03	6.81E00	2.70E-06	-3.08E-04	6.81E00	6.81E00
CR (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MR (t)	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.60
MER (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EE (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

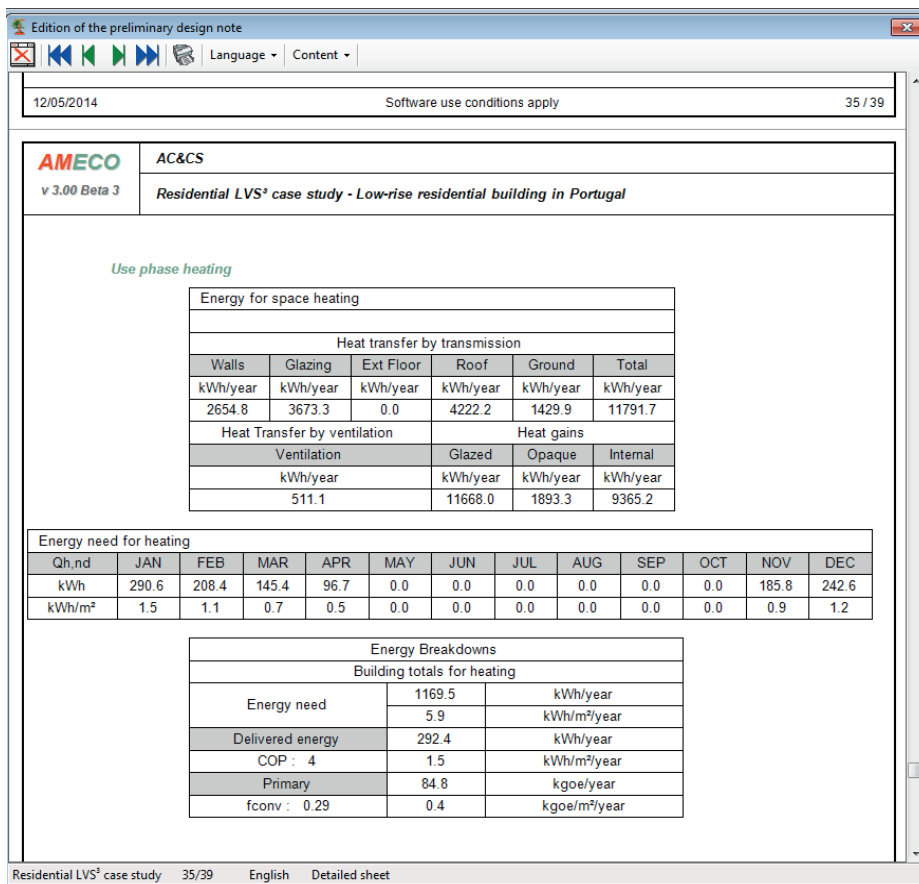
## Detailed results

### Global Warming Potential

	Module A tCO <sub>2</sub> eq	Module B tCO <sub>2</sub> eq	Module C tCO <sub>2</sub> eq	Module D tCO <sub>2</sub> eq	Total A to C tCO <sub>2</sub> eq	Total A to D tCO <sub>2</sub> eq
<b>Steel total</b>	2.41	0.00	0.04	-0.90	2.44	1.54
Floor sheets	1.77	0.00	0.00	-0.90	1.78	0.88
<b>Concrete total</b>	5.20	0.00	0.69	-0.01	5.90	5.88
Concrete slabs	5.20	0.00	0.69	-0.01	5.90	5.88
<b>Use phase total</b>	0.00	2536.56	0.00	0.00	2536.56	2536.56
Heating	0.00	57.22	0.00	0.00	57.22	57.22
Cooling	0.00	765.16	0.00	0.00	765.16	765.16
DHW	0.00	1714.18	0.00	0.00	1714.18	1714.18
<b>Transport</b>	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25
<b>Total impact of module</b>	26.08	2536.56	2.24	-5.58	2564.89	2559.31

Slika 37: Preglednice iz poročila o projektni zasnovi stavbe. Prikazani so rezultati za vse okoljske kazalnike

V omenjenem poročilu so podrobno predstavljeni tudi rezultati za fazo uporabe, glej sliko 38.



Slika 38: Preglednica s prikazom porabe energije v fazi uporabe stavbe

## 7 RAČUNSKI PRIMERI

### 7.1 Poslovna stavba

#### 7.1.1 Uvod

Glavni namen je predstaviti izračun okoljskega vpliva poslovne stavbe v programu AMECO 3 ter primerjava rezultatov na podlagi uporabljenih različnih konfiguracij nosilne konstrukcije stavbe.

Analizirani so trije tipi konstrukcijskega sistema stavbe:

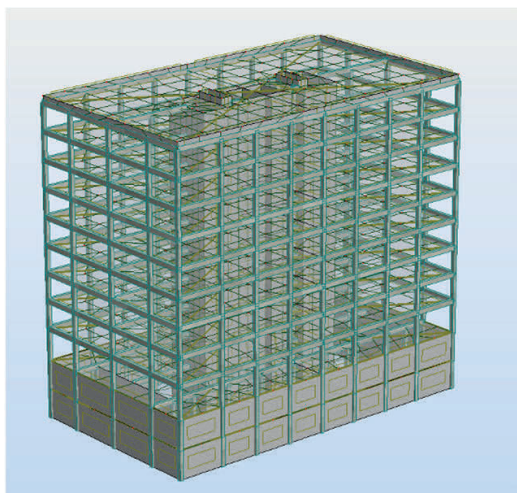
- sovprežna konstrukcija iz jekla in betona;
- betonska konstrukcija;
- optimizirana sovprežna konstrukcija iz jekla in betona (optimizacija temelji na uporabi principa okoljsko primerne zasnove oz. načrtovanju okolju primernejših proizvodov (angl. ECO-Design)).

Projekt konstrukcije je bil izveden s strani zunanje projektivnega biroja v študiji pod okriljem ArcelorMittal. Dodatno je bil projekt pregledan s strani skupine neodvisnih strokovnjakov [4].

Vse tri obravnavane konfiguracije nosilne konstrukcije sodijo med najpogosteje uporabljene konstrukcijske tipe za poslovne stavbe v Evropi.

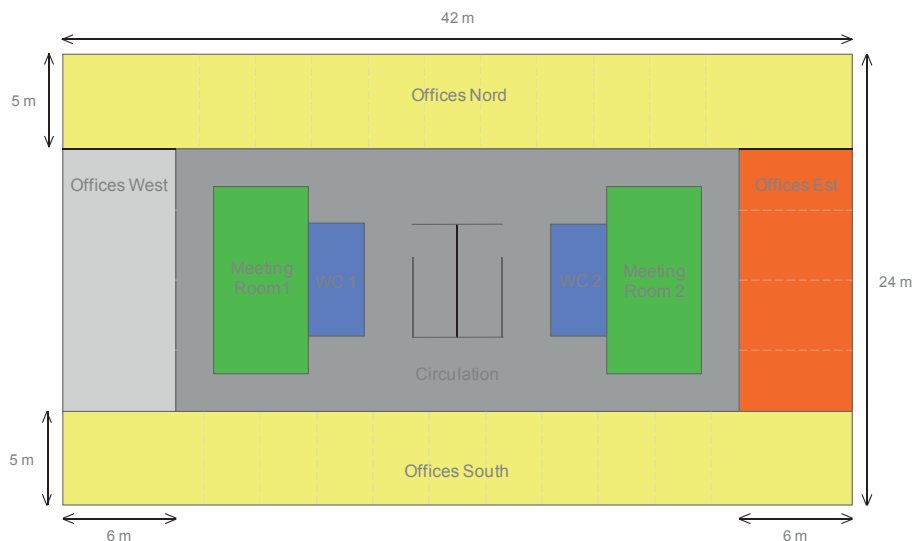
#### 7.1.2 Opis stavb

dimenzije stavbe	42.4 m x 24.4 m
število etaž nosilne konstrukcije	R + 8
število ostalih etaž (infrastruktura)	2
višina stavbe	31,2 m
višina etaže (od vrha ene do vrha druge etaže)	3,4 m (razen pritličja 4,0 m)



Slika 39: 3D pogled na stavbo. Prikazani sta tudi podzemni etaži





Slika 40: Prostorska ureditev tipične etaže

**Različne rešitve:**

Omenjene tri različne zasnove se medseboj razlikujejo le v elementih nosilne konstrukcije (stebri, prečke in stropovi) in jedru stavbe za prevzem horizontalnih sil. Ostali elementi konstrukcije (temeljenje, infrastruktura), ovoj stavbe in notranji zaključni sloji so enaki za vse tri različne poslovne stavbe.

Ovoj stavbe sestoji iz lahkih jeklenih panelov, izoliranih s 50 mm plastjo ekstrudiranega polistirena (XPS). Okna vsebujejo dvojno zasteklitev, pri čemer imajo okna na južni strani vključeno dodatno zaščito pred soncem. Streha je izolirana z 18 cm plastjo polistirena (EPS).

Za potrebe ogrevanja in hlajenja je v stavbo vgrajen klimat in mehanski sistem za prezračevanje s toplotno rekuparacijo. Oskrba s toplo sanitarno vodo je zagotovljena z električnim bojlerjem.

Privzeta je enaka uporabnost za vse tri stavbe, saj so uporabne površine v vseh treh primerih enake. Pri tem je potrebno omeniti, da je volumen stavbe v primeru sovprežne zasnove nekoliko večji, kot v primeru betonske konstrukcije.

Stavbe so zasnovane za klimatsko območje mesta Pariz.

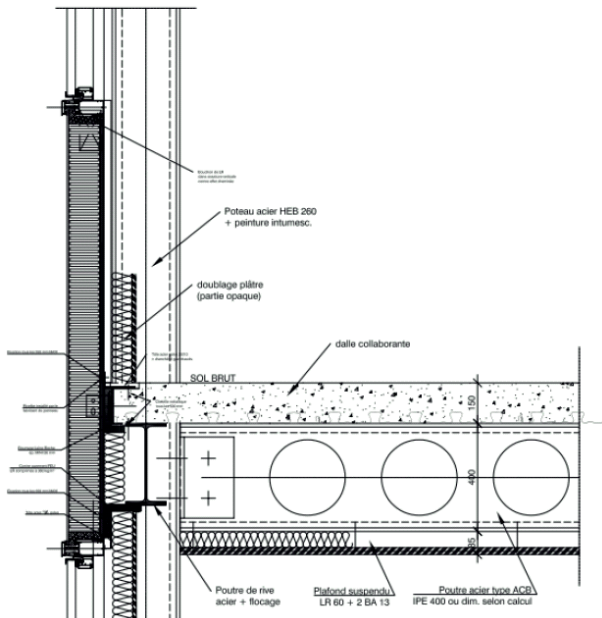
Načrtovana življenjska doba stavbe (angl. Life Time Scheduled - LTS) je 100 let. Za poslovne stavbe v večini primerov namreč velja, da življenjska doba konstrukcijskih elementov določa življenjsko dobo stavbe; ostali nekonstrukcijski elementi so lahko tekom življenjske dobe obnovljeni oziroma zamenjani.

Poudariti je potrebno, da imajo materiali uporabljeni v obravnavanih stavbah življenjsko dobo okrog 100 let. Parameter LTS v tej študiji ni izbran za spremenljivko med tremi različnimi zasnovami stavbe.

### 1. Varianta sovprežne konstrukcije iz jekla in betona

---

Stavba s sovprežno konstrukcijo iz jekla in betona vsebuje sovprežno skeletno konstrukcijo (prečke, stebri, stropne plošče) in osrednje betonsko jedro.



Slika 41: Detajli konstrukcijskega sistema

Kot je prikazano na sliki 41, je konstrukcijski sistem izveden iz jeklenih prečk z odprtinami v stojini, jeklo S355, ki so z mozniki povezane z betonsko ploščo (sovprežen strop).

Sovprežen strop sestoji iz jeklene profilirane pločevine tipa COFRA+60 in betona C30/37.

Jedro stavbe je iz betona.

Izbran tip konstrukcije ustreza dejanskemu stanju tehnike gradnje poslovnih stavb na francoskem trgu.

### 2. Varianta betonske konstrukcije

---

Betonska stavba je zgrajena iz prefabriciranih votlih betonskih plošč, podprtih z armirano betonsko skeletno konstrukcijo (prečke, stebri) in betonskim jedrom.

Jedro stavbe je iz betona.

Za prefabricirane votle betonske plošče in betonsko jedro je uporabljen beton C30/37.

Tudi ta tip konstrukcije ustreza dejanskemu stanju tehnike gradnje poslovnih stavb na francoskem trgu.

### 3. Eko-optimizirana sovprežna konstrukcija iz jekla in betona

Eko-optimizirana sovprežna konstrukcija iz jekla in betona vsebuje sovprežno skeletno konstrukcijo (prečke, stebri, stropne plošče) in osrednje jedro iz jekla.

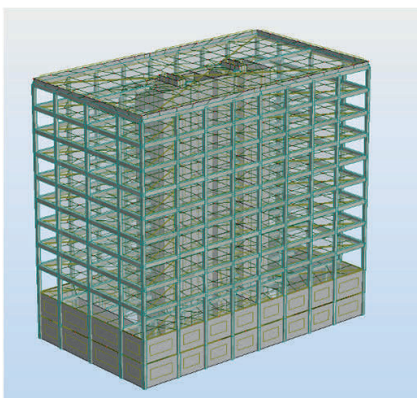
Konstrukcija je izvedena iz jeklenih prečk z odprtini v stojini, jeklo S460, ki so z mozniki povezane z betonsko ploščo (sovprežen strop).

Sovprežen strop sestoji iz jeklene profilirane pločevine tipa COFRA+60 in betona C30/37.

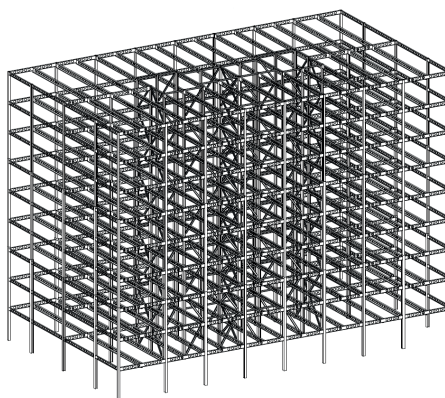
Jedro stavbe je iz jekla.

Izbran tip konstrukcije ustreza dejanskemu stanju tehnike gradnje poslovnih stavb na francoskem trgu, vendar gre v tem primeru za optimizirano rešitev v smislu porabe materiala z namenom zmanjšane vpliva na okolje.

*Varianti izvedbe središčnega jedra stavbe:*



Slika 42: Betonsko jedro (varianti 1 in 2)



Slika 43: Jedro izvedeno v jeklu (varianta 3)

Konstrukcijski podatki za vse tri variante zasnove poslovne stavbe:

Nosilna konstr.	endoskelet				stropne plošče			
	jekleni prerezi	jekleni spoji s pločevinami	beton C30/37	jeklena armatura	jekleni elementi	celotna višina	betonski strop	jeklena arm.
<b>jeklo S355</b>	239,9 t	14,994 t	-	-	70,6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16,56 t
<b>beton</b>	-	-	1199 t	59,1 t	-	240 mm + 70 mm bet. estriha	4688 t	16,56 t
<b>jeklo S460</b>	197,1 t	11,827 t	-	-	70,6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16,56 t
<b>jekleno jedro</b>	75,46 t	6,037 t	-	-	-	-	-	-
<b>betonsko jedro</b>	-	-	1941 t	44,16 t	-	-	-	-

kjer velja:

stavba 1 = konstrukcija iz jekla S355, betonsko jedro

stavba 2 = konstrukcija iz betona, betonsko jedro

stavba 3 = konstrukcija iz jekla S460, jekleno jedro

Gostota betona = 2500 kg/m<sup>3</sup>

### 7.1.3 Okoljska analiza v programu AMECO3

#### 7.1.3.1 Vhodni podatki v programu AMECO3

V nadaljevanju prikazani primeri definicije stavbe v programu se nanašajo na primer poslovne stavbe, katere nosilna konstrukcija je v celoti izvedena v jeklu S460 (stavba 3).

*Splošni podatki za stavbo 3 v AMECO3*

The screenshot shows the AMECO3 software interface. The title bar reads "Poslovna stavba-jekloS460.ame | AMECO". The menu bar includes "Datoteka", "Uredi", "Prikaz", "Možnosti", and "?". The main menu has "Projekt" (highlighted), "Stavba", "Ovoj", "Pritližje", "Streha", "Zasedenost", and "Sistemi". The "Definicija projekta" section is active, showing the "Identifikacija" tab with the following data:

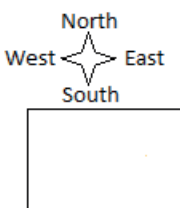
Ime projekta	Poslovna stavba iz jekla S355
Ime stavbe	Stavba iz jekla S355
Podjetje	UL FGK KMK
Izdelač	Blaž
Komentar	

Vnos podatkov za stavbni ovoj (moduli A-C-D)

- Definicija splošnih podatkov stavbe:

Podatki o stavbi

Splošni parametri

Dolžina fasade sever-jug	<input type="text" value="42,4"/>	m	
Dolžina fasade vzhod-zahod	<input type="text" value="24,4"/>	m	
Višina etaže	<input type="text" value="3,4"/>	m	
Višina etaže do stropa	<input type="text" value="2,7"/>	m	
Število etaž	<input type="text" value="8"/>		
Površina etaž	<input type="text" value="8276,48"/>	m <sup>2</sup>	
Celotna površina stavbe	<input type="text" value="9311"/>	m <sup>2</sup>	
Samo konstrukcija	<input type="text" value="Ne"/>		
Vrsta stavbe	<input type="text" value="Poslovni prostori"/>		

Lokacija

Država	<input type="text" value="France"/>	
Lokacija	<input type="text" value="Paris"/>	
<input type="button" value="Prikaz"/>		

- Definicija ovoja stavbe: toplotne karakteristike (vrednosti U) uporabljene za ovoj (stene, odprtine, talna plošča in streha) so privzete iz komponent vključenih v program AMECO3.

Ovoj

Definicija ovoja stavbe

Fasada

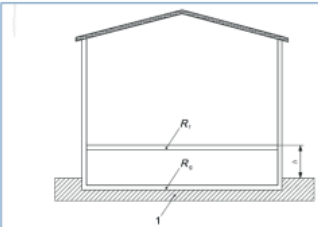
	Sever	Vzhod	Jug	Zahod	
Površina fasade	<input type="text" value="1297,44"/>	<input type="text" value="746,64"/>	<input type="text" value="1297,44"/>	<input type="text" value="746,64"/>	m <sup>2</sup>
Površina odprtin	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	%

Lastnosti fasade

Tip stene	<input type="text" value="Lahek jekleni fasadni panel (kamena volna)"/>	
Vrednost U sten	<input type="text" value="0,296"/>	W/(m <sup>2</sup> .K)
Tip odprtine	<input type="text" value="Dvojna zasteklitev z nizko prepustnostjo (tip 1)"/>	
Koeficient U za odprtine	<input type="text" value="1,7"/>	W/(m <sup>2</sup> .K)
Tip in barva senčila	<input type="text" value="Brez senčila"/>	
Tip rolete	<input type="text" value="Brez rolet"/>	

- Definicija talne plošče:

Stavba	Ovoj	Pritlijeje	Streha	Zasedenost	Sistemi	Konstrukcija	Etaže	Transp
<b>Definicija pritlijeja stavbe</b>								
Pritlijeje								
Koeficient U pritlijeje	<input type="text" value="0.599"/>				W/(m <sup>2</sup> .K)			
Tip izvedbe pritlijeja oz. kleti	Dvignjena talna plošča ( ▾ )							
Debelina temeljne plošče	<input type="text" value="0.2"/>				m			
Masa armaturnega jekla	<input type="text" value="0"/>				t			
Notranja toplotna kapaciteta pritlične etaže	<input type="text" value="50000"/>				J/(m <sup>2</sup> .K)			
Notranja toplotna kapaciteta vmesnih etaž	<input type="text" value="50000"/>				J/(m <sup>2</sup> .K)			
Notranja toplotna kapaciteta notranjih sten	<input type="text" value="20000"/>				J/(m <sup>2</sup> .K)			



Key

1 floor slab

h height of floor surface above outside ground level

R<sub>1</sub> thermal resistance of floor construction

R<sub>2</sub> effective thermal resistance of ground

- Definicija strehe:

Projekt	Stavba	Ovoj	Pritlijeje	Streha	Zasedenost	Sistemi	Konstrukcija
<b>Definicija strehe objekta</b>							
Streha							
				Tip strehe	<input type="text" value="Tip strehe 2"/>		
				Koeficient U strehe (ravni del)	<input type="text" value="0.373"/>		W/(m <sup>2</sup> .K)

### Vhodni podatki za fazo uporabe (modul B)

- Definicija zasedenosti stavbe:

Stavba	Ovoj	Pritlijeje	Streha	Zasedenost	Sistemi	Konstrukcija
<b>Podatki povezani z zasedenostjo</b>						
Zahteve glede udobja						
Nastavljena temperatura ogrevanja	<input type="text" value="20"/>				°C	
Nastavljena temperatura hlajenja	<input type="text" value="26"/>				°C	
Stopnja pretoka zraka (ogrevanje)	<input type="text" value="0.6"/>				ac/h	
Stopnja pretoka zraka (hlajenje)	<input type="text" value="1"/>				ac/h	

- Definicija v stavbo vgrajenih sistemov:

Projekt	Stavba	Ovoj	Pritlièje	Streha	Zasedenost	Sistemi	Konstrukcija
<b>Opis sistemov v stavbi</b>							
<b>Ogrevalni sistem</b>							
Tip ogrevalnega sistema		Klimat (ogrevanje) ▼					
<b>Hladilni sistem</b>							
Tip hladilnega sistema		Klimat (hlajenje) ▼					
<b>Mehanski sistem prezraèevanja</b>							
Sistem za toplotno rekuperacijo		Da ▼					
Odstotek toplotne rekuperacije		80					
Uèinkovitost sistema za toplotno rekuperacijo		0,6					
<b>Sistem za toplo sanitarno vodo</b>							
Tip sistema za toplo sanitarno vodo		Elektrièni grelnik vode ▼					

*Splošni podatki o konstrukciji stavbe (moduli A-C-D)*

- Opis nosilne konstrukcije:

Nosilna konstrukcija stavbe		
Jekleni elementi		
Preèke (vroèe valjani profili)	272,6	t
Stebri (vroèe valjani profili)	0,0	t
Mozniki	0,0	t
Vijaki	0,0	t
Spoji s ploèevinami	17,86	t
<b>Celotna masa konstrukcije</b>	<b>290,4</b>	<b>t</b>

- Opis konstrukcijskega sistema stropnih plošč:

Stropne plošče	
Jekleni elementi	
Konstrukcijski sistem plošče	Sovprežna strop
Profilirana jeklena pločevina	Cofraplus 60
Debelina pločevine	0,750 mm
Masa pločevine na m2 tal	8,53 kg/m <sup>2</sup>
Masa profilirane pločevine za stavbo	70,6 t
Najmanjša debelina stropne plošče	100 mm
Betonski elementi	
Celotna debelina stropne plošče	150,0 mm
Tip betona	Vgrajeno na lokaciji
Trdnostni razred betona	C30/37
Celotna masa betona v stropnih konstrukcijah	2735 t
Jeklena armatura	0,0 t
<b>Celotna masa plošč</b>	<b>2805 t</b>

#### Podatki v zvezi s transportom elementov (modul A)

Stavba	Ovoj	Pritličje	Streha	Zasedenost	Sistemi	Konstrukcija	Etaže	Transport
Parametri transporta								
Jekleni elementi								
Celotna količina transportiranega jekla	361,0		t					
Vrednosti za vplive transporta	Uporabniško določene							
Masa pripeljana z električnim vlakom	0,0		t					
Razdalja	0,0		km					
Masa pripeljana z običajnimi tovornjaki	361,0		t					
Razdalja	500		km					
Betonski elementi								
Celotna količina pripeljanega betona	2735		t					
Beton izdelan na gradbišču	2735		t					
Razdalja prevoza s tovornjaki za prevoz betona	50,0		km					
Prefabriciran beton	0,0		t					
Razdalja prevoza z običajnimi tovornjaki	0,0		km					



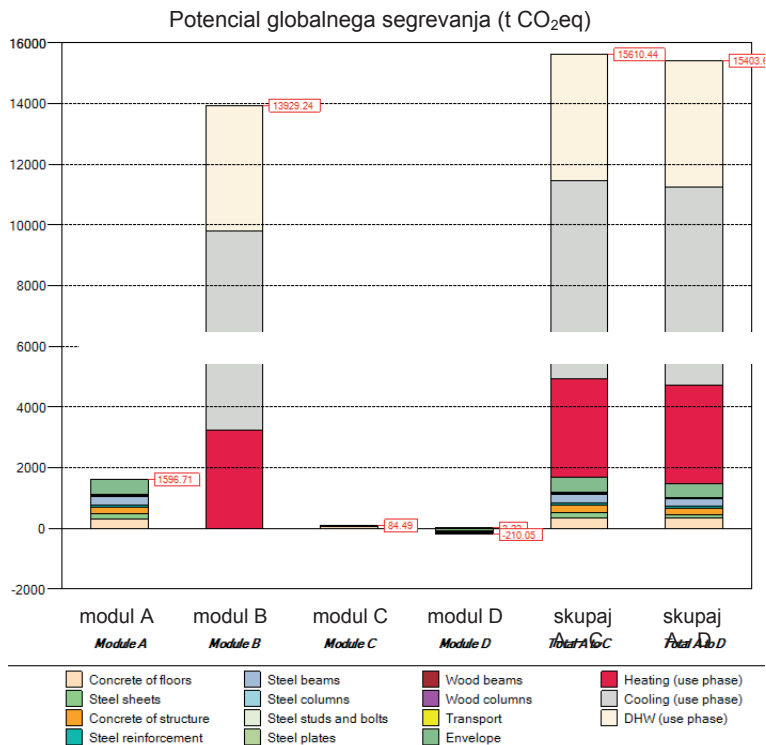
7.1.3.2 Rezultati izračuna v programu AMECO3

**Stavba 1: jeklo S355 – betonsko jedro**

Podroben prikaz rezultatov za potencial globalnega segrevanja (t CO<sub>2</sub>ek):

Poslovna stavba izvedena v jeklu S355	Modul A tCO <sub>2</sub> ek	Modul B tCO <sub>2</sub> ek	Modul C tCO <sub>2</sub> ek	Modul D tCO <sub>2</sub> ek	Skupaj od A do C tCO <sub>2</sub> ek	Skupaj od A do D tCO <sub>2</sub> ek
<b>Jeklo skupaj</b>	549.17	0	4.71	-148.78	553.88	405.1
prečke	276.92	0	1.38	-40.71	278.3	237.59
stebri	0	0	0	0	0	0
spoji s pločevinami	36.84	0	0.09	-19.66	36.93	17.27
armatura	54.93	0	2.8	3.22	57.73	60.95
profilirane pločevine	180.48	0	0.44	-91.63	180.92	89.29
<b>Beton skupaj</b>	520.77	0	63.22	-3.51	583.99	580.48
beton nosilne konstr.	216.19	0	23.02	-2.74	239.21	236.47
betonski stropovi	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
<b>Ovoj</b>	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
<b>Celotna faza uporabe</b>	0	13929.24	0	0	13929.24	13929.24
ogrevanje	0	3233.37	0	0	3233.37	3233.37
hlajenje	0	6543.84	0	0	6543.84	6543.84
DWH	0	4152.03	0	0	4152.03	4152.03
<b>Transport</b>	36.78	0	0	0	36.78	36.78
<b>Celoten vpliv modula</b>	<b>1596.71</b>	<b>13929.24</b>	<b>84.48</b>	<b>-206.83</b>	<b>15610.43</b>	<b>15403.6</b>

Iz zgoraj prikazanih rezultatov lahko opazimo, da modul B, ki predstavlja fazo uporabe stavbe, za izbran okoljski kazalnik predstavlja daleč največji vpliv v primerjavi z ostalimi moduli. Sledi grafični prikaz za rezultat potenciala globalnega segrevanja (t CO<sub>2</sub>ek):



**Stavba 2: betonska skeletna konstrukcija in betonsko jedro**Podroben prikaz rezultatov za potencial globalnega segrevanja (t CO<sub>2</sub>ek):

Betonska konstrukcija poslovne stavbe	Modul A tCO <sub>2</sub> ek	Modul B tCO <sub>2</sub> ek	Modul C tCO <sub>2</sub> ek	Modul D tCO <sub>2</sub> ek	Skupaj od A do C tCO <sub>2</sub> ek	Skupaj od A do D tCO <sub>2</sub> ek
<b>Jeklo skupaj</b>	128.45	0	6.55	7.54	135	142.54
prečke	0	0	0	0	0	0
stebri	0	0	0	0	0	0
spoji s pločevinami	0	0	0	0	0	0
armatura	128.45	0	6.55	7.54	135	142.54
profilirane pločevine	0	0	0	0	0	0
<b>Beton skupaj</b>	1078.55	0	133.44	-6.28	1211.99	1205.71
beton nosilne konstr.	349.74	0	37.24	-4.43	386.98	382.55
betonski stropovi	728.81	0	96.2	-1.85	825.01	823.16
<b>Ovoj</b>	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
<b>Celotna faza uporabe</b>	0	13929.24	0	0	13929.24	13929.24
ogrevanje		3233.37			3233.37	3233.37
hlajenje		6543.84			6543.84	6543.84
DWH		4152.03			4152.03	4152.03
<b>Transport</b>	60.56	0	0	0	60.56	60.56
<b>Celoten vpliv modula</b>	<b>1757.55</b>	<b>13929.24</b>	<b>156.54</b>	<b>-53.28</b>	<b>15843.33</b>	<b>15790.05</b>

**Stavba 3: jeklo S460 za endoskelet in jedro**Podroben prikaz rezultatov za potencial globalnega segrevanja (t CO<sub>2</sub>ek):

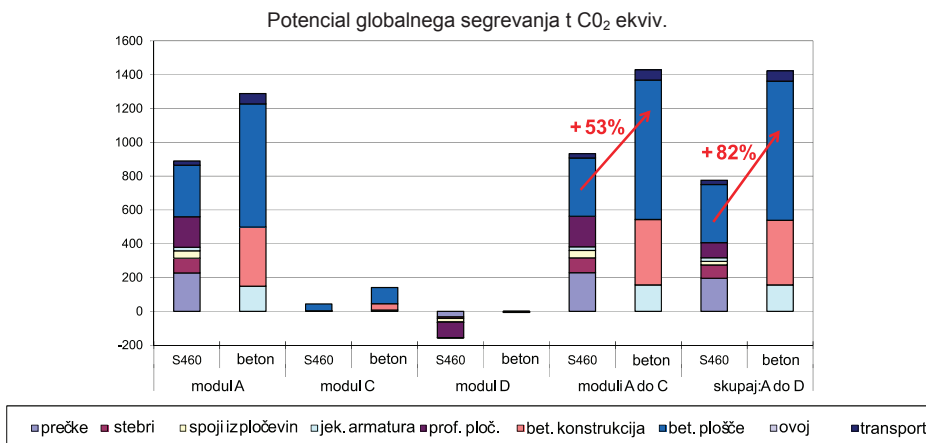
Poslovna stavba izvedena v jeklu S460	Modul A tCO <sub>2</sub> ek	Modul B tCO <sub>2</sub> ek	Modul C tCO <sub>2</sub> ek	Modul D tCO <sub>2</sub> ek	Skupaj od A do C tCO <sub>2</sub> ek	Skupaj od A do D tCO <sub>2</sub> ek
<b>Jeklo skupaj</b>	559.6	0	3.15	-160.09	562.75	402.66
prečke	227.51	0	1.13	-33.44	228.64	195.2
stebri	87.1	0	0.43	-12.8	87.53	74.73
spoji s pločevinami	43.91	0	0.1	-23.43	44.01	20.58
armatura	20.6	0	1.05	1.21	21.65	22.86
profilirane pločevine	180.48	0	0.44	-91.63	180.92	89.29
<b>Beton skupaj</b>	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
beton nosilne konstr.	0	0	0	0	0	0
betonski stropovi	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
<b>Ovoj</b>	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
<b>Celotna faza uporabe</b>	0	13929.24	0	0	13929.24	13929.24
ogrevanje		3233.37			3233.37	3233.37
hlajenje		6543.84			6543.84	6543.84
DWH		4152.03			4152.03	4152.03
<b>Transport</b>	25.31	0	0	0	25.31	25.31
<b>Celoten vpliv modula</b>	<b>1379.48</b>	<b>13929.24</b>	<b>59.9</b>	<b>-215.4</b>	<b>15368.62</b>	<b>15153.22</b>

Iz dobljenih rezultatov lahko za vse tri variante stavb opazimo, da modul B, ki predstavlja fazo uporabe stavbe, za izbran okoljski kazalnik predstavlja daleč največji vpliv v primerjavi z ostalimi moduli. Nadalje, faza uporabe ni odvisna od uporabljenega materiala za konstrukcijo stavbe (beton ali jeklo).

Rezultati so pokazali, da ima konstrukcija stavbe v primerjavi s fazo uporabe in pripadajočimi aktivnostmi zelo majhne globalne okoljske vplive.

V nadaljevanju predstavljena primerjava izključuje fazo uporabe stavbe. S tem je poudarjen dejanski vpliv konstrukcijske izvedbe stavbe na njene okoljske vplive.

Primerjava med konstrukcijsko izvedbo stavbe v betonu in optimizirano varianto v jeklu je grafično predstavljena na spodnji sliki.



Z ozirom na CO<sub>2</sub> vplive, rezultati iz pograma kažejo veliko razliko med betonsko konstrukcijo stavbe in eko-optimizirano konstrukcijo. Ob upoštevanju modulov od A do C, brez upoštevanja faze reciklaže, omenjena razlika doseže vrednost 53 %, v primeru upoštevanja reciklaže jekla in presoje zdrobljenega betona pa razlika med omenjenima variantama doseže vrednost 82 %.

Rezultati študije poudarjajo dejstvo, da uporaba sovprežne konstrukcije zagotavlja veliko prednosti na področju zmanjšanja vplivov na okolje. Glavna prednost v primerjavi z betonsko varianto je predvsem v lažji sovprežni konstrukciji. Pokazano je bilo, da načrtovanje v smislu minimalne porabe materiala, omogoča zmanjšanje okoljskih vplivov konstrukcije stavbe.

Reciklaža materiala po koncu življenjske dobe (upoštevana vedno mogoča reciklaža jekla in presoja zdrobljenega betona) izboljšuje trajnostni vidik konstrukcij. Zaradi tega upoštevanje modula D v skladu s SIST EN 15804 omogoča optimiziran okoljski vpliv stavb.

Študija je pokazala, da je sovprežna varianta konstrukcije iz betona in jekla najboljša izbira v smislu okoljske presoje. Omenjena varianta namreč omogoča najbolj optimalno uporabo obeh materialov; t.j. betona v tlaku in jekla v nategu. To omogoča zmanjšan vpliv pomikov (povesov) pri zasnovi konstrukcije in na ta način tudi posredno zmanjšanje okoljskih vplivov stavbe.

Enak zaključek velja za uporabo visokovrednega jekla. Zmanjšanje potrebnega materiala v sovprežnih konstrukcijah pomeni manjši vpliv na okolje.

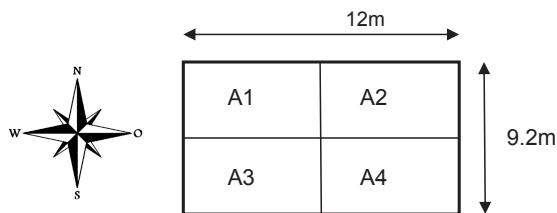
## 7.2 Stanovanjska stavba – stanovanjska hiša Casa Buna v Romuniji

### 7.2.1 Opis stavbe

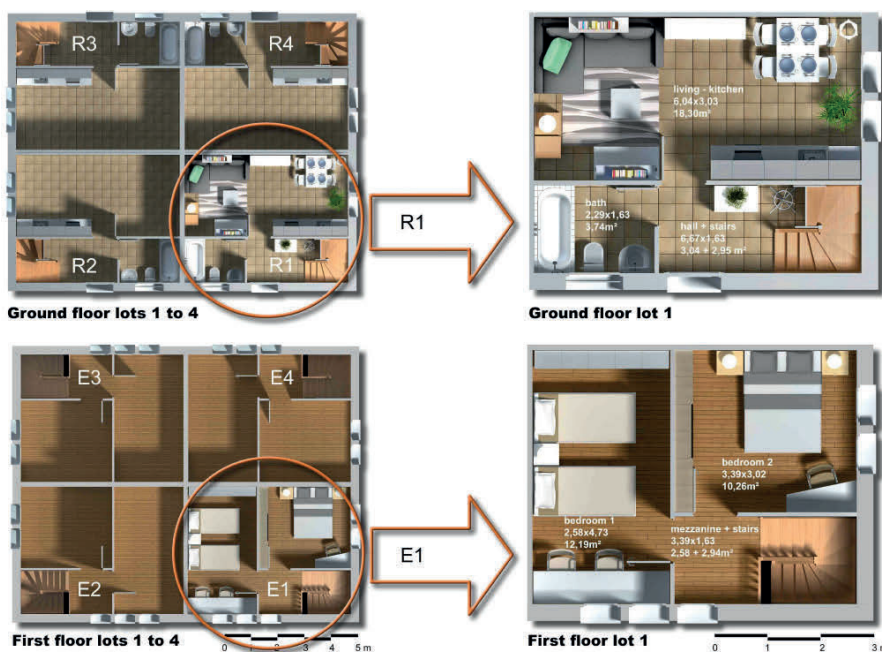
Koncept hiše Casa Buna predstavlja 4 družinsko stanovanjsko hišo v Romuniji.



Hiša Casa Buna je razdeljena na 4 stanovanja s po 55m<sup>2</sup> neto tlorisne površine, ki so enako porazdeljena v dveh etažah.



Celotna višina stavbe, do slemena strehe, je 6,85 m. Ker je v programu AMECO3 mogoče modelirati samo ravne strehe, je privzeta povprečna višina vsake od etaž 2,9 m. Tipičen prerez in stranski pogledi obravnavane stavbe so prikazani na slikah v nadaljevanju.

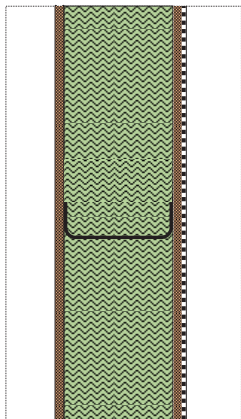


V spodnji preglednici so navedene površine ovoja stavbe (stene in zasteklitev).

	sever/jug [m <sup>2</sup> ]	zahod/vzhod [m <sup>2</sup> ]	skupaj [m <sup>2</sup> ]
stene	47	41	87
zasteklitev	22	12	34
celotna površina	69	53	122

Fasada je sestavljena iz lahke jeklene okvirne konstrukcije, ki je zaprta z lesenimi paneli (lesene plošče OSB). Vmesni prostor zapolnjuje 120 mm plast kamene volne. Na notranji strani so nameščene mavčno kartonske plošče.

Komponenta fasade je prikazana na spodnji sliki.



Nobena dodatna nosilna konstrukcija ni uporabljena v stavbi.

Talna plošča je narejena iz armiranega betona, debeline 0,2 m, in je izolirana s 4 cm ekstrudiranega polistirena. Masa jeklene armature je 0,7 t. Vmesna etaža je izvedena kot suhomontažni strop.

Okna vsebujejo dvojno zasteklitev z nizko emisivnostjo in plastične okvirje.

V spodnji preglednici so podane vrednosti U za stavbne elemente.

<b>zidovi</b>	0,30	W/m <sup>2</sup> ·K
<b>ravna streha</b>	0,37	W/m <sup>2</sup> ·K
<b>okna</b>	1,70	W/m <sup>2</sup> ·K
<b>talna plošča</b>	0,60	W/m <sup>2</sup> ·K

Prav tako je v programu potrebno podati toplotno kapaciteto etažnih stropov in notranjih sten. Podatki za izračun omenjenih vrednosti so prikazani v spodnji preglednici.

<b>talna plošča 0,2 m betona + ploščice</b>	74324	J/m <sup>2</sup> K
<b>vmesna etaža linolej + OSB + jeklene profilirana pločevina + zračna plast + mavčno kartonske plošče</b>	32447	J/m <sup>2</sup> K
<b>notranje stene mavčno kartonske plošče + steklena volna + LSF + mavčno kartonske plošče</b>	13081	J/m <sup>2</sup> K

Za potrebe ogrevanja in hlajenja je uporabljen klimat, z nastavljeno temperaturo 20 oziroma 25°C za ogrevanje in hlajenje. Poleg tega ima stavba vgrajeno naravno prezračevanje. Sistem za oskrbo s toplo sanitarno vodo temelji na električnemu grelcu (električni bojler) z 90 % izkoristkom.

Vpliv temeljenja ni vključen v študijo, prav tako pa tudi ni vključen dodatni vpliv notranje razdelitve stavbe in vpliv vrat. Notranji zaključni sloji in oprema v stanovanjih prav tako niso bili obravnavani v študiji.

V izračunu porabe energije so upoštevane dodatne toplotne izgube zaradi vgrajenih toplotnih mostov.

## 7.2.2 Vhodni podatki v programu AMECO3

### 7.2.2.1 Splošni podatki stanovanjske stavbe v programu AMECO3

Stanovanjska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlijeje Streha Zasedenost Sistemi

**Definicija projekta**

Identifikacija

Ime projekta Stanovanjska stavba Casa Buna

Ime stavbe Casa Buna

Podjetje UL FGG KMK

Izdelač Blaž

Komentar

### 7.2.2.2 Geometrijski podatki stavbe (moduli A-C-D)

Stanovanjska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlijeje Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija

**Podatki o stavbi**

Splošni parametri

Dolžina fasade sever-jug 12.0 m

Dolžina fasade vzhod-zahod 9.2 m

Višina etaže 2.9 m

Višina etaže do stropa 2.7 m

Število etaž 1

Površina etaž 110.4 m<sup>2</sup>

Celotna površina stavbe 220.8 m<sup>2</sup>

Samo konstrukcija Ne

Vrsta stavbe Stanovanjska

North  
West East  
South

Lokacija

Država Romania

Lokacija Timisoara

Prikaz

7.2.2.3 *Vhodni podatki za komponente stavbe (moduli A-B-C-D)*

Stanovajska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba **Ovoj** Pritlijeje Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija Etaže Transport Rezultati

### Definicija ovoja stavbe

#### Fasada

Smer	Sever	Vzhod	Jug	Zahod	
Površina fasade:	69,6	53,36	69,6	53,36	m <sup>2</sup>
Površina odprtin:	22	12	22	12	%

#### Lastnosti fasade

Tip stene	Lahek jekleni fasadni panel (kamena volna)	
Vrednost U sten	0,296	W/(m <sup>2</sup> .K)
Tip odprtine	Dvojna zasteklitev z nizko prepustnostjo (tip 1)	
Koeficient U za odprtine	1,7	W/(m <sup>2</sup> .K)
Tip in barva senčila	Brez senčila	
Tip rolete	Brez rolet	

Stanovajska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj **Pritlijeje** Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija Etaže Transp

### Definicija pritlijeja stavbe

#### Pritlijeje

Koeficient U pritlijeje	0,599	W/(m <sup>2</sup> .K)
Tip izvedbe pritlijeja oz. kleti	Dvignjena talna plošča (	
Debelina temeljne plošče	0,2	m
Masa armaturnega jekla	0,7	t
Notranja toplotna kapaciteta pritlične etaže	469660	J/(m <sup>2</sup> .K)
Notranja toplotna kapaciteta vmesnih etaž	37314	J/(m <sup>2</sup> .K)
Notranja toplotna kapaciteta notranjih sten	26782	J/(m <sup>2</sup> .K)

Key:  
 1 floor slab  
 2 height of floor surface above outside ground level  
 3 thermal resistance of floor construction  
 4 effective thermal resistance of ground

Stanovajska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlijeje **Streha** Zasedenost Sistemi Konstrukcija Etaže Trans

### Definicija strehe objekta

#### Streha

Tip strehe	Tip strehe 2	
Koeficient U strehe (ravni del)	0,373	W/(m <sup>2</sup> .K)



## 7.2.2.4 Vhodni podatki za fazo uporabe (modul B)

Stanovajska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlièje Streha **Zasedenost** Sistemi

**Podatki povezani z zasedenostjo**

Zahteve glede udobja

Nastavljena temperatura ogrevanja	20	°C
Nastavljena temperatura hlajenja	26	°C
Stopnja pretoka zraka (ogrevanje)	0.6	ac/h
Stopnja pretoka zraka (hlajenje)	1	ac/h

Stanovajska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlièje Streha Zasedenost **Sistemi** Konstr

**Opis sistemov v stavbi**

Ogrevalni sistem

Tip ogrevalnega sistema

Hladilni sistem

Tip hladilnega sistema

Mehanski sistem prezraèevanja

Sistem za toplotno rekuperacijo

Sistem za toplo sanitarno vodo

Tip sistema za toplo sanitarno vodo

## 7.2.2.5 Splošni podatki za nosilno konstrukcijo stavbe (moduli A-C-D)

Stanovanjska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritližje Streha Zasedenost Sistemi **Konstrukcija**

**Nosilna konstrukcija stavbe**

Jekleni elementi

Prečke (vroče valjani profili)	0	t
Stebri (vroče valjani profili)	0,0	t
Mozniki	0,0	t
Vijaki	0,0	t
Spoji s pločevinami	0	t
<b>Celotna masa konstrukcije</b>	<b>0,0</b>	<b>t</b>

Stanovanjska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritližje Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija **Etaže**

**Stropne plošče**

Jekleni elementi

Konstruktivski sistem plošče	Suhomontažni strop	
Profilirana jeklena pločevina	Suportsol 56	
Debelina pločevine	0,750	mm
Masa pločevine na m2 tal	8,00	kg/m <sup>2</sup>
Masa profilirane pločevine za stavbo	0,883	t

Betonski elementi

**Celotna masa plošče** **52,99** t

## 7.2.2.6 Podatki o transportu elementov (modul A)

Stanovanjska stavba.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritliče Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija Etaže **Transport**

### Parametri transporta

#### Jekleni elementi

Celotna količina transportiranega jekla	<input type="text" value="1,583"/>	t
Vrednosti za vplive transporta	<input type="text" value="Povprečne vrednosti"/>	

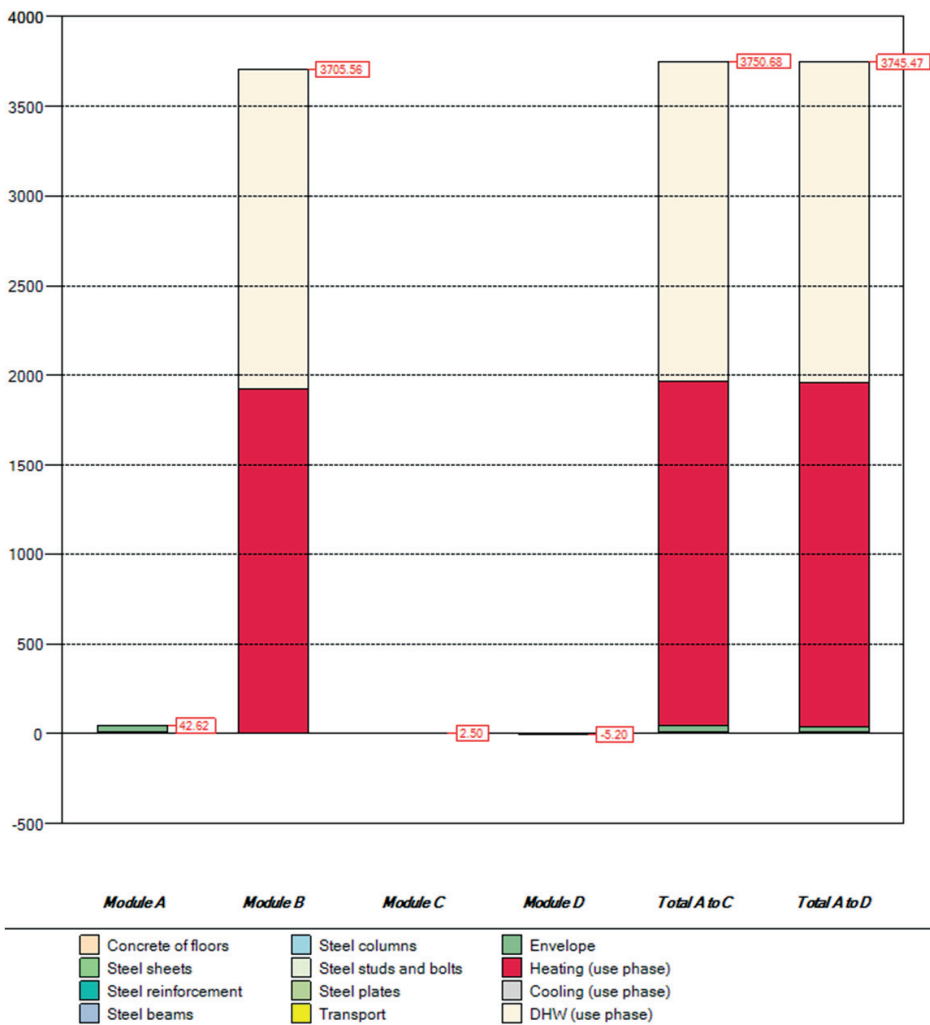
#### Betonski elementi

Celotna količina pripeljanega betona	<input type="text" value="52,11"/>	t
Beton izdelan na gradbišču	<input type="text" value="52,11"/>	t
Razdalja prevoza s tovornjaki za prevoz betona	<input type="text" value="30,0"/>	km
Prefabriciran beton	<input type="text" value="0,0"/>	t
Razdalja prevoza z običajnimi tovornjaki	<input type="text" value="0,0"/>	km



Rezultati kažejo, da je faza uporabe merodajna v primeru vseh obravnavanih okoljskih kategorij vplivov. Z ozirom na vpliv potenciala globalnega segrevanja (GWP), ki je prikazan na naslednjem grafu, faza uporabe prispeva več kot 99 % celotnega vpliva GWP obravnavane stavbe (moduli od A do D). Vplivi konstrukcijskega sistema stavbe so ob tem skoraj zanemarljivi.

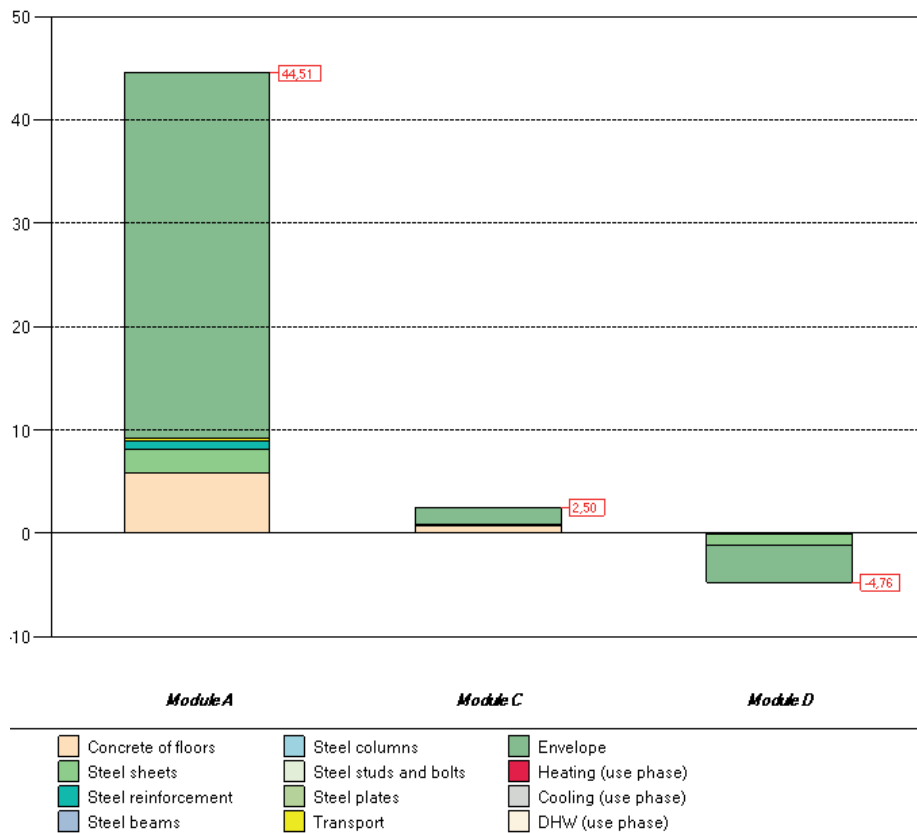
**Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)**



CasaBuna dwelling		GWP (tCO <sub>2</sub> eq)
Module A	Concrete of floors	5.80
	Steel sheets	2.26
	Steel reinforcement	0.87
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.23
	Envelope	33.46
	<b>Module A</b>	<b>42.62</b>
	Module B	Energy need for space heating
Energy need for space cooling		0.00
Energy need for DHW production		1783.18
<b>Module B</b>		<b>3705.56</b>
Module C	Concrete of floors	0.77
	Steel sheets	0.01
	Steel reinforcement	0.04
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	1.68
	<b>Module C</b>	<b>2.50</b>
Module D	Concrete of floors	-0.01
	Steel sheets	-1.15
	Steel reinforcement	0.00
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	-4.04
	<b>Module D</b>	<b>-5.20</b>
<b>Total A to C</b>	<b>Total A to C</b>	<b>3750.68</b>
<b>Total A to D</b>	<b>Total A to D</b>	<b>3745.47</b>

Če se osredotočimo na vpliv GWP, ki prihaja le iz proizvodnje gradbenih materialov (modul A), lahko opazimo, da 79 % celotnega vpliva prispevajo komponente stavbnega ovoja, vključno s fasado, streho in okni.

### Global Warming Potential (tCO2eq)



Energijska potreba stavbe znaša 15,6 kWh/m².

## Use phase heating

Energy for space heating									
Heat transfer by transmission									
Walls	Glazing	Ext Floor	Roof	Ground	Total				
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year				
4845.1	5968.3	0.0	3328.8	3008.7	16882.1	Heat gains			
Heat Transfer by ventilation									
Ventilation					Glazed	Opaque	Internal		
kWh/year					kWh/year	kWh/year	kWh/year		
8963.6					14064.4	783.0	10757.0		

## Energy need for heating

Q <sub>h,nd</sub>	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh												
	911.2	606.4	435.1	129.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.9	454.8	816.6
kWh/m <sup>2</sup>	4.1	2.7	2.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.1	3.7

## Energy Breakdowns

Building totals for heating	
Energy need	3454.2 kWh/year
	15.6 kWh/m <sup>2</sup> /year
Delivered energy	3970.4 kWh/year
COP : 0.87	18.0 kWh/m <sup>2</sup> /year
Primary	341.5 kgoe/year
fconv : 0.086	1.5 kgoe/m <sup>2</sup> /year

Ob dejstvu, da faza uporabe prispeva več kot 99 % delež celotnega vpliva, obravnavan računski primer poudarja korist visoke toplotne učinkovitosti elementov stavbnega ovoja pri zmanjšanju okoljskih vplivov iz naslova faze uporabe. To omogoča zmanjšanje okoljskih vplivov tekom celotnega življenjskega cikla stavbe.



## 7.3 Industrijska hala

### 7.3.1 Osnovni namen študije

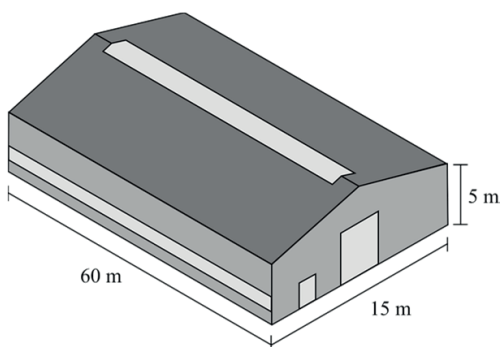
Namen študije je izračun in primerjava okoljskih vplivov industrijskega objekta izvedenega v dveh različicah konstrukcijskega sistema:

- sistem jeklenih momentnih okvirov s členkastim vpetjem, iz vročevaljanih profilov;
- sistem s togo vpetimi stebri in členkasto pripetimi nosilci, z uporabo armiranobetonskih stebrov in nosilcev.

V povezavi z jekleno konstrukcijo sta obravnavani dve kvaliteti jekla.

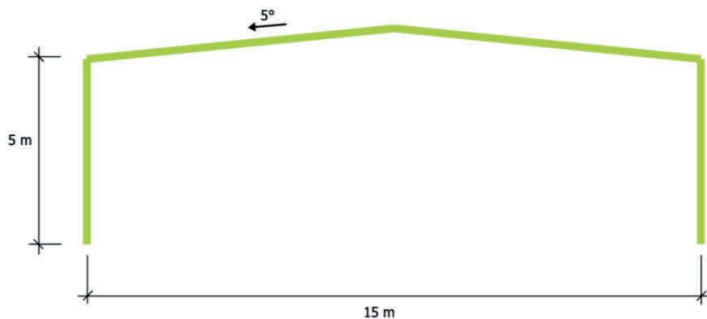
### 7.3.2 Opis stavbe

Enoetažna industrijska hala površine 900 m<sup>2</sup> je prikazana na spodnji sliki:



### 7.3.3 Konstrukcijski sistem

V prečni smeri so postavljeni okviri z razponom 15 m, razdalja med okviri pa znaša 6 m. Višina na robu objekta znaša 5 m, streha je dvokapna, z naklonom 5°, kot je prikazano na spodnji sliki:



Komponente vseh treh obravnavanih variant konstrukcijskih sistemov hale so opisane v spodnji preglednici:

komponenta konstrukcije	varianta 1 jeklen okvir S235	varianta 2 jeklen okvir S460	varianta 3 betonski okvir
nosilec	IPE 450	IPE 330	prefabriciran betonski element T80 armatura BSt500 202,5 kg/m <sup>3</sup>
stebri	primaren : IPE400 sekundaren : HEA480	primaren : IPE400 sekundaren : HEA480	betonski prerez 0,4x0,4m C30/37 armatura BSt500 108,1 kg/m <sup>3</sup>

Fotografija nosilne konstrukcije je prikazana na spodnji sliki:



Objekti so zasnovani v klimatskem območju mesta Pariz.

Talna plošča je izvedena kot armiranobetonska temeljna plošča z robno izolacijo.

Celotna masa uporabljenega materiala za vse tri variante nosilne konstrukcije je podana v spodnji preglednici:

komponenta konstrukcije	varianta 1 jeklen okvir S235	varianta 2 jeklen okvir S460	varianta 3 betonski okvir
nosilec	6,88 t	4,33 t	beton 34,19 t
			armatura: 2,93 t
stebri	4,17 t	4,17 t	beton: 30,12 t
			armatura: 1,38 t
mozniki	/	/	/
vijaki	43 kg	43 kg	/
Spoji s pločevinami	336 kg	336 kg	/
Talna plošča	beton: 425,7 kg	beton: 425,7 kg	beton: 425,7 kg
	14,4 t	14,4 t	14,4 t

### 7.3.4 Komponente ovoja

Fasada je sestavljena iz 80 mm debelega fasadnega poliuretanskega sendvič panela, v študiji pa je debelina fasadnih komponent dodatno povečana na 200 mm z namenom študije vpliva na rezultate okoljskih plovov.

Dvokapna strešna konstrukcija (naklon 5°) je zgrajena iz nosilne profilirane pločevine debeline 1 mm in 140 mm debelega sloja mineralne volne.

Okna imajo dvojno zasteklitev in aluminijaste okvire.

Vrednosti U za elemente stavbe so podani v spodnji preglednici:

stene : PU sendvič paneli debelina : 80mm debelina : 200mm	0,33 0,12	W/m <sup>2</sup> .K
	streha	0,31 W/m <sup>2</sup> .K
okna	2,6	W/m <sup>2</sup> .K
priljučje	0,44	W/m <sup>2</sup> .K

Vrednosti toplotne kapacitete elementov ovoja so predstavljene v spodnji preglednici:

Talna plošča 0,2 m beton	460000	J/m <sup>2</sup> .K
vmesna etaža	0	J/m <sup>2</sup> .K
zunanje stene	0	J/m <sup>2</sup> .K

### 7.3.5 Sistem ogrevanja, prezračevanja in klimatizacije (angl. Heating, Ventilation and air Conditioning – HVAC system)

Za ogrevanje je uporabljen plinski grelec, z nastavljeno temperaturo 20°C. V stavbo ni vgrajen sistem za hlajenje, sistem za mehansko prezračevanje, niti sistem za oskrbo s toplo sanitarno vodo.

### 7.3.6 Osnovne predpostavke

Vpliv temeljenja ni vključen v študijo, prav tako pa tudi ni vključen dodatni vpliv notranje razdelitve stavbe in vpliv vrat. Notranji zaključni sloji in oprema v objektu prav tako niso bili obravnavani v študiji.

V izračunu porabe energije so upoštevane dodatne toplotne izgube zaradi vgrajenih toplotnih mostov.

### 7.3.7 Vhodni podatki v programu AMECO3

#### 7.3.7.1 Splošni podatki za industrijsko stavbo v programu AMECO3

The screenshot shows the AMECO3 software interface. The title bar reads "Industrijska hala-jekloS235.ame | AMECO". The menu bar includes "Datoteka", "Uredi", "Prikaz", "Možnosti", and "?". The toolbar contains icons for file operations. The main menu has "Projekt" (highlighted), "Stavba", "Ovoj", "Pritlijeje", "Streha", "Zasedenost", "Sistemi", and "Konstrukcija". The main window is titled "Definicija projekta" and contains a section for "Identifikacija" with the following data:

Ime projekta	Industrijska hala iz jekla S355
Ime stavbe	Hala iz jekla S355
Podjetje	UL FGG KMK
Izdelal	Blaž
Komentar	

7.3.7.2 Geometrijski podatki objekta (Modules A-C-D)

Industrijska hala-jekloS235.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt **Stavba** Ovoj Pritližje Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija Etaže

**Podatki o stavbi**

**Splošni parametri**

Dolžina fasade sever-jug	60	m
Dolžina fasade vzhod-zahod	15	m
Višina etaže	5	m
Višina etaže do stropa	5	m
Število etaž	0	
Površina etaž	0	m <sup>2</sup>
Celotna površina stavbe	900.0	m <sup>2</sup>
Samo konstrukcija	Ne	
Vrsta stavbe	Industrijska	

North  
West East  
South

**Lokacija**

Država France

Lokacija Paris

Prikaz

7.3.7.3 Vhodni podatki za komponente stavbe (moduli A-B-C-D)

Industrijska hala-jekloS235.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba **Ovoj** Pritližje Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija Etaže Transport Rezultati

**Definicija ovoja stavbe**

**Fasada**

Smer	Sever	Vzhod	Jug	Zahod	
Površina fasade	300	75	300	75	m <sup>2</sup>
Površina odprtin	14	50	14	50	%

**Lastnosti fasade**

Tip stene	Sendvič panel (PUR 80 mm)	
Vrednost U sten	0.3	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Tip odprtine	Dvozna zasteklitev	
Koeficient U za odprtine	2.9	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Tip in barva senčila	Brez senčila	
Tip rolete	Brez rolet	

Industrijska hala-jekloS235.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj **Pritlijeje** Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija Etaže Tran

### Definicija pritičja stavbe

Pritlijeje

Koeficient U pritičje	0,44	W/(m <sup>2</sup> .K)
Tip izvedbe pritičja oz. kleti	Temeljna plošča	
Debelina temeljne plošče	0,2	m
Masa armaturnega jekla	14,4	t
Notranja toplotna kapaciteta pritične etaže	74612	J/(m <sup>2</sup> .K)
Notranja toplotna kapaciteta vmesnih etaž	0	J/(m <sup>2</sup> .K)
Notranja toplotna kapaciteta notranjih sten	0	J/(m <sup>2</sup> .K)

Key  
1 floor slab  
2 ground  
- thickness of external walls

Figure 1 – Schematic diagram of slab-on-ground floor

Industrijska hala-jekloS235.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlijeje **Streha** Zasedenost Sistemi Konstrukcija

### Definicija strehe objekta

Streha

Tip strehe Vodonepropustna membrana

Koeficient U strehe (ravni del) 0,31 W/(m<sup>2</sup>.K)

#### 7.3.7.4 Vhodni podatki za fazo uporabe (modul B)

Industrijska hala-jekloS235.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlijeje Streha **Zasedenost** Sistemi Konstrukcija

### Podatki povezani z zasedenostjo

Zahteve glede udobja

Nastavljena temperatura ogrevanja	18	°C
Nastavljena temperatura hlajenja	26	°C
Stopnja pretoka zraka (ogrevanje)	0,6	ac/h
Stopnja pretoka zraka (hlajenje)	1	ac/h

Industrijska hala-jekloS235.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlijeje Streha Zasedenost **Sistemi** Konstrukcija

**Opis sistemov v stavbi**

Ogrevalni sistem

Tip ogrevalnega sistema

Hladilni sistem

Tip hladilnega sistema

Mehanski sistem prezračevanja

Sistem za toplotno rekuperacijo

Sistem za tople sanitarne vode

Tip sistema za tople sanitarne vode

### 7.3.7.5 Splošni podatki za nosilno konstrukcijo objekta (moduli A-C-D)

Za jekleno konstrukcijo iz jekla S235:

Nosilna konstrukcija stavbe		
Jekleni elementi		
Prečke (vroče valjani profili)	6,880	t
Stebri (vroče valjani profili)	4,170	t
Mozniki	0,0	t
Vijaki	0,043	t
Spoji s pločevinami	0,336	t
<b>Celotna masa konstrukcije</b>	<b>11,43</b>	<b>t</b>

Za jekleno konstrukcijo iz jekla S460:

Nosilna konstrukcija stavbe		
Jekleni elementi		
Prečke (vroče valjani profili)	4,330	t
Stebri (vroče valjani profili)	4,170	t
Mozniki	0,0	t
Vijaki	0,043	t
Spoji s pločevinami	0,336	t
<b>Celotna masa konstrukcije</b>	<b>8,879</b>	<b>t</b>

## 7.3.7.6 Podatki o transportu elementov (modul A)

Industrijska hala-jekloS235.ame | AMECO

Datoteka Uredi Prikaz Možnosti ?

Projekt Stavba Ovoj Pritlijeje Streha Zasedenost Sistemi Konstrukcija Etaže **Transport**

### Parametri transporta

#### Jekleni elementi

Celotna količina transportiranega jekla  t

Vrednosti za vplive transporta  ▼

#### Betonski elementi

Celotna količina pripeljanega betona  t

Beton izdelan na gradbišču  t

Razdalja prevoza s tovornjaki za prevoz betona  km

Prefabriciran beton  t

Razdalja prevoza z običajnimi tovornjaki  km



### 7.3.8 Rezultati izračuna v programu AMECO3

#### 7.3.8.1 Jeklena nosilna konstrukcija, jeklo S235

V spodnji preglednici so za vse obravnavane kategorije okoljskih vplivov prikazani rezultati industrijske hale, katere nosilna konstrukcija je izvedena v jeklu S235.

Synthesis of results for Industrial hall

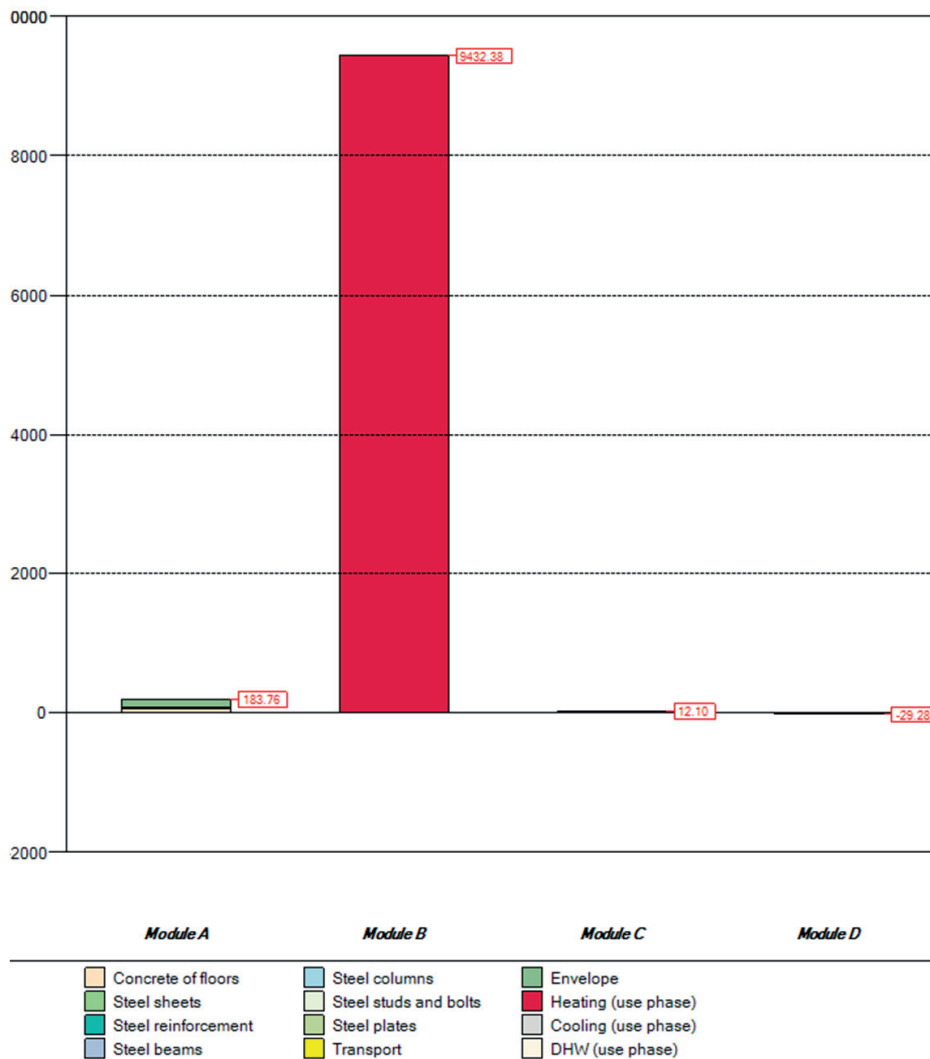
	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO <sub>2</sub> eq)	183.76	9432.38	12.10	-29.28	9628.25	9598.97
ODP (tCF <sub>2</sub> eq)	1.09E-06	1.59E-06	1.42E-06	7.98E-07	4.06E-06	4.82E-06
AP (tSO <sub>2</sub> eq)	5.26E-01	3.14E01	5.03E-02	-7.53E-02	3.19E01	3.19E01
EP (tPO <sub>4</sub> eq)	6.40E-02	1.53E00	1.69E-02	-2.80E-03	1.61E00	1.61E00
POCP (tEtheneeq)	5.92E-02	6.80E00	8.53E-03	-1.51E-02	6.87E00	6.86E00
ADP-e (tSbeq)	1.75E-03	2.30E-03	8.20E-06	-2.54E-04	4.07E-03	3.81E-03
ADP-f (GJ NCV)	2041.70	978869.63	138.42	-285.35	981049.75	980764.40
RPE (GJ NCV)	1285.91	4687.50	6.33	-264.44	5979.75	5715.31
RER (GJ NCV)	47.75	0.00	0.00	13.72	47.75	61.47
RPE-total (GJ NCV)	68.65	4687.50	2.91	-0.65	4759.06	4758.41
Non-RPE (GJ NCV)	887.83	98391.18	148.73	-22.75	99427.74	99404.99
Non-RER (GJ NCV)	2.43	880547.69	0.00	0.00	880550.12	880550.12
Non-RPE-total (GJ NCV)	890.26	978938.87	148.73	-22.75	979977.86	979955.11
SM (t)	444.40	0.00	0.00	-0.94	444.40	443.46
RSF (GJ NCV)	14.61	6.56	0.00	0.00	21.18	21.18
Non-RSF (GJ NCV)	153.83	69.05	0.00	0.00	222.88	222.88
NFW (1000 m <sup>3</sup> )	30396.65	6075.63	157.18	-100.49	36629.47	36528.98
HWD (t)	4.53E-03	0.00E00	0.00E00	-9.19E-05	4.53E-03	4.44E-03
Non-HWD (t)	276.33	6464.29	5.42	-4.14	6746.03	6741.89
RWD (t)	2.37E-02	4.04E00	1.65E-05	-8.53E-04	4.06E00	4.06E00
CR (t)	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	1.11
MR (t)	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33
MER (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EE (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kot lahko opazimo iz zgornje preglednice, so vplivi modula B prevladujoči v primeru vseh okoljskih kategorij.

V nadaljevanju sledi detajlni prikaz rezultatov, v zvezi z vplivom potenciala globalnega segrevanja (GWP), za vsak tip komponente stavbe, vključno z upoštevanjem transporta.

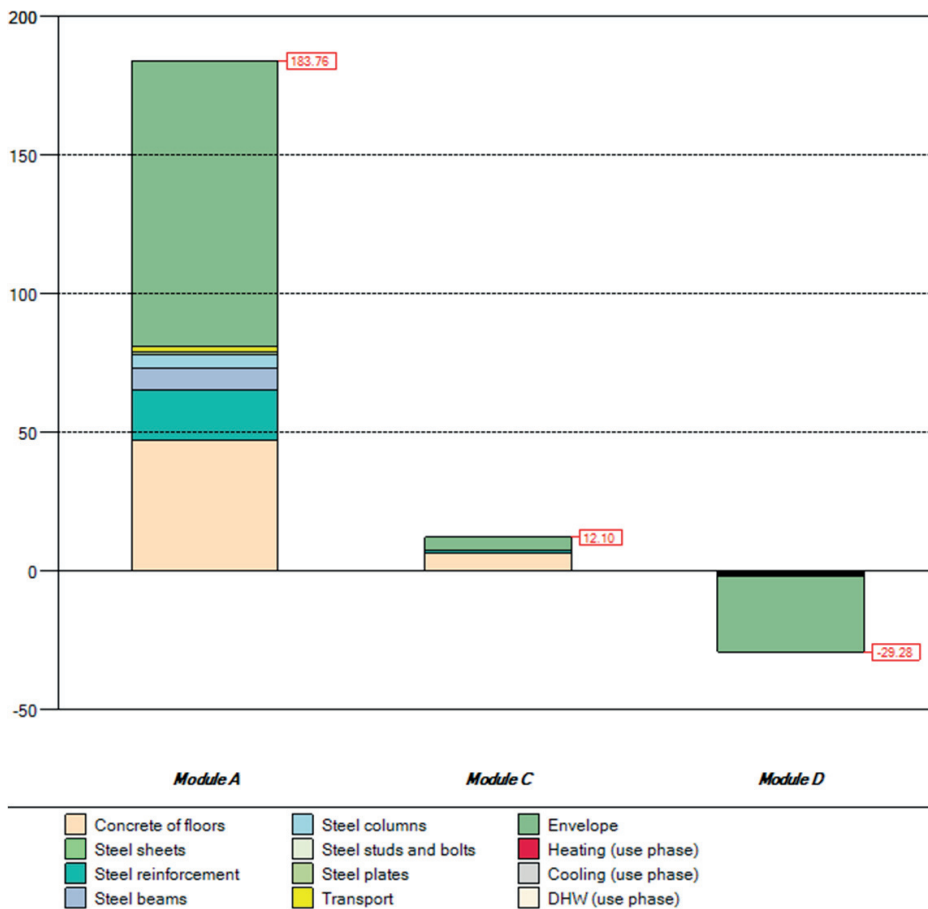
Kot je razvidno iz spodnjega grafa, za halo z nosilno konstrukcijo izvedeno v jeklu S235 modul B prispeva okrog 99 % delež k vplivu GWP (upoštevanje modulov od A do D).

### Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)



Vrednosti vpliva GWP iz naslova uporabljenih materialov za zgraditev objekta, tj. za nosilno konstrukcijo in komponente ovoja stavbe, so predstavljene na spodnjem grafu:

### Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

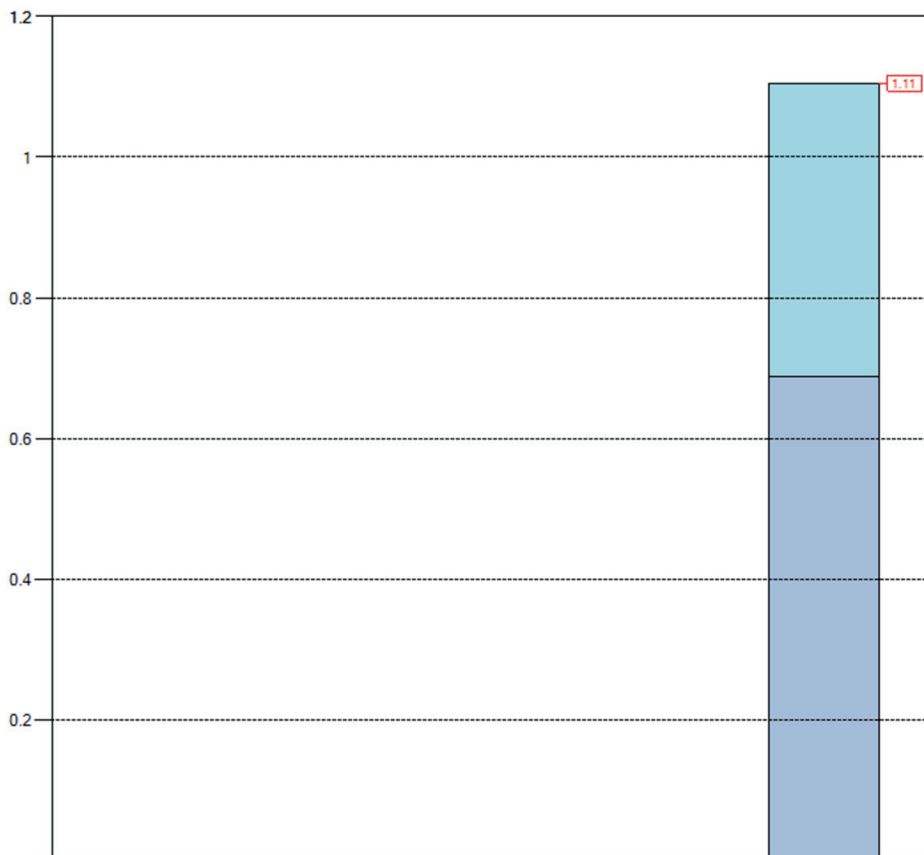


Kot je razvidno iz rezultatov za modul A, materiali uporabljeni v ovojju stavbe prispevajo 56 % delež celotnega vpliva GWP.

Vrednost vpliva GWP za nosilno konstrukcijo znaša 78,6 t CO<sub>2</sub>-ekviv., za betonsko talno ploščo pa 47,31 t CO<sub>2</sub>-ekviv., kar predstavlja 60 % delež vpliva GWP iz naslova nosilne konstrukcije.

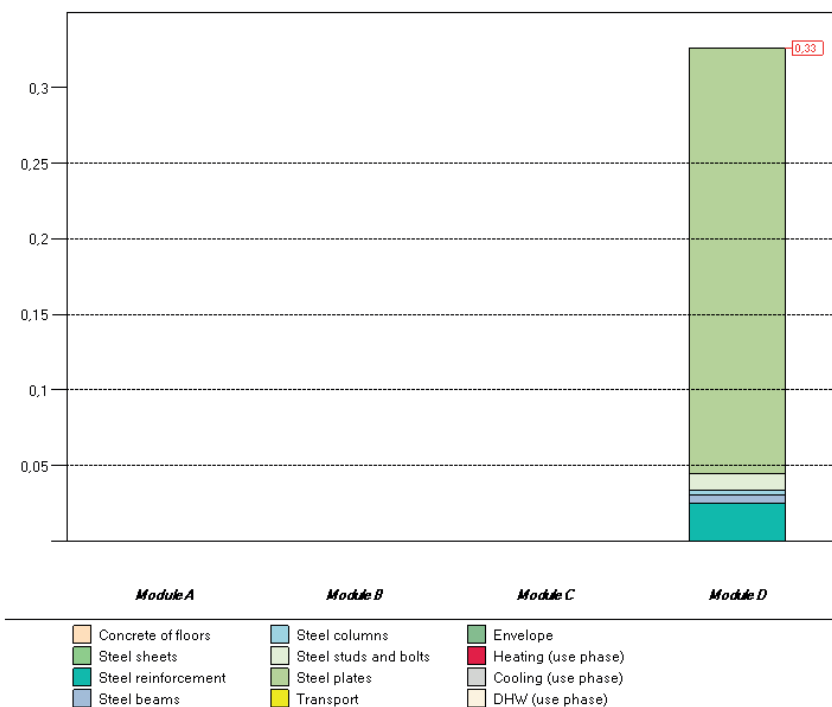
Spodnji prikaz rezultatov za modul D predstavlja ponovno uporabni material po koncu življenjske dobe stavbnih komponent, kar se lahko doseže bodisi s ponovno uporabo komponent bodisi z reciklažo materiala.

### Components for reuse (t)



Module A	Module B	Module C	Module D
Concrete of floors	Steel columns	Envelope	
Steel sheets	Steel studs and bolts	Heating (use phase)	
Steel reinforcement	Steel plates	Cooling (use phase)	
Steel beams	Transport	DHW (use phase)	

Materials for recycling (t)



Energjska potreba stavbe znaša 19 kWh/m<sup>2</sup>, kar je podrobno prikazano v spodnji preglednici.

*Use phase heating*

Energy for space heating						
Heat transfer by transmission						
Walls	Glazing	Ext Floor	Roof	Ground	Total	
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year
11050.9	28739.9	0.0	17389.8	11212.7	66993.5	
Heat Transfer by ventilation						
Heat gains						
Ventilation			Glazed	Opaque	Internal	
kWh/year			kWh/year	kWh/year	kWh/year	
52169.4			42631.5	1661.1	64941.9	

Energy need for heating

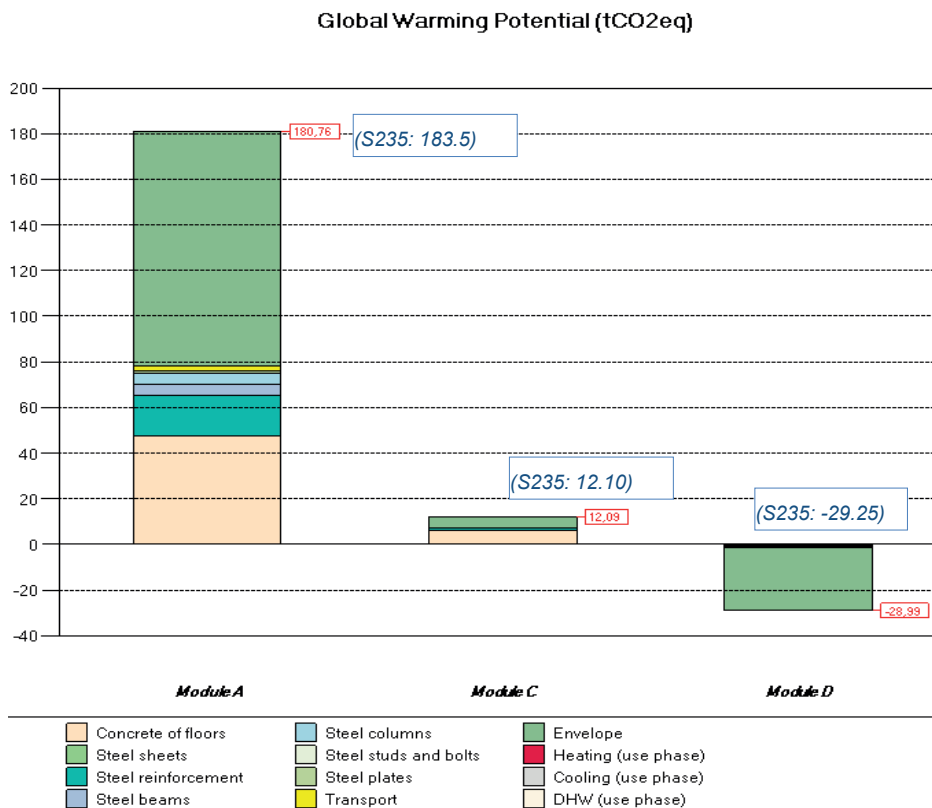
Qh.nd	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh	3642.1	3040.8	2279.5	1099.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	755.8	2582.3	3540.6
kWh/m <sup>2</sup>	4.0	3.4	2.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.9	3.9

Energy Breakdowns

Building totals for heating	
Energy need	16548.6 kWh/year
Delivered energy	18.8 kWh/m <sup>2</sup> /year
COP : 0.87	19481.1 kWh/year
Primary	21.6 kWh/m <sup>2</sup> /year
fconv : 0.086	1675.4 kgoe/year
	1.9 kgoe/m <sup>2</sup> /year

### 7.3.8.2 Jeklena nosilna konstrukcija, jeklo S460

Z uporabljeno višjo kvaliteto jekla dosežemo manjšo skupno maso jeklene nosilne konstrukcije, in sicer: iz 6,66 t za jeklo S235, na 4,33 t za jeklo S460, kar pomeni skupno zmanjšanje mase jeklenih elementov za 2,33 t. Posledično to pripomore k zmanjšanju celotnega vpliva GWP v moduli A, C in D.



Vrednost okoljskega vpliva GWP za jekleno nosilno konstrukcijo z uporabljeno kvaliteto jekla S460 znaša 10,69 t CO<sub>2</sub>-ekviv., kar v primerjavi z vrednostjo vpliva GWP za konstrukcijo iz jekla S235 pomeni neto znižanje vrednosti vpliva GWP za 2,69 t CO<sub>2</sub>-ekviv.

Vpliv GWP iz naslova komponent ovoja stavbe znaša 57 % delež celotnega modula A, kar je podobno vrednosti dobljeni v primeru uporabe jekla S235.

Podroben prikaz vplivov GWP iz naslova konstrukcijskega sistema izvedenega v jeklu S460 je prikazan v nadaljevanju.

### Detailed results

#### *Global Warming Potential*

	Module A tCO <sub>2</sub> eq	Module B tCO <sub>2</sub> eq	Module C tCO <sub>2</sub> eq	Module D tCO <sub>2</sub> eq	Total A to C tCO <sub>2</sub> eq	Total A to D tCO <sub>2</sub> eq
<b>Steel total</b>	28.60	0.00	0.97	-1.44	29.57	28.13
Beams	5.00	0.00	0.03	-0.49	5.03	4.54
Columns	4.81	0.00	0.03	-0.47	4.84	4.37
Studs and bolts	0.05	0.00	0.00	-0.02	0.05	0.04
Plates connections	0.83	0.00	0.00	-0.43	0.83	0.40
<b>Concrete total</b>	47.31	0.00	6.29	-0.12	53.61	53.49
Concrete slabs	47.31	0.00	6.29	-0.12	53.61	53.49
<b>Envelope</b>	102.75	0.00	4.83	-27.43	107.58	80.15
<b>Use phase total</b>	0.00	9432.38	0.00	0.00	9432.38	9432.38
Heating	0.00	9432.38	0.00	0.00	9432.38	9432.38
Cooling	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DHW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Transport</b>	2.09	0.00	0.00	0.00	2.09	2.09
<b>Total impact of module</b>	180.76	9432.38	12.09	-28.99	9625.23	9596.24



7.3.8.3 Nosilna konstrukcija iz betona

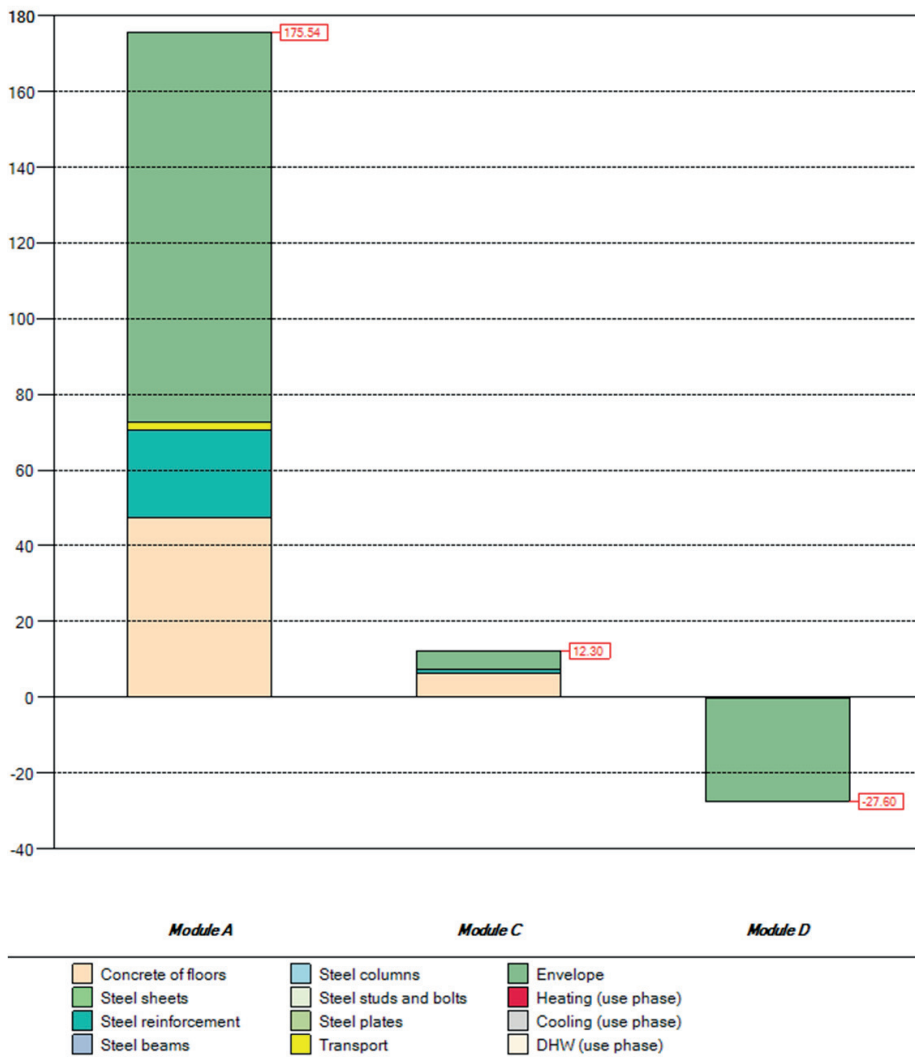
V spodnji tabeli so povzeti vsi okoljski vplivi industrijske hale izvedene z betonsko nosilno konstrukcijo.

Industrial hall		GWP (tCO <sub>2</sub> eq)
Module A	Concrete of floors	47.31
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	23.26
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	2.21
	Envelope	102.75
	<b>Module A</b>	<b>182.70</b>
	Module B	Energy need for space heating
Energy need for space cooling		0.00
Energy need for DHW production		0.00
<b>Module B</b>	<b>9432.38</b>	
Module C	Concrete of floors	6.29
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	1.18
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	4.83
	<b>Module C</b>	<b>13.07</b>
Module D	Concrete of floors	-0.12
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	-0.05
	Steel beams	0.00
	Steel columns	0.00
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	-27.43
<b>Module D</b>	<b>-27.69</b>	
<b>Total A to C</b>	<b>Total A to C</b>	<b>9628.16</b>
<b>Total A to D</b>	<b>Total A to D</b>	<b>9600.47</b>

Kot lahko opazimo, so vplivi faze uporabe tudi v tem primeru prevladujoči in enaki tistim dobljenim v primeru obeh nosilnih konstrukcij izvedenih v jeklu.

V nadaljevanju so za posamezne module podrobno prikazane vrednosti vplivov GWP posameznih komponent stavbe.

### Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)



Celoten prispevek modula A k vplivu GWP znaša 182,7 t CO<sub>2</sub>-ekviv..

Pri tem je celoten prispevek nosilne konstrukcije k vplivu GWP 79,95 t CO<sub>2</sub>-ekviv., pri čemer znaša delež za armaturo 29 %, kot je to prikazano spodaj:

*Global Warming Potential*

	Module A tCO <sub>2</sub> eq	Module B tCO <sub>2</sub> eq	Module C tCO <sub>2</sub> eq	Module D tCO <sub>2</sub> eq	Total A to C tCO <sub>2</sub> eq	Total A to D tCO <sub>2</sub> eq
<b>Steel total</b>	23.26	0.00	1.18	-0.05	24.44	24.39
Reinforcement	23.26	0.00	1.18	-0.05	24.44	24.39
<b>Concrete total</b>	54.48	0.00	7.06	-0.21	61.54	61.33
Concrete of structure	7.16	0.00	0.77	-0.09	7.93	7.84
Concrete slabs	47.31	0.00	6.29	-0.12	53.61	53.49
Envelope	102.75	0.00	4.83	-27.43	107.58	80.15
<b>Use phase total</b>	0.00	24590.14	0.00	0.00	24590.14	24590.14
Heating	0.00	24590.14	0.00	0.00	24590.14	24590.14
Cooling	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DHW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transport	2.21	0.00	0.00	0.00	2.21	2.21
<b>Total impact of module</b>	<b>182.70</b>	<b>24590.14</b>	<b>13.07</b>	<b>-27.69</b>	<b>24785.91</b>	<b>24758.22</b>

Beton v talni plošči prispeva 26 % celotnega vpliva GWP modula A.

Na spodnjem diagramu je prikazan vpliv GWP za modul D, s poudarkom na recikliranem ponovno uporabnem materialu iz elementov ovoja stavbe: večinoma gre v tem primeru za lahke jeklene elemente okvirne konstrukcije fasade in jeklene profilirane pločevine uporabljene v strešni konstrukciji.

### Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

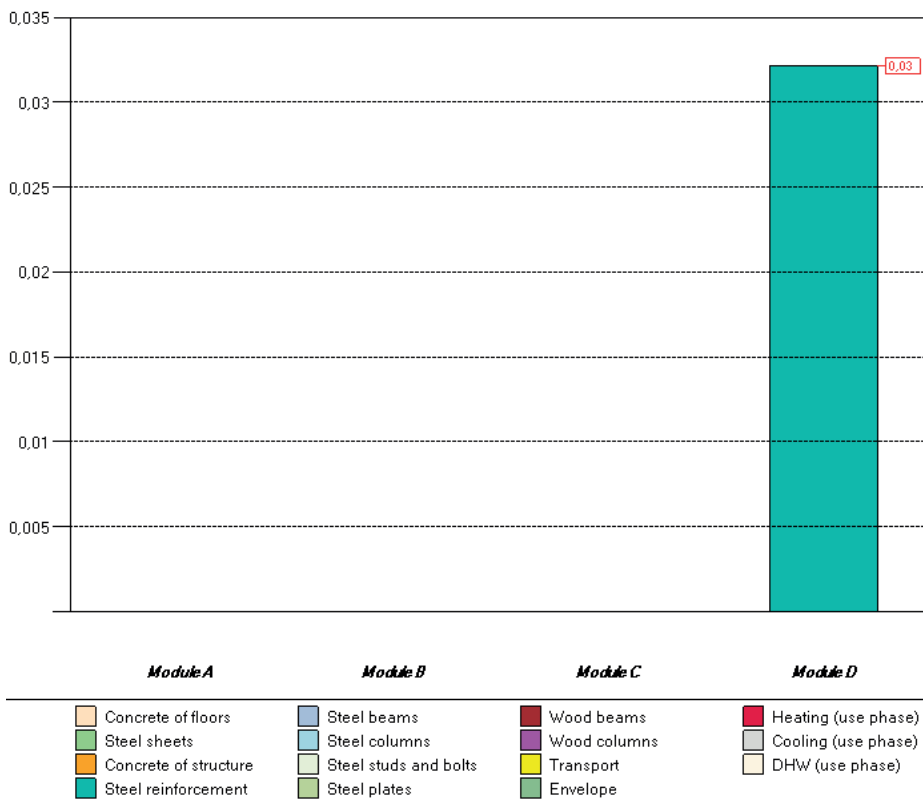


#### Module D

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <span style="color: #f4a460;">■</span> Concrete of floors  | <span style="color: #a6c9ec;">■</span> Steel columns         | <span style="color: #66a666;">■</span> Envelope            |
| <span style="color: #66a666;">■</span> Steel sheets        | <span style="color: #d9ead3;">■</span> Steel studs and bolts | <span style="color: #d9534f;">■</span> Heating (use phase) |
| <span style="color: #1f77b4;">■</span> Steel reinforcement | <span style="color: #bcbddc;">■</span> Steel plates          | <span style="color: #a6a6a6;">■</span> Cooling (use phase) |
| <span style="color: #7570b3;">■</span> Steel beams         | <span style="color: #ffff00;">■</span> Transport             | <span style="color: #e6e6e6;">■</span> DHW (use phase)     |

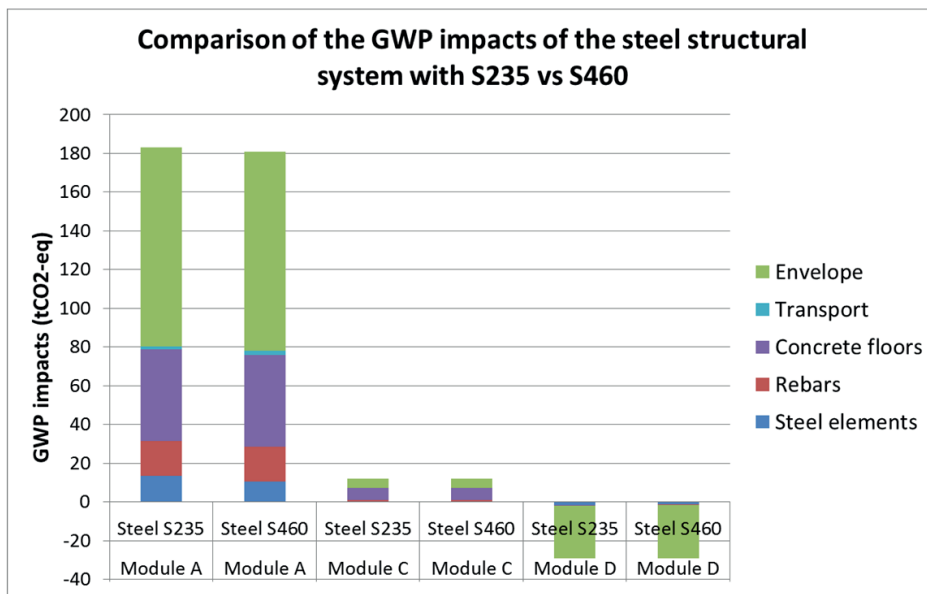
Material, ki je namenjen reciklaži, predstavlja 0,03 t, kar je manj kot v primeru industrijske hale iz jekla S235 (0,33 t).

### Materials for recycling (t)



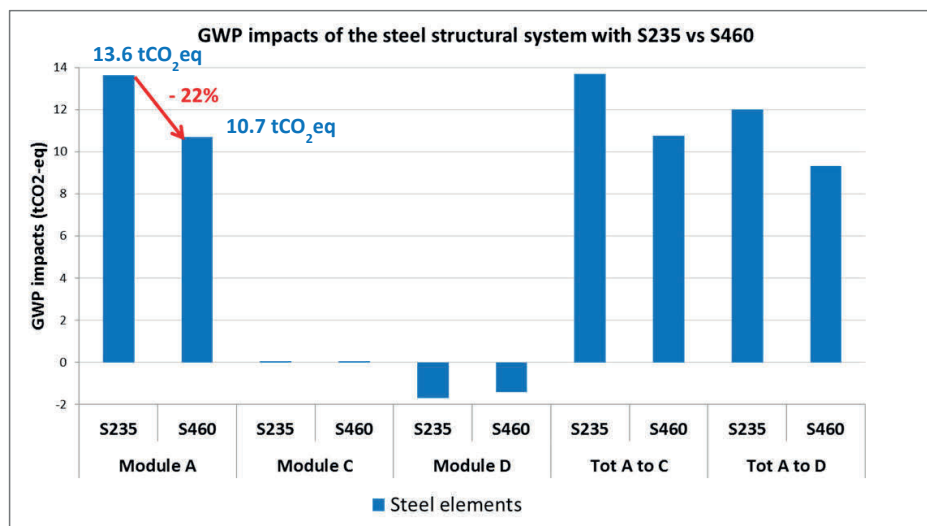
### 7.3.8.4 Primerjava vplivov GWP za nosilni konstrukciji izvedeni v jeklu S235 in S460

Spodnji graf predstavlja primerjavo vrednosti vplivov GWP za konstrukcijska sistema stavbe izvedena v jeklu S235 in S460:



Kot je bilo že omenjeno, materiali uporabljeni v ovoj stavbe prispevajo okrog 56 % celotnega GWP vpliva v sklopu faze proizvodnje in gradnje (modul A).

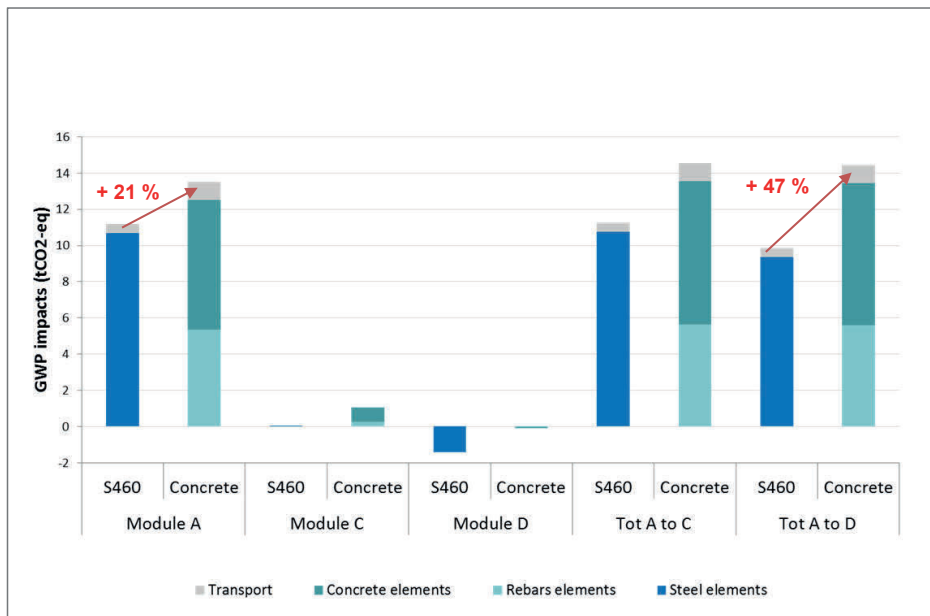
Spodnji graf prikazuje vplive GWP za jekleno konstrukcijo:



Uporaba jekla višje trdnosti omogoča zmanjšanje celotne mase jeklenih elementov za 2.3 tone, kar pomeni 22 % zmanjšanje t CO<sub>2</sub>-ekv. iz naslova nosilne konstrukcije v modulu A.

### 7.3.8.5 Primerjava vplivov GWP za nosilni konstrukciji izvedeni v jeklu S460 in betonu

Spodnji graf prikazuje primerjavo celotnega vpliva GWP za nosilni konstrukciji izvedeni v jeklu S460 in betonu. Predstavljene vrednosti vključujejo module A, C in D. Vključen je podroben prikaz vplivov GWP za oba konstrukcijska sistema.



Kot je razvidno iz grafa, z upoštevanjem modulov A do D betonska konstrukcija doprinese povečan vpliv GWP za 47 % (merjeno v t CO<sub>2</sub>-ekviv.) in 21 % povečanje vplivov iz naslova proizvodnje materialov.

Dobljen rezultat nakazuje, da je iz trajnostnega vidika jeklena izvedba konstrukcije iz vročevaljanih profilov boljša od betonske. Omenjeno velja tudi v primeru, ko reciklaža v izračunu ni upoštevana. Z upoštevanjem reciklaže materialov v fazi po koncu življenjske dobe (vedno mogoča reciklaža jekla in presoja zdrobljenega betona), se razlika med vplivi jeklene in betonske variante nosilne konstrukcije še poveča.

### 7.3.9 Analiza okoljskih koristi zaradi uporabljene povečane debeline toplotne izolacije

Kot je bilo opisano že v prejšnjem poglavju, faza uporabe prispeva več kot 99 % celotnega vpliva GWP v celotnem življenjskem ciklu stavbe.

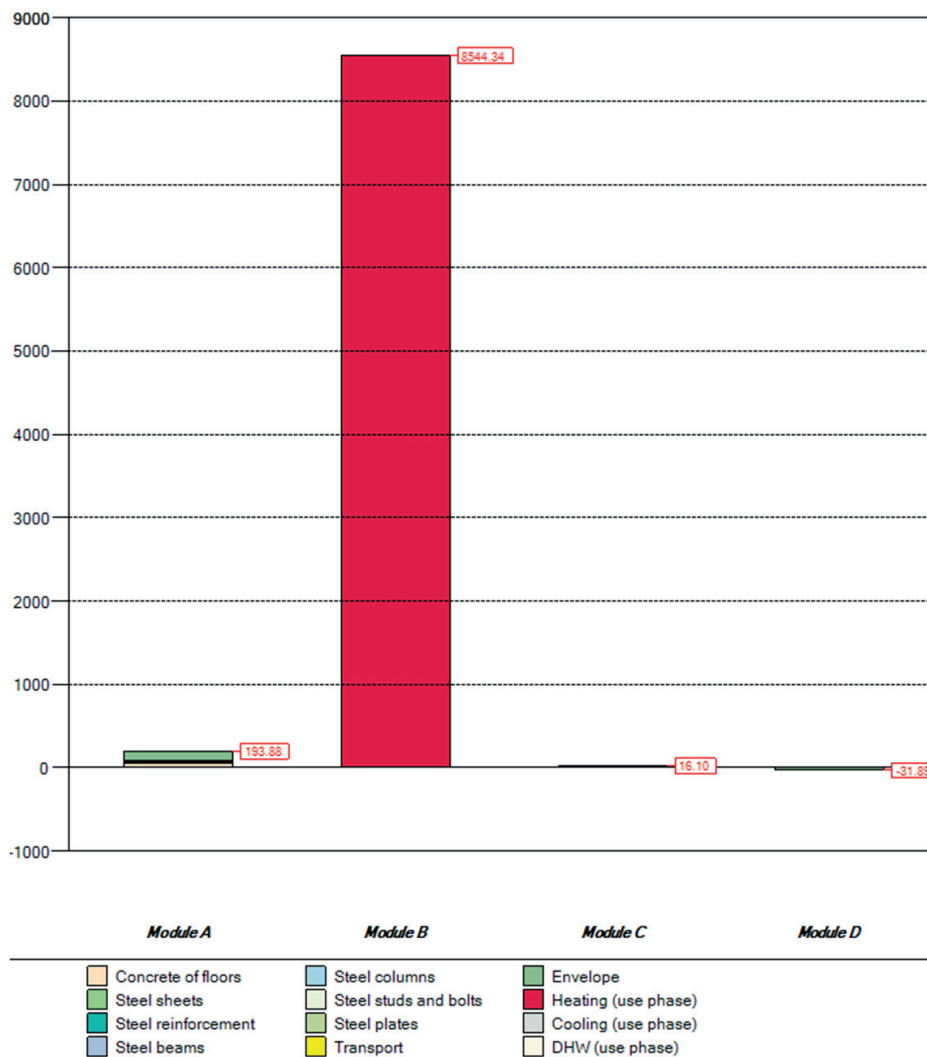
Običajna rešitev z korenito zmanjšanje energijskih potreb stavbe in v skladu s tem zmanjšanje vplivov na okolje, je izboljšanje energijske učinkovitosti komponent ovoja stavbe. V ta namen se uporablja povečana debelina toplotne izolacije.

S programom AMECO3 je enostavno opraviti analizo vplivov takšnih modifikacij.

Izhodišna debelina toplotne izolacije fasadnih komponent, v tem primeru sendvič panelov z izolacijsko plastjo 80 mm, je bila povečana na 200 mm.

Vrednost vplivov GWP za fazo uporabe se je zmanjšala, pri čemer neto razlika znaša 888 t CO<sub>2</sub>-ekviv.:

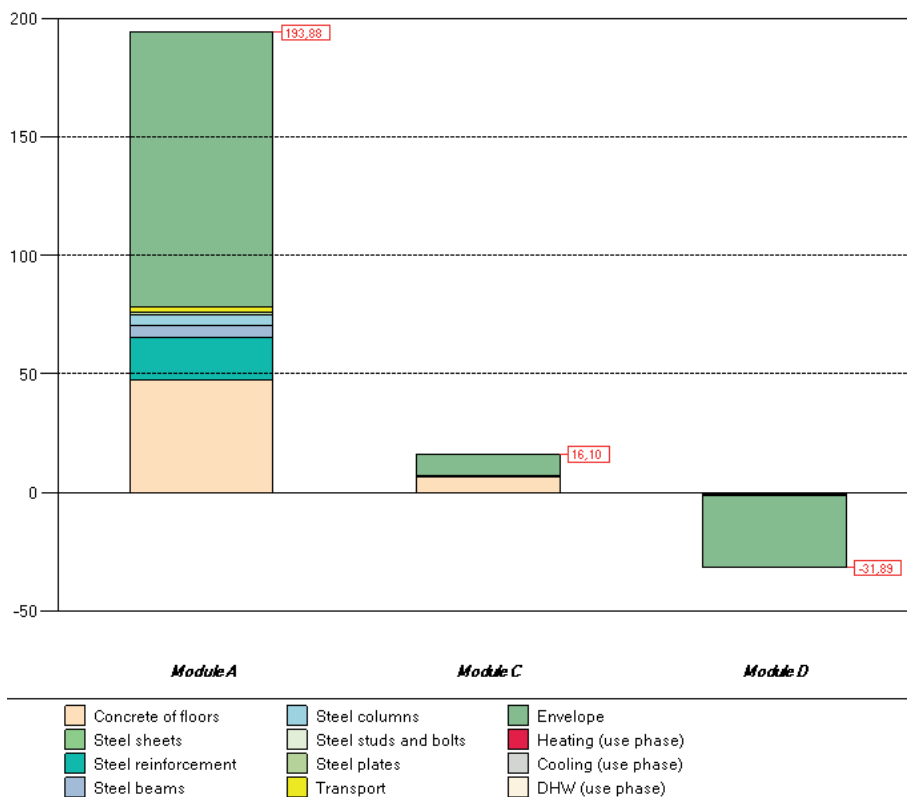
### Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)





Industrial hall		GWP (tCO <sub>2</sub> eq)
Module A	Concrete of floors	47.31
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	17.91
	Steel beams	5.00
	Steel columns	4.81
	Steel studs and bolts	0.05
	Plate Connections	0.83
	Transport	2.09
	Envelope	115.87
	<b>Module A</b>	<b>193.88</b>
	Module B	Energy need for space heating
Energy need for space cooling		0.00
Energy need for DHW production		0.00
<b>Module B</b>		<b>8544.34</b>
Module C	Concrete of floors	6.29
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	0.91
	Steel beams	0.03
	Steel columns	0.03
	Steel studs and bolts	0.00
	Plate Connections	0.00
	Transport	0.00
	Envelope	8.85
	<b>Module C</b>	<b>16.10</b>
Module D	Concrete of floors	-0.12
	Steel sheets	0.00
	Steel reinforcement	-0.04
	Steel beams	-0.49
	Steel columns	-0.47
	Steel studs and bolts	-0.02
	Plate Connections	-0.43
	Transport	0.00
	Envelope	-30.33
	<b>Module D</b>	<b>-31.89</b>
<b>Total A to C</b>	<b>Total A to C</b>	<b>8754.33</b>
<b>Total A to D</b>	<b>Total A to D</b>	<b>8722.44</b>

Pri tem potrebna dodatna količina materiala za toplotno izolacijo poveča celoten vpliv GWP za modul A na 193,88 t CO<sub>2</sub>-ekviv., kar ustreza povečanju za 13,12 t CO<sub>2</sub>-ekviv..

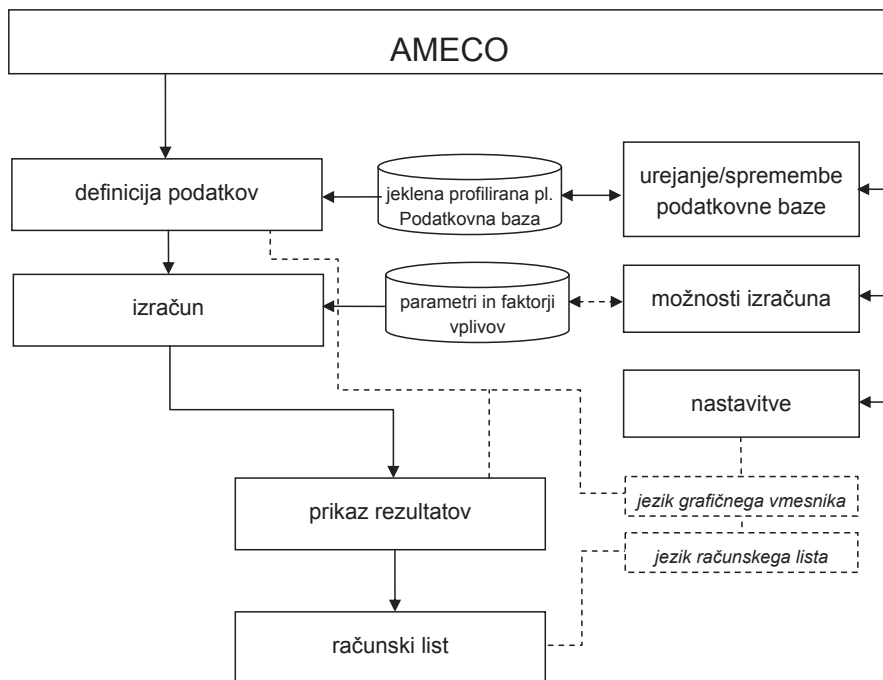
Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

V primerjavi z redukcijo potrebne energije v fazi uporabe, je zgoraj dobljena vrednost povečanja vpliva praktično zanemarljiva. Slednje potrjuje smotrnost koncepta izboljšave energijske učinkovitosti stavbe.

## 8 LITERATURA

- [1] P-O. MARTIN, AMECO SOFTWARE Technical Manual, report DRV/10-DRC-107/002-A, CTICM, 2010.
- [2] C. THAUVOYE, AMECO 2 SOFTWARE Technical and Software Specifications, report DRV/12-DRV-123/001-A, CTICM, 2012.
- [3] P. SANTOS, Excel sheet calculation, University of Coimbra, 2013
- [4] BIO Intelligence Service, Evaluation de la Qualité Environnementale de Bâtiments Tertiaires – Aspects environnementaux, ArcelorMittal, Juillet 2013

## Dodatek 1 Globalna struktura programa Ameco



## Dodatek 2 Preglednice z ne-podnebno vsebino

Preglednica 11: Parametri: *MonthLength* [ $10^6$  s], *MonthDay* [dnevi]  
in *NbDayWorking* [dnevi] v mesecu *m*

	<i>m</i>	<i>MonthLength</i>	<i>MonthDay</i>	<i>NbDayWorking</i>
<b>JAN</b>	1	2,6784	31	23
<b>FEB</b>	2	2,4192	28	20
<b>MAR</b>	3	2,6784	31	21
<b>APR</b>	4	2,592	30	22
<b>MAJ</b>	5	2,6784	31	23
<b>JUN</b>	6	2,592	30	20
<b>JUL</b>	7	2,6784	31	23
<b>AVG</b>	8	2,6784	31	22
<b>SEP</b>	9	2,592	30	21
<b>OKT</b>	10	2,6784	31	23
<b>NOV</b>	11	2,592	30	21
<b>DEC</b>	12	2,6784	31	22

Preglednica 12: Definicija površin v stavbi

tip stavbe	Area 1		Area 2	
	oznaka	privzeto %	oznaka	privzeto %
<b>RB</b>	stanovanjske površine	40	drugo	60
<b>OB</b>	poslovni prostori	80	drugo	20
<b>CB</b>	trgovski prostori	60	drugo	40
<b>IB</b>	hale	80	drugo	20

Preglednica 13:  $R_{sh}$ ,  $\Delta R_{high}$ ,  $\Delta R_{avg}$ ,  $\Delta R_{low}$ , dodatna toplotna upornost za določeno zračno prepustnost senčila

tip senčila	$R_{sh}$ [m <sup>2</sup> .K/W]	zračna prepustnost		
		$\Delta R_{high}$	$\Delta R_{avg}$	$\Delta R_{low}$
		[m <sup>2</sup> .K/W]		
brez senčila	0,00	0,00	0,00	0,00
zunanje aluminijaste rolete (brez izolacije)	0,01	0,00	0,12	0,00
zunanje neprosojno leseno senčilo (brez izolacije)	0,10	0,00	0,16	0,00
zunanje lesene rolete (brez izolacije)	0,10	0,00	0,16	0,00
zunanje plastične rolete (brez izolacije)	0,10	0,00	0,16	0,00
zunanje lesene žaluzije	0,01	0,09	0,00	0,00
zunanje kovinske žaluzije	0,01	0,09	0,00	0,00
zunanji neprosojni rolo	0,01	0,09	0,00	0,00
zunanji prosojni rolo	0,01	0,09	0,00	0,00
notranje senčilo	0,01	0,00	0,00	0,24
notranje naprosojne zavese	0,00	0,00	0,00	0,00
notranje prosojne zavese	0,00	0,00	0,00	0,00
notranje neprosojno leseno senčilo	0,10	0,00	0,00	0,31
plastične rolete s polnilom iz pene	0,15	0,13	0,19	0,26
lesena polkna, debeline od 25mm do 30mm	0,20	0,14	0,22	0,30

Preglednica 14: Povprečna razlika med temperaturo zunanjega zraka in temperaturo neba (SIST EN ISO 13790)

podnebje	$\Delta\theta_{er}$
sub-polarno	9
vmesno	11
tropsko	13

Preglednica 15:  $g_n$  - prehodnost energije sončnega sevanja v primeru obsevanja v smeri pravokotno na zasteklitev in pripadajoča vrednost U (vir SIST EN 15193)

tip zasteklitve	$g_n$	vrednost U
dvojna zasteklitev	0,78	2,9
dvojna zasteklitev z nizko emisivnostjo (tip 1)	0,72	1,7
dvojna zasteklitev z nizko emisivnostjo (tip 2)	0,67	1,4
dvojna zasteklitev z nizko emisivnostjo (tip 3)	0,65	1,2

Preglednica 16: Tipi sten

makro.komponenta stene	vrednost U	km
B2010.20.1a(kamena volna)	0,296	13391
B2010.20.1b(EPS)	0,296	13391
B2010.20.1c(XPS)	0,296	13391
B2010.20.1d(PUR)	0,296	13391
B2010.20.1e(pluta)	0,296	13391
B2010.20.2a(kamena volna)	0,305	62047
B2010.20.2b(EPS)	0,305	62047
B2010.20.2c(XPS)	0,305	62047
B2010.20.2d(PUR)	0,305	62047
B2010.20.2e(pluta)	0,305	62047
B2010.20.2f(steklena volna)	0,305	62047

Preglednica 17: Učinkovitost ogrevalnega sistema

učinkovitost ogrevalnega sistema	
električni grelec	1
plinski gorilnik	0,87
gorilnik na tekoče gorivo	0,8
gorilnik na trdo gorivo	0,6
klimat (ogrevanje)	4

Preglednica 18: Učinkovitost sistema za hlajenje

učinkovitost sistema za hlajenje	
klimat (hlajenje)	3
kompresorska hladilna naprava	3
absorpcijska hladilna naprava	0,8
brez hlajenja	0,0

Preglednica 19: Učinkovitost sistema za oskrbo s toplo sanitarno vodo (sistem DHW)

učinkovitost sistema DHW	
električni bojler	0,9
plinski bojler	0,6
samostojni kondenzacijski grelnik vode	0,72
samostojni grelnik vode	0,4
brez DHW	0,0

Preglednica 20: Faktor pretvorbe v primarno energijo v odvisnosti od vrste uporabljene energije oz. energenta

energent	
elektrika	0,29
plin	0,086
tekoče gorivo	0,086
trdo gorivo	0,086
biomasa	0

Preglednica 21: Prehodnost energije sončnega sevanja okna skupaj s senčilom

naprava za senčenje	barva senčila		
	svetla	vmesna	temna
brez senčila	1,00	1,00	1,00
zunanje aluminijaste rolete (brez izolacije)	0,03	0,05	0,06
zunanje neprosojno leseno senčilo (brez izolacije)	0,04	0,05	0,07
zunanje lesene rolete (brez izolacije)	0,04	0,07	0,09
zunanje plastične rolete (brez izolacije)	0,04	0,07	0,09
zunanje lesene žaluzije	0,08	0,08	0,08
zunanje kovinske žaluzije	0,09	0,09	0,09
zunanjji neprosojni rolo	0,04	0,06	0,08
zunanjji prosojni rolo	0,16	0,18	0,2
notranje senčilo	0,47	0,59	0,69
notranje naprosojne zavese	0,37	0,46	0,55
notranje prosojne zavese	0,39	0,48	0,58
notranje neprosojno leseno senčilo	0,35	0,46	0,58
plastične rolete s polnilom iz pene	0,04	0,07	0,09
lesena polkna, debeline od 25mm do 30mm	0,04	0,05	0,07

Preglednica 22: Toplotna prevodnost in toplotna kapaciteta tal (SIST EN ISO 13370)

	$\lambda$	$\rho c$
glina ali mulj	1,5	3000000,00
pesek ali gramoz	2	2000000,00
homogena skala	3,5	2000000,00
privzeta vrednost	2	2000000,00

Preglednica 23: Privzete vrednosti naprave za senčenje za "Dnevno hlajenje"

tip naprave za senčenje	dnevno hlajenje
brez naprave	ne
vse ostale možnosti	da

Preglednica 24: Privzete vrednosti naprave za senčenje za "Nočno ogrevanje"

tip naprave za senčenje	nočno ogrevanje
brez naprave	ne
vse ostale možnosti	da



Preglednica 25: Makro komponenti za streho

makro-komponenta strehe	vrednost U	Km
vodonepropustna membrana	0,31	22456,0
makro streha 2	0,373	13435,0

Preglednica 26: Korekcijski faktorji za posamezno klimatsko regijo

	režim ogrevanja						režim hlajenja					
Z uporabo senčila												
Regija	a <sub>H0</sub>	τ <sub>H0</sub>	K <sub>D,cor,H</sub>	K <sub>cor,ve</sub>	K <sub>cor,H</sub>	K <sub>cor,int,H</sub>	a <sub>C0</sub>	τ <sub>C0</sub>	K <sub>D,cor,C</sub>	K <sub>cor,ve,C</sub>	K <sub>cor,C</sub>	K <sub>cor,int,C</sub>
Csa	1,00	15,67	1,00	1,00	0,90	0,93	1,20	15,00	1,07	1,00	0,83	0,90
Csb	1,33	15,00	1,00	1,07	0,97	0,93	1,10	15,00	1,03	1,10	0,97	1,00
Cfb	1,33	15,00	0,93	0,83	1,10	1,07	1,30	15,00	1,00	1,00	1,00	1,03
Dfb	1,30	14,67	0,83	0,90	1,25	1,25	1,00	15,00	1,07	1,07	0,97	1,00
Dfc	1,25	14,33	0,83	0,83	1,17	1,50	1,00	15,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BREZ uporabe senčila												
Regija	a <sub>H0</sub>	τ <sub>H0</sub>	K <sub>D,cor,H</sub>	K <sub>cor,ve</sub>	K <sub>cor,H</sub>	K <sub>cor,int,H</sub>	a <sub>C0</sub>	τ <sub>C0</sub>	K <sub>D,cor,C</sub>	K <sub>cor,ve,C</sub>	K <sub>cor,C</sub>	K <sub>cor,int,C</sub>
Csa	0,93	15,00	1,00	1,00	1,03	1,03	1,25	15,00	1,17	1,33	0,83	0,90
Csb	1,13	15,00	1,00	0,97	1,03	1,00	0,93	15,00	1,08	1,17	0,87	0,87
Cfb	1,17	15,00	1,00	0,93	1,00	1,03	1,08	15,00	1,08	1,33	0,90	0,87
Dfb	1,33	15,00	0,93	0,87	1,17	1,10	1,20	15,00	1,00	1,00	0,83	0,90
Dfc	1,50	14,00	0,80	0,80	1,07	1,20	1,00	15,00	1,17	1,17	0,92	0,90

Preglednica 27: Privzete vrednosti za režim zasedenosti (*Occupancy*) in osvetlitve (*Light*) za stanovanjske stavbe

		STANOVANJSKE STAVBE						
		prostor tipa 1: dnevna soba s kuhinjo			prostor tipa 2: ostali prezračevani prostori			
		od	do	dobitek (W/m <sup>2</sup> )	od	do	dobitek (W/m <sup>2</sup> )	
ZASEDENOST (occupancy)	ponedeljek - petek	perioda 1	07,00	17,00	8,0	07,00	17,00	1,0
		perioda 2	17,00	23,00	20,0	17,00	23,00	1,0
		perioda 3	23,00	07,00	2,0	23,00	07,00	6,0
	sobota in nedelja	perioda 1	07,00	17,00	8,0	07,00	17,00	2,0
		perioda 2	17,00	23,00	20,0	17,00	23,00	4,0
		perioda 3	23,00	07,00	2,0	23,00	07,00	6,0
OSVETLITEV (light)	ponedeljek - petek	perioda 1	07,00	17,00	0	07,00	17,00	0
		perioda 2	17,00	23,00	10	17,00	23,00	5
		perioda 3	23,00	07,00	0	23,00	07,00	0
	sobota in nedelja	perioda 1	07,00	17,00	10	07,00	17,00	5
		perioda 2	17,00	23,00	10	17,00	23,00	5
		perioda 3	23,00	07,00	0	23,00	07,00	0

Preglednica 28: Privzete vrednosti za režim zasedenosti (*Occupancy*) in osvetlitve (*Light*) za stavbe s poslovnimi prostori

			POSLOVNE STAVBE					
			prostor tipa 1: pisarne			prostor tipa 2: ostale sobe, lobiji, hodniki		
			od	do	dobitek (W/m <sup>2</sup> )	od	do	dobitek (W/m <sup>2</sup> )
ZASEDENOST (occupancy)	ponedeljek - petek	perioda 1	07,00	17,00	20,0	07,00	17,00	8,0
		perioda 2	17,00	23,00	2,0	17,00	23,00	1,0
		perioda 3	23,00	07,00	2,0	23,00	07,00	1,0
	sobota in nedelja	perioda 1	07,00	17,00	2,0	07,00	17,00	1,0
		perioda 2	17,00	23,00	2,0	17,00	23,00	1,0
		perioda 3	23,00	07,00	2,0	23,00	07,00	1,0
OSVETLITEV (light)	ponedeljek - petek	perioda 1	07,00	17,00	10	07,00	17,00	5
		perioda 2	17,00	23,00	5	17,00	23,00	5
		perioda 3	23,00	07,00	0	23,00	07,00	0
	sobota in nedelja	perioda 1	07,00	17,00	0	07,00	17,00	0
		perioda 2	17,00	23,00	0	17,00	23,00	0
		perioda 3	23,00	07,00	0	23,00	07,00	0

Preglednica 29: Privzete vrednosti za režim zasedenosti (*Occupancy*) in osvetlitve (*Light*) za trgovske stavbe

			TRGOVSKE STAVBE					
			prostor tipa 1			prostor tipa 2		
			od	do	dobitek (W/m <sup>2</sup> )	od	do	dobitek (W/m <sup>2</sup> )
ZASEDENOST (occupancy)	ponedeljek - petek	perioda 1	07,00	17,00	20,0	07,00	17,00	8,0
		perioda 2	17,00	23,00	2,0	17,00	23,00	1,0
		perioda 3	23,00	07,00	2,0	23,00	07,00	1,0
	sobota in nedelja	perioda 1	07,00	17,00	2,0	07,00	17,00	1,0
		perioda 2	17,00	23,00	2,0	17,00	23,00	1,0
		perioda 3	23,00	07,00	2,0	23,00	07,00	1,0
OSVETLITEV (light)	ponedeljek - petek	perioda 1	07,00	17,00	20,0	07,00	17,00	15
		perioda 2	17,00	23,00	0	17,00	23,00	0
		perioda 3	23,00	07,00	0	23,00	07,00	0
	sobota in nedelja	perioda 1	07,00	17,00	20	07,00	17,00	15
		perioda 2	17,00	23,00	0	17,00	23,00	0
		perioda 3	23,00	07,00	0	23,00	07,00	0

Preglednica 30: Privzete vrednosti za režim zasedenosti (*Occupancy*) in osvetlitve (*Light*) za industrijske stavbe

			INDUSTRIJSKE STAVBE					
			prostor tipa 1			prostor tipa 2		
			od	do	dobitek (W/m <sup>2</sup> )	od	do	dobitek (W/m <sup>2</sup> )
ZASEDENOST (occupancy)	ponedeljek - petek	perioda 1	07,00	17,00	20,0	07,00	17,00	8,0
		perioda 2	17,00	23,00	2,0	17,00	23,00	1,0
		perioda 3	23,00	07,00	2,0	23,00	07,00	1,0
	sobota in nedelja	perioda 1	07,00	17,00	2,0	07,00	17,00	1,0
		perioda 2	17,00	23,00	2,0	17,00	23,00	1,0
		perioda 3	23,00	07,00	2,0	23,00	07,00	1,0
OSVETLITEV (light)	ponedeljek - petek	perioda 1	07,00	17,00	13	07,00	17,00	13
		perioda 2	17,00	23,00	5	17,00	23,00	5
		perioda 3	23,00	07,00	0	23,00	07,00	0
	sobota in nedelja	perioda 1	07,00	17,00	0	07,00	17,00	0
		perioda 2	17,00	23,00	0	17,00	23,00	0
		perioda 3	23,00	07,00	0	23,00	07,00	0

Preglednica 31: Privzete vrednosti za notranje bivalne pogoje

parametri	enota	RB	OB	CB	IB
temperatura ogrevanja	°C	20	20	20	18
temperatura hlajenja	°C	26	26	26	26
stopnja pretoka zraka (ogrevanje) (najmanjša vrednost, ki zagotavlja kvaliteten notranji zrak)	ac/h	0,60	0,60	0,60	0,60
stopnja pretoka zraka (hlajenje)	ac/h	1,00	1,00	1,00	1,00

Preglednica 32: Privzete vrednosti za ogrevalne sisteme

parametri	RB	OB	CB	IB
začetni čas	17h00	07h00	09h00	08h00
končni čas	23h00	17h00	19h00	17h00
število dni / teden	7	5	6	5

Preglednica 33: Privzete vrednosti za uporabljeno energijo za ogrevanje / hlajenje

tip sistema za ogrevanje / hlajenje	Privzeta vrednost za porabljeno energijo (angl. "Energy used")
električni grelec	elektrika
plinski gorilnik	plin
gorilnik na tekoče gorivo	tekoče gorivo
gorilnik na trdo gorivo	trdo gorivo
klimat (ogrevanje)	elektrika
klimat (hlajenje)	elektrika
kompresorska hladilna naprava	elektrika
absorpcijska hladilna naprava	elektrika

Preglednica 34: Privzete vrednosti za "število dni obratovanja sistema za hlajenje na teden"

	RB	OB	CB	IB
Število dni / teden	7	5	6	5

Preglednica 35: Privzete vrednosti za energijo porabljeno za oskrbo s toplo sanitarno vodo (DHW)

tip sistema DHW	Privzeta vrednost za porabljeno energijo (angl. "Energy used")
električni bojler	elektrika
plinski bojler	plin
samostojni kondenzacijski grelnik vode	plin
samostojni grelnik vode	plin

### Dodatek 3 Preglednice s klimatskimi podatki

Država : **Portugalska**

Zemlj. širina: 40

Klima: vmesna

GeigerClimate: Csb

Preglednica 36: Klimatski podatki za **Coimbro**

	Vpadno sončno sevanje W/m <sup>2</sup>					Temp. zraka [°C]	f <sub>H,shut</sub> [-]
	sever	vzhod	jug	zahod	streha		
JAN	22,7	55,2	141,5	56,7	87,8	9,6	0,585
FEB	33,2	67,5	128,4	66,8	107,7	11	0,542
MAR	45,1	96	151,6	96,4	170,8	12,7	0,484
APR	56,1	122	141,7	121,4	220,7	13,1	0,438
MAJ	69,1	125,5	113,9	126,1	241,7	15,6	0,386
JUN	76,9	132,3	112,5	146,8	277,4	19	0,375
JUL	68,9	132,1	119,7	148,6	282,7	20,8	0,375
AVG	57,7	122,5	147	144,8	260,3	21,1	0,406
SEP	48,1	103,7	153,8	110,6	197,9	20,6	0,471
OKT	35,9	75,2	152,5	87,5	138,4	16,9	0,508
NOV	27,1	49,9	111,9	48,7	84,4	12,2	0,583
DEC	22	43,9	111,8	43	69,7	11,2	0,59

Država : **Finska**

Zemlj. širina: 61

Klima: vmesna

GeigerClimate: Dfc

Preglednica 37: Klimatski podatki za **Tempere**

	Vpadno sončno sevanje W/m <sup>2</sup>					Temp. zraka [°C]	f <sub>H,shut</sub> [-]
	sever	vzhod	jug	zahod	streha		
JAN	3	4	13	5	7	-6,3	0,727
FEB	12	28	85	31	34	-6,7	0,616
MAR	27	48	100	54	76	-2,6	0,5
APR	46	90	142	90	139	3	0,376
MAJ	70	126	159	129	211	9,3	0,267
JUN	82	140	159	139	237	13,5	0,183
JUL	72	131	161	139	224	16,6	0,226
AVG	56	103	138	101	166	15,2	0,328
SEP	36	59	105	59	97	9,5	0,45
OKT	17	30	65	30	46	4,6	0,565
NOV	6	8	22	8	12	-1	0,693
DEC	2	4	16	4	5	-4,2	0,75

Država : **Romunija**

Zemlj. širina: 45

Klima: vmesna

GeigerClimate: Cfb

Preglednica 38: Klimatski podatki za **Timisoaro**

	Vpadno sončno sevanje W/m2					Temp. zraka [°C]	$f_{H,shut}$ [-]
	sever	vzhod	jug	zahod	streha		
JAN	19	31	80	32	50	0	0,622
FEB	28	52	112	54	84	1,5	0,546
MAR	43	81	128	74	136	5,2	0,488
APR	57	105	129	102	182	10,7	0,428
MAJ	72	132	129	125	235	16,8	0,366
JUN	80	146	128	138	266	19,4	0,333
JUL	74	144	141	141	271	22,1	0,363
AVG	61	130	152	131	234	21,4	0,388
SEP	47	95	153	98	168	16,4	0,468
OKT	34	73	155	76	121	11,6	0,527
NOV	22	40	95	39	62	5,7	0,583
DEC	16	26	69	28	43	1,4	0,625

Preglednica 39:  $f_{shwith}$ , utežen delež časa z aktiviranimi senčili za **Coimbro**

MESEC	$f_{sh-with}$			
	SEVER	VZHOD	JUG	ZAHOD
	[-]	[-]	[-]	[-]
JAN	0,00	0,45	0,85	0,47
FEB	0,00	0,43	0,73	0,43
MAR	0,00	0,54	0,78	0,58
APR	0,00	0,61	0,71	0,61
MAJ	0,00	0,56	0,53	0,55
JUN	0,00	0,61	0,53	0,65
JUL	0,00	0,63	0,59	0,67
AVG	0,00	0,65	0,77	0,73
SEP	0,00	0,58	0,78	0,61
OKT	0,00	0,46	0,82	0,58
NOV	0,00	0,33	0,70	0,24
DEC	0,00	0,24	0,73	0,25

Preglednica 40:  $f_{shwith}$ , utežen delež časa z aktiviranimi senčili za **Timishoaro**

MESEC	$f_{sh-with}$			
	SEVER [-]	VZHOD [-]	JUG [-]	ZAHOD [-]
JAN	0,00	0,19	0,70	0,20
FEB	0,00	0,44	0,74	0,40
MAR	0,00	0,50	0,73	0,41
APR	0,00	0,52	0,65	0,48
MAJ	0,00	0,59	0,65	0,54
JUN	0,00	0,63	0,62	0,59
JUL	0,00	0,62	0,70	0,62
AVG	0,00	0,64	0,76	0,63
SEP	0,00	0,53	0,79	0,57
OKT	0,00	0,48	0,84	0,53
NOV	0,00	0,27	0,70	0,28
DEC	0,00	0,12	0,64	0,17

Preglednica 41:  $f_{shwith}$ , utežen delež časa z aktiviranimi senčili za **Tampere**

MESEC	$f_{sh-with}$			
	SEVER [-]	VZHOD [-]	JUG [-]	ZAHOD [-]
JAN	0,00	0,00	0,05	0,00
FEB	0,00	0,00	0,59	0,00
MAR	0,00	0,00	0,47	0,05
APR	0,00	0,19	0,54	0,21
MAJ	0,00	0,25	0,42	0,24
JUN	0,00	0,23	0,29	0,22
JUL	0,00	0,31	0,40	0,35
AVG	0,00	0,22	0,32	0,14
SEP	0,00	0,00	0,32	0,00
OKT	0,00	0,00	0,38	0,00
NOV	0,00	0,00	0,44	0,00
DEC	0,00	0,00	0,00	0,00

## Dodatek 4 Faktorji vpliva za makro-komponente

V preglednici 42 je povzetih 24 okoljskih vplivov.

Preglednica 42: *Okoljski vplivi*

Zap. št.	Oznaka	Opis
1	GWP	Potencial globalnega segrevanja
2	ODP	Potencial razgradnje ozona
3	AP	Potencial zakisljevanja
4	EP	Potencial evtrofikacije
5	POCP	Potencial fotokemičnega nastanka ozona
6	ADP-e	Potencial porabe abiotskih virov - elementi
7	ADP-ff	Potencial porabe abiotskih virov – fosilna goriva
8	RPE	Poraba obnovljive primarne energije, brez upoštevanja obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine.
9	RER	Poraba obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine.
10	RPE-total	Celotna poraba obnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine).
11	Non-RPE	Poraba neobnovljive primarne energije, brez upoštevanja neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine.
12	Non-RER	Poraba neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine.
13	Non-RPE-total	Celotna poraba neobnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine).
14	SM	Poraba odpadnih materialov.
15	RSF	Poraba obnovljivih odpadnih goriv.
16	Non-RSF	Poraba neobnovljivih odpadnih goriv.
17	NFW	Neto poraba sladke vode.
18	HWD	Deponirani nevarni odpadki
19	Non-HWD	Deponirani nenevarni odpadki
20	RWD	Deponirani radioaktivni odpadki
21	CR	Komponente namenjene ponovni uporabi
22	MR	Materiali za reciklažo.
23	MER	Materiali za energetska predelavo
24	EE	Izvožena energija

Za makro-komponento stene imajo sledeči vplivi pripisano vrednost nič: RPE\_total, Non\_RPE, Non\_RER, NonRPE\_total, SM, RSF, Non\_RSF, HWD, Non\_HWD, RWD, CR, MR, MER, EE.

Vplivni faktorji za makro-komponento stene, ki niso enaki nič, so navedeni v nadaljevanju.



Makro-komponenta	Vpliv	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
Lahek jeklen fasadni panel (kamena volna)	k <sub>A1A3</sub>	6,50E-02	6,43E-10	2,65E-04	2,41E-05	3,27E-05	3,06E-08	7,09E-01	7,13E-01	1,86E-01	4,53E-02
Lahek jeklen fasadni panel (kamena volna)	k <sub>A4</sub>	5,86E-05	1,03E-15	2,63E-07	6,05E-08	-8,58E-08	2,19E-12	8,14E-04	8,14E-04	3,19E-05	8,27E-04
Lahek jeklen fasadni panel (kamena volna)	k <sub>C2</sub>	5,13E-05	8,98E-16	2,28E-07	5,23E-08	-7,40E-08	1,92E-12	7,12E-04	7,12E-04	2,79E-05	7,23E-04
Lahek jeklen fasadni panel (kamena volna)	k <sub>C4</sub>	4,94E-04	9,24E-14	7,35E-07	1,13E-07	1,91E-07	4,32E-11	1,68E-03	1,68E-03	1,25E-04	2,46E-03
Lahek jeklen fasadni panel (kamena volna)	k <sub>D</sub>	-1,73E-02	3,41E-10	-4,81E-05	-1,17E-06	-1,13E-05	-2,10E-07	-3,05E-01	-3,14E-01	9,76E-03	9,10E-03
Lahek jeklen fasadni panel (EPS)	k <sub>A1A3</sub>	5,18E-02	8,13E-10	1,44E-04	1,03E-05	6,33E-05	2,82E-08	6,75E-01	6,81E-01	1,73E-01	-2,27E-02
Lahek jeklen fasadni panel (EPS)	k <sub>A4</sub>	5,17E-05	9,05E-16	2,32E-07	5,34E-08	-7,57E-08	1,93E-12	7,18E-04	7,18E-04	2,81E-05	7,29E-04
Lahek jeklen fasadni panel (EPS)	k <sub>C2</sub>	4,33E-05	7,57E-16	1,92E-07	4,41E-08	-6,24E-08	1,62E-12	6,00E-04	6,00E-04	2,35E-05	6,10E-04
Lahek jeklen fasadni panel (EPS)	k <sub>C4</sub>	6,79E-03	8,54E-14	8,87E-07	1,50E-07	1,70E-07	5,61E-11	1,84E-03	1,84E-03	1,38E-04	1,39E-02
Lahek jeklen fasadni panel (EPS)	k <sub>D</sub>	-2,22E-02	3,41E-10	-7,24E-05	-2,60E-06	-1,27E-05	-2,10E-07	-3,70E-01	-3,78E-01	9,55E-03	2,86E-03
Lahek jeklen fasadni panel (XPS)	k <sub>A1A3</sub>	5,52E-02	6,41E-10	1,53E-04	1,09E-05	3,16E-05	2,99E-08	7,89E-01	7,93E-01	1,79E-01	4,28E-02
Lahek jeklen fasadni panel (XPS)	k <sub>A4</sub>	6,00E-05	1,05E-15	2,69E-07	6,20E-08	-8,79E-08	2,24E-12	8,33E-04	8,33E-04	3,27E-05	8,47E-04
Lahek jeklen fasadni panel (XPS)	k <sub>C2</sub>	4,94E-05	8,65E-16	2,19E-07	5,04E-08	-7,13E-08	1,84E-12	6,85E-04	6,85E-04	2,69E-05	6,97E-04
Lahek jeklen fasadni panel (XPS)	k <sub>C4</sub>	1,07E-02	1,04E-13	1,16E-06	2,01E-07	2,06E-07	7,46E-11	2,36E-03	2,36E-03	1,78E-04	2,14E-02

Makro-komponenta	Vpliv	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
Lahek jeklen fasadni panel (XPS)	k <sub>D</sub>	-2,52E-02	3,41E-10	-8,70E-05	-3,46E-06	-1,36E-05	-2,10E-07	-4,08E-01	-4,17E-01	9,42E-03	-8,93E-04
Lahek jeklen fasadni panel (PUR)	k <sub>A1A3</sub>	6,70E-02	6,44E-10	1,66E-04	1,43E-05	2,81E-05	8,52E-08	9,22E-01	9,25E-01	1,92E-01	1,27E-01
Lahek jeklen fasadni panel (PUR)	k <sub>M4</sub>	6,00E-05	1,05E-15	2,69E-07	6,20E-08	-8,79E-08	2,24E-12	8,33E-04	8,33E-04	3,27E-05	8,47E-04
Lahek jeklen fasadni panel (PUR)	k <sub>C2</sub>	4,94E-05	8,65E-16	2,19E-07	5,04E-08	-7,13E-08	1,84E-12	6,85E-04	6,85E-04	2,69E-05	6,97E-04
Lahek jeklen fasadni panel (PUR)	k <sub>C4</sub>	7,11E-03	1,30E-13	3,30E-06	7,68E-07	3,15E-07	7,64E-11	3,02E-03	3,02E-03	1,89E-04	1,75E-02
Lahek jeklen fasadni panel (PUR)	k <sub>D</sub>	-2,22E-02	3,41E-10	-7,23E-05	-2,60E-06	-1,27E-05	-2,10E-07	-3,70E-01	-3,78E-01	9,55E-03	2,86E-03
Lahek jeklen fasadni panel (pluta)	k <sub>A1A3</sub>	5,39E-02	6,40E-10	1,60E-04	1,55E-05	2,50E-05	2,72E-08	5,78E-01	5,82E-01	3,90E-01	6,91E-02
Lahek jeklen fasadni panel (pluta)	k <sub>M4</sub>	9,34E-05	1,64E-15	4,19E-07	9,64E-08	-1,37E-07	3,49E-12	1,30E-03	1,30E-03	5,08E-05	1,32E-03
Lahek jeklen fasadni panel (pluta)	k <sub>C2</sub>	4,28E-05	7,49E-16	1,90E-07	4,37E-08	-6,17E-08	1,60E-12	5,94E-04	5,94E-04	2,33E-05	6,03E-04
Lahek jeklen fasadni panel (pluta)	k <sub>C4</sub>	3,98E-04	7,44E-14	5,92E-07	9,07E-08	1,54E-07	3,48E-11	1,36E-03	1,36E-03	1,01E-04	1,98E-03
Lahek jeklen fasadni panel (pluta)	k <sub>D</sub>	-1,73E-02	3,41E-10	-4,81E-05	-1,17E-06	-1,13E-05	-2,10E-07	-3,05E-01	-3,14E-01	9,76E-03	9,10E-03

Makro-komponenta	Vpliv	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
Dvojni opečni zid (kamena volna)	k <sub>A1A3</sub>	8,12E-02	3,62E-12	1,33E-04	1,58E-05	1,21E-05	4,00E-09	6,11E-01	6,11E-01	1,02E-01	1,56E-01
Dvojni opečni zid (kamena volna)	k <sub>A4</sub>	3,67E-04	6,43E-15	1,65E-06	3,79E-07	-5,37E-07	1,37E-11	5,10E-03	5,10E-03	2,00E-04	5,18E-03
Dvojni opečni zid (kamena volna)	k <sub>C2</sub>	3,21E-04	5,62E-15	1,43E-06	3,28E-07	-4,64E-07	1,20E-11	4,46E-03	4,46E-03	1,75E-04	4,53E-03
Dvojni opečni zid (kamena volna)	k <sub>C4</sub>	1,78E-02	3,32E-12	2,64E-05	4,04E-06	6,86E-06	1,55E-09	6,05E-02	6,05E-02	4,50E-03	8,83E-02
Dvojni opečni zid (kamena volna)	k <sub>D</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dvojni opečni zid (EPS)	k <sub>A1A3</sub>	7,46E-02	8,86E-11	7,23E-05	8,96E-06	2,74E-05	2,81E-09	5,94E-01	5,96E-01	9,56E-02	1,22E-01
Dvojni opečni zid (EPS)	k <sub>A4</sub>	3,58E-04	6,27E-15	1,61E-06	3,70E-07	-5,24E-07	1,34E-11	4,97E-03	4,97E-03	1,95E-04	5,05E-03
Dvojni opečni zid (EPS)	k <sub>C2</sub>	3,13E-04	5,48E-15	1,39E-06	3,20E-07	-4,52E-07	1,17E-11	4,35E-03	4,35E-03	1,70E-04	4,42E-03
Dvojni opečni zid (EPS)	k <sub>C4</sub>	2,09E-02	3,31E-12	2,65E-05	4,06E-06	6,85E-06	1,56E-09	6,06E-02	6,06E-02	4,50E-03	9,40E-02
Dvojni opečni zid (EPS)	k <sub>D</sub>	-2,46E-03	-4,97E-14	-1,22E-05	-7,17E-07	-7,02E-07	-4,49E-11	-3,21E-02	-3,21E-02	-1,06E-04	-3,12E-03
Dvojni opečni zid (XPS)	k <sub>A1A3</sub>	7,63E-02	3,00E-12	7,67E-05	9,23E-06	1,15E-05	3,64E-09	6,51E-01	6,51E-01	9,88E-02	1,55E-01
Dvojni opečni zid (XPS)	k <sub>A4</sub>	3,59E-04	6,29E-15	1,61E-06	3,71E-07	-5,25E-07	1,34E-11	4,98E-03	4,98E-03	1,95E-04	5,06E-03
Dvojni opečni zid (XPS)	k <sub>C2</sub>	3,14E-04	5,50E-15	1,39E-06	3,20E-07	-4,53E-07	1,17E-11	4,36E-03	4,36E-03	1,71E-04	4,43E-03
Dvojni opečni zid (XPS)	k <sub>C4</sub>	2,29E-02	3,32E-12	2,66E-05	4,09E-06	6,87E-06	1,57E-09	6,08E-02	6,08E-02	4,52E-03	9,78E-02
Dvojni opečni zid (XPS)	k <sub>D</sub>	-3,94E-03	-7,96E-14	-1,95E-05	-1,15E-06	-1,12E-06	-7,18E-11	-5,14E-02	-5,14E-02	-1,70E-04	-5,00E-03

Makro-komponenta	Vpliv	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
Dvojni opečni zid (PUR)	k <sub>A1A3</sub>	8,22E-02	4,11E-12	8,33E-05	1,09E-05	9,80E-06	3,13E-08	7,17E-01	7,17E-01	1,05E-01	1,97E-01
Dvojni opečni zid (PUR)	k <sub>A4</sub>	3,59E-04	6,29E-15	1,61E-06	3,71E-07	-5,25E-07	1,34E-11	4,98E-03	4,98E-03	1,95E-04	5,06E-03
Dvojni opečni zid (PUR)	k <sub>C2</sub>	3,14E-04	5,50E-15	1,39E-06	3,20E-07	-4,53E-07	1,17E-11	4,36E-03	4,36E-03	1,71E-04	4,43E-03
Dvojni opečni zid (PUR)	k <sub>C4</sub>	2,11E-02	3,34E-12	2,77E-05	4,37E-06	6,92E-06	1,57E-09	6,12E-02	6,12E-02	4,53E-03	9,58E-02
Dvojni opečni zid (PUR)	k <sub>D</sub>	-2,46E-03	-4,99E-14	-1,21E-05	-7,15E-07	-7,02E-07	-4,52E-11	-3,22E-02	-3,22E-02	-1,07E-04	-3,12E-03
Dvojni opečni zid (pluta)	k <sub>A1A3</sub>	7,57E-02	2,30E-12	8,06E-05	1,16E-05	8,25E-06	2,27E-09	5,46E-01	5,46E-01	2,04E-01	1,68E-01
Dvojni opečni zid (pluta)	k <sub>A4</sub>	3,62E-04	6,35E-15	1,63E-06	3,74E-07	-5,30E-07	1,35E-11	5,03E-03	5,03E-03	1,97E-04	5,11E-03
Dvojni opečni zid (pluta)	k <sub>C2</sub>	3,17E-04	5,55E-15	1,41E-06	3,23E-07	-4,57E-07	1,18E-11	4,40E-03	4,40E-03	1,72E-04	4,47E-03
Dvojni opečni zid (pluta)	k <sub>C4</sub>	1,77E-02	3,31E-12	2,63E-05	4,03E-06	6,84E-06	1,55E-09	6,03E-02	6,03E-02	4,48E-03	8,80E-02
Dvojni opečni zid (pluta)	k <sub>D</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dvojni opečni zid (steklena volna)	k <sub>A4</sub>	3,61E-04	6,32E-15	1,62E-06	3,73E-07	-5,28E-07	1,35E-11	5,01E-03	5,01E-03	1,96E-04	5,09E-03
Dvojni opečni zid (steklena volna)	k <sub>C2</sub>	3,16E-04	5,53E-15	1,40E-06	3,22E-07	-4,56E-07	1,18E-11	4,38E-03	4,38E-03	1,72E-04	4,45E-03
Dvojni opečni zid (steklena volna)	k <sub>C4</sub>	1,77E-02	3,31E-12	2,63E-05	4,03E-06	6,83E-06	1,55E-09	6,03E-02	6,03E-02	4,48E-03	8,80E-02
Dvojni opečni zid (steklena volna)	k <sub>D</sub>	5,96E-04	-7,23E-12	3,71E-07	1,04E-06	1,78E-07	1,03E-12	1,80E-04	1,85E-04	-7,20E-05	-1,53E-03

Za makro-komponento odprtine so faktorji vpliva enaki za vse tipe odprtin. Poleg tega imajo faktorji vpliva vrednost nič za transport v modulu A (oznaka  $k_{A4}$ ), za odlaganje na deponijo v modulu C (označeno  $k_{C4}$ ) in za ponovno uporabni material v modulu D (oznaka  $k_D$ ).

Vplivni faktorji za makro-komponento odprtin, ki niso enaki nič, so navedeni v nadaljevanju.

Vpliv	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	RPE_total	Non_RPE	Non_RER
$k_{A1A3}$	1,39E-01	2,11E-12	5,98E-04	1,09E-04	5,02E-05	8,85E-07	1,64E+00	6,72E-02	0	6,72E-02	1,71E+00	1,53E-02
$k_{C2}$	3,52E-04	4,82E-15	2,24E-06	3,07E-07	2,10E-07	1,33E-10	4,63E-03	3,99E-04	0	3,99E-04	4,84E-03	0

Vpliv	NonRPE_total	SM	RSF	Non_RSf	NFW	HWD	Non_HWD	RWD	CR	MR	MER	EE
$k_{A1A3}$	1,73E+00	0	2,14E-05	1,97E-04	6,22E-04	0,00E+00	2,25E-01	3,36E-05	0	0	0	0
$k_{C2}$	4,84E-03	0	8,67E-06	1,87E-05	2,64E-06	0,00E+00	2,68E-02	8,47E-08	0	0	0	0

