TRAJNOSTNO VREDNOTENJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ

Priročnik za projektiranje

Kazalo

1 UVOD IN NAMEN 1

2 PROGRAMSKA KODA IN SISTEMSKO OKOLJE 1

3 SPLOŠNE ZNAČILNOSTI PROGRAMA AMECO 3 2

3.1 Uvod 2
3.2 Namestitev programa 4
3.3 Jeziki 4
3.4 Enote 4

4 TEHNIČNI OPIS 5

4.1 Definicija projekta 5
4.2 Konstante in specifični parametri 19
4.3 Izračun okoljskega vpliva stavbe 20

5 REZULTATI PROGRAMA 42

5.1 Podroben prikaz rezultatov za fazo uporabe 42
5.2 Globalni rezultati za fazo uporabe 45

6 NAVODILA ZA UPORABO PROGRAMA AMECO 3 48

6.1 Projekt 48
6.2 Stavba 49

7 RAČUNSKI PRIMERI 74

7.1 Poslovna stavba 74
7.2 Stanovanjska stavba – stanovanjska hiša Casa Buna v Romuniji 86
7.3 Industrijska hala 99

8 LITERATURA 125

DODATEK 1 GLOBALNA STRUKTURA PROGRAMA AMECO 126

DODATEK 2 PREGLEDNICE Z NE-PODNEBNO VSEBINO 127

DODATEK 3 PREGLEDNICE S KLIMATSKIMI PODATKI 135

DODATEK 4 FAKTORJI VPLIVA ZA MAKRO-KOMPONENTE 138

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^3**) (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^3, 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 energetsko 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
Vplivi na okolje				
1	Da	GWP	potencial globalnega segrevanja	tCO_2eq
2	Da	ODP	potencial razgradnje ozona	t_{CFCeq}
3	Da	AP	potencial zakisljevanja	t_{SO2eq}
4	Da	EP	potencial evtrofikacije	t_{PO4eq}
5	Da	POCP	potencial fotokemičnega nastanka ozona	$t_{Etheneeq}$
6	Da	ADP-e	potencial porabe abiotskih virov - elementi	t_{Sbeq}
7	Da	ADP-ff	potencial porabe abiotskih virov – fosilna goriva	GJ NCV
Poraba virov, odpadnega materiala in goriv				
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 m3
Okoljske informacije za opis kategorij odpadkov				
18	Da	HWD	deponirani nevarni odpadki	t
19	Da	Non-HWD	deponirani nenevarni odpadki	t
20	Da	RWD	deponirani radioaktivni odpadki	t
Okoljske informacije za opis izhodnih materialnih tokov				
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 različen nabor instalacijskih sistemov v stavbi (ogrevanje, hlajenje, …). V teh izračunih so v program upoštevani 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 zastonjskega 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^3
površina etaž	m^2
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:

$$a_{b,fl,default} = n_{b,fl} \cdot l_b \cdot w_b \tag{1}$$

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

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

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

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	
θ_{ext} (m)	zunanja temperatura v mesecu *m* [°C]
$I_{sol,k}$ (m, dir)	vpadno sončno sevanje v smeri *dir*, v mesecu *m* [W/m²]
$I_{sol,k,roof}$ (m, dir)	vpadno sončno sevanje na streho v mesecu *m* [W/m²]
$f_{H,shut}$ (m)	delež dneva v katerem je noč, za mesec *m*, 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]

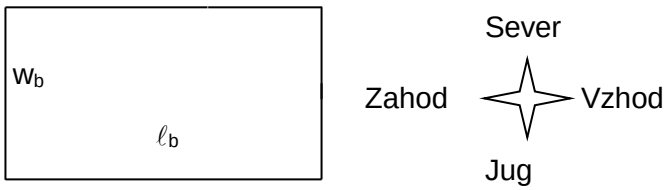
w_b dolžina vzhodne – zahodne fasade [m]

$n_{b,fl}$ 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 [m²]



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:

$$a_{b,fl,\mathrm{int}erm,default} = n_{b,fl} \cdot l_b \cdot w_b$$

Dodatno so v izračunih uporabljene tri sledeče površine:

$A_{conditionedarea}$ celotna površina prezračevanih con [m²]

A_{area1} površina primarnih prezračevanih površin (višji notranji toplotni dobitki) [m²]

A_{area2} površina ostalih prezračevanih površin (nižji notranji toplotni dobitki) [m²]

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:

$$m_{tss} = m_{ssu} \cdot a_{b,fl} \tag{3}$$

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:

$$m_{consl} = a_{b,fl} \cdot \rho_{consl} \cdot (t_{tfl} - t_{\min ss} + V_{t\min}) / 10^6 \tag{4}$$

kjer so:

$a_{b,fl}$ površina etaž (glej 4.1.1.1)

ρ_{consl} = 2360 kg/m3

t_{mniss} višina profilirane pločevine dobljena iz podatkovne baze

V_{tmniss} volumen betona znotraj višine profilirane pločevine, dobljen iz podatkovne baze.

Opombe:

- v primeru suhomontažnega stropa velja $m_{consl} = 0$
- 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:

masa betona vgrajenega na mestu: $m_{conmix} = m_1 + m_2$ (5)

masa prefabriciranega betona: $m_{conreg} = m_3 + m_4$ (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:

$$m_{twtrtot} = m_{twb} + m_{twc} \tag{9}$$

Poleg enačbe (9) mora biti izpolnjen tudi sledeča enakost:

$$m_{twtrtot} = m_{wtr} + m_{wreg} \tag{10}$$

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 $eol_{element}$. 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	eol_{srs}
reciklaža profilirane pločevine	eol_{sd}
reciklaža stebrov in prečk	eol_{sbc}
ponovna uporaba stebrov in prečk	re_{sbc}
reciklaža vijakov in moznikov	eol_{sstbo}
reciklaža veznih pločevin	eol_{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_{tspbr}
celotna masa moznikov	m_{tstbr}
celotna masa čelnih pločevin	m_{tepbr}
celotna masa ostalih prerezov	m_{totbr}
celotna masa ostalih armaturnih palic	m_{torbr}
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_{trsbr}

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:

$$m_{tstrtotbr} = m_{tspbr} + m_{tstbr} + m_{tepbr} + m_{totbr} + m_{torbr} + m_{trsbr} \tag{11}$$

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:

$$m_{tstrtotbr} = m_{strbr} + m_{sregbr} \tag{12}$$

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 [m²]
$A_{lat,opening}$ (*dir*)	površina odprtin v steni orientirani v smeri *dir*, določena z deležem celotne površine fasade [m²]
A_{lat} (*dir*)	neto površina stene orientirane v smeri *dir*, izračunana samodejno kot razlika med $A_{lat,tot}$ (*dir*) in $A_{lat,opening}$ (*dir*) [m²]
$F_{glazing,sh}$ (*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 sklrita 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/(m².K)]. Vrednosti parametra ni mogoče spreminjati
$k_{m,walls}$	toplotna vztrajnost na kvadratni meter [J/(m².K)]. Skrit parameter, katerega vrednost ni mogoče spreminjati
$U_{mean,opening}$	vrednost U za odprtine [W/(m² 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 [m².K/W]
ΔR_{high}	visoka ali zelo visoka prepustnost [m².K/W]

ΔR_{avg} povprečna prepustnost [m².K/W]

ΔR_{low} nizka prepustnost [m².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/(m² 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:

(ρc)	toplotna kapaciteta tal (glej preglednico 22 v Dodatku 2), skrit parameter [J/(m³ K)]
λ	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/(m².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/(m².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 [m²/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 [m².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/(m².K)]
- C_m sodelujoča toplotna kapaciteta stavbe [J/K]

Zadnja spremenljivka je izračunana s spodnjo enačbo:

$$C_m = k_{m,walls} \cdot \sum_{dir} A_{lat}(dir) + k_{m,roof} \cdot A_{roof} + k_{m,ext,floor} \cdot A_{ext,floor} + k_{m,ground} \cdot A_{ground}$$
$$+ k_{m,interm,floor} \cdot a_{b,fl,interm} + k_{m,intern,walls} \cdot \left(Ratio_{intern,walls} \cdot \sum_{dir} A_{lat,tot}(dir) \right),$$

kjer so:

- $k_{m,walls}$ toplotna kapaciteta zidov [J/K/m²], pri čemer vrednost ustreza izbrani makro-komponenti zidu

$k_{m,roof}$	toplotna kapaciteta strehe [J/K/m²], pri čemer vrednost ustreza izbrani makro-komponenti strehe
$k_{m,ext,floor}$	toplotna kapaciteta zunanjega dela etaže [J/K/m²], privzeta vrednost 50000 J/K/m²
$k_{m,ground}$	toplotna kapaciteta tal pritlične etaže [J/K/m²], privzeta vrednost 50000 J/K/m²
$k_{m,interm,floor}$	toplotna kapaciteta vmesnih etaž [J/K/m²], privzeta vrednost 50000 J/K/m²
$k_{m,intern,walls}$	toplotna kapaciteta notranjih sten [J/K/m²], privzeta vrednost je dvakratna vrednost $k_{m,walls}$ J/K/m²
$ratio_{intern,walls}$	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/(m².K)], privzeta vrednost odvisna od izbrane makro-komponente, vrednosti ni mogoče spreminjati
$A_{ext,floor}$	površina zunanjega dela etaže [m²], privzeta vrednost 0, skrit parameter
A_{roof}	površina ravnega dela strehe [m²], privzeta vrednost je izračunana glede na dimenzije stavbe, skrit parameter
$A_{slopedroof}$	površina dela strehe v naklonu [m²], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$A_{roof,opening}$	površina odprtin v strehi [m²], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$F_{glazing,sh,roof}$	faktor senčenja za odprtine v strehi [m²], privzeta vrednost 1, skrit parameter
$U_{slopedroof}$	vrednost U za streho v naklonu [W/(m².K)], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$U_{ext,floor}$	vrednost U za zunanji del etaže [W/(m².K)], privzeta vrednost 0, skrit parameter
$U_{floorunconditionedspace}$	vrednost U za naprezračevano etažo [W/(m².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 upoštevani 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:

function	zasedenost; osvetlitev,
place	površina tip 1; površina tip 2,
date	ponedeljek - petek; sobota - nedelja,
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 m²) [ac/h]
n_C	hitrost zračnega pretoka za režim hlajenja (na m²) [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 ($n_{CoolingType_System}$, glej preglednico 18 v Dodatku 2).

Zgornja izbira vpliva na učinkovitost sistema az 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

η_{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:

η_{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

$\theta_{w,outside}$ temperatora 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 konstrante.

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 [-]
τ_{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_{C0}	referenčni brezdimenzijski računski parameter [-]
τ_{C0}	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.

$X = 62$ [l/(dan·m²)], $Y = 160$ [l/(dan·m²)], $Z = 2$ [l/(dan·m²)]

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	$k_{RERStPl}$
RER: jekleni prerezi; vir Worldsteel	$k_{RERStSec}$
GLO: jeklena armatura; vir Worldsteel	k_{GLOSt}
RER: vroče cinkano jeklo; vir Worldsteel	$K_{RERStHDG}$
DE: beton C20/25, vir PE	$k_{DEConC20}$
DE: beton C30/37, vir PE	$k_{DEConC30}$
DE: lepljen 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)	$k_{CHConPlt}$
CH: odstranitev, stavba, armaturno jeklo, v sortirnico	$k_{CHStPlt}$
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	$k_{RERStLdf}$
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_{EUElec}
Obnovljeni del električne energije	k_{EOR}
RER: jeklena pločevina; vir Woorldsteel (vhodna odpadna surovina)	$k_{RERStPl0}$
RER: jekleni profili; vir Woorldsteel (vhodna odpadna surovina)	$k_{RERStSec0}$
RER: vroče cinkano jeklo; vir Worldsteel (vhodna odpadna surovina)	$k_{RERStHDG0}$
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
$k_{RERStPl0}$	1,125E-01
$k_{RERStSec0}$	8,492E-01
$k_{RERStHDG0}$	9,162E-02
k_{GLOSt0}	6,983E-01

4.3.1.1 Parametri za opis okoljskih vplivov

V preglednici 4 so navedene vrednosti koeficientov za upoštevane 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 CO2 ekv./t	t CFC ekv./t	t SO2 ekv./t	t eten ekv./t	t PO4 ekv./t	t Sb ekv./t	GJ NCV/t
$k_{RERStPl}$	2,458E+00	9,112E-09	6,229E-03	4,424E-04	1,170E-03	5,396E-07	2,538E+01
$k_{RERStSec}$	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
$K_{RERStHDG}$	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
$k_{StBldgDem}$	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
$k_{CHStPlt}$	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
$k_{RERStLdf}$	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_{StAvg}	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 10^3m^3 / t
$k_{RERStPl}$	2,987E-01	2,577E+01	1,352E-02
$k_{RERStSec}$	6,107E-01	1,419E+01	1,332E-03
k_{GLOSt}	2,362E+00	1,406E+01	1,387E-02
$K_{RERStHDG}$	5,477E-01	2,768E+01	1,586E-02
$k_{DEConC20}$	3,458E-02	5,084E-01	3,208E-04
$k_{DEConC30}$	3,692E-02	5,077E-01	3,225E-04
k_{DEW}	1,855E+01	8,766E+00	6,636E-01
k_{GLO}	-8,226E-01	1,423E+01	1,307E-02
$k_{StBldgDem}$	4,747E-03	1,216E-01	1,228E-04
k_{CHCon}	2,259E-03	2,879E-01	1,264E-02
k_{CHSt}	5,325E-03	1,043E+00	3,083E-02
$k_{CHConPlt}$	8,531E-03	2,821E-01	4,905E-02
$k_{CHStPlt}$	9,525E-03	9,019E-01	5,568E-02
$k_{CHConLdf}$	1,464E-03	1,855E-01	7,997E-03
k_{CHGr}	6,248E-03	6,613E-02	3,753E-02
$k_{RERStLdf}$	1,450E-02	1,960E-01	2,788E-04
k_{EUWWa}	1,618E-02	6,576E-01	4,269E-03
k_{Wa}	-1,063E+00	-1,172E+01	-1,042E-03
k_{EUWLdf}	4,911E-02	1,134E+00	3,901E-02
k_{CHLdf}	4,758E-03	3,005E-01	3,552E-04
k_{RERALT}	2,553E-02	6,539E-01	6,604E-04
k_{Tr}	3,643E-02	2,858E-01	1,561E-04
k_{Cont}	6,499E-03	1,665E-01	1,681E-04
k_{StAvg}	1,694E+01	3,428E+02	3,275E-01
k_{EUElec}	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 katergorij 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]**
$k_{RERStPl}$	-6,239E-04	-1,306E-03	-1,663E-04
$k_{RERStSec}$	-5,212E-04	-8,676E-04	-3,832E-04
k_{GLOSt}	-2,460E-04	-1,186E-04	-1,428E-04
$K_{RERStHDG}$	-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
$k_{StBldgDem}$	0	0	0
k_{CHCon}	0	0	0
k_{CHSt}	0	0	0
$k_{CHConPlt}$	0	0	0
$k_{CHStPlt}$	0	0	0
$k_{CHConLdf}$	0	0	0
k_{CHGr}	0	0	0
$k_{RERStLdf}$	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 energetsko 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	$m_{tss}\ k_{RERStHDG}$
		beton za nosilno konstr.	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ k_{DECon}$
		jeklena armatura	$(m_{conrs} + m_{trs})\ k_{GLOSt}$
		jeklene prečke	$m_{tsb}\ (1 + S_{plos})\ k_{RERStSec}$
		jekleni stebri	$m_{tsc}\ (1 + S_{plos})\ k_{RERStSec}$
		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	$m_{tpl}\ k_{RERStPl}$
	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	$m_{tstrtot}\ k_{StAvg}$
		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 $m_{tstrtot,LVS3}$ je:

$$m_{tstrtot,LVS3} = m_{tstrtot} + M_{steelbasefloor}$$

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 $k_{A1\text{-}A3,wall}$, $k_{A4,wall}$, $k_{A1\text{-}A3,opening}$ 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}, α in β.

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: $H_{pl} = 0$.

Dodatno je za upoštevan tip talne plošče vrednost α 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:

$$U = \begin{cases} U_g & \text{if } d_{ground} < B' \\ \dfrac{\lambda}{0{,}457B' + d_{ground}} & \text{else} \end{cases}$$

Odtod:

$$H_g = U \cdot A_{ground}$$

Izračun parametra H_{pe}:

$$d'_{n,hor} = \left(\frac{\lambda}{\lambda_{hor}} - 1\right) \cdot d_{n,hor} \cdot 10^{-3}$$

$$d'_{n,vert} = \left(\frac{\lambda}{\lambda_{vert}} - 1\right) \cdot d_{n,vert} \cdot 10^{-3}$$

$$H_{pe,hor} = 0{,}37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[\left(1 - \exp\left(-\frac{W_{hor}}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,hor}}\right) + \exp\left(-\frac{W_{hor}}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right)\right]$$

$$H_{pe,vert} = 0{,}37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[\left(1 - \exp\left(-\frac{2W_{vert}}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,vert}}\right) + \exp\left(-\frac{2W_{vert}}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right)\right]$$

$$H_{pe} = \begin{cases} 0{,}37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \ln\left(1 + \dfrac{\delta}{d_{ground}}\right) & \text{, če } edgeinsulation = none \\ H_{pe,hor} & \text{, če } edgeinsulation = horizontal \\ H_{pe,vert} & \text{, če } edgeinsulation = vertical \\ \min\left(H_{pe,hor}; H_{pe,vert}\right) & \text{drugače} \end{cases}$$

Izračun parametra H_{pe}:

$$H_{pe} = \begin{cases} 0{,}37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left(\exp\left(\dfrac{-h_z}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \dfrac{\delta}{d_{ground}}\right) + 2 \cdot \left(1 - \exp\left(\dfrac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \dfrac{\delta}{d_w}\right)\right) \\ \text{, če } BasementType = heated \\ A_{ground} \cdot U_f \cdot \dfrac{0{,}37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left(2 - \exp\left(\dfrac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \dfrac{\delta}{d_{ground}}\right) + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0{,}33n_H \cdot V}{\dfrac{\left(A_{ground} + h_z \cdot P_{eri}\right) \cdot \lambda}{\delta} + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0{,}33n_H \cdot V + A_{ground} + U_f} \\ \text{, če } BasementType = unheated \text{, v primeru izračuna za ogrevanje} \\ A_{ground} \cdot U_f \cdot \dfrac{0{,}37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left(2 - \exp\left(\dfrac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \dfrac{\delta}{d_{ground}}\right) + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0{,}33n_C \cdot V}{\dfrac{\left(A_{ground} + h_z \cdot P_{eri}\right) \cdot \lambda}{\delta} + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0{,}33n_C \cdot V + A_{ground} + U_f} \\ \text{, če } BasementType = unheated \text{, v primeru izračuna za hlajenje} \end{cases}$$

Dvignejena 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}:

$$H_{pe} = U_f \cdot \frac{0{,}37 P_{eri} \cdot \lambda \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + U_x \cdot A_{ground}}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x + U_f}$$

4.3.2.2.2 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 upoštevane 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:

$$H_g = H_{g,H}$$

$$H_{pi} = H_{pi,H}$$

$$H_{pe} = H_{pe,H}$$

$$\overline{\theta}_I = \theta_{int,set,H}$$

$$k_{D,cor} = k_{D,cor,H}$$

$$k_{cor,ve} = k_{cor,ve,H}$$

$$k_{cor,int} = k_{cor,int,H}$$

$$k_{cor} = k_{cor,H}$$

$$f_{shut}(m) = f_{H,shut}(m)$$

$$AFR_{floor} = n_H$$

$$a_0 = a_{H0}$$

$$\tau_0 = \tau_{H0}$$

$$b_{red} = b_{H,red}$$

$$\eta_{EfficiencySystem} = \eta_{HeatingEfficiencySystem}$$

$$k_{energytype} = k_{energytype,heating}$$

Prenos toplote s transmisijo

Naslednje enačbe so uporabljene za določitev prenosa toplote v tla.

Povprečna letna zunanja temperatura je:

$$\overline{\theta_e} = \sum_m \frac{\theta_{ext}(m)}{12}$$

Amplitude variacij za povprečno mesečno temperaturo so:

$$\theta_l = 0$$

$$\theta_e = \frac{\max\left(\theta_{ext}(m)\right) - \min\left(\theta_{ext}(m)\right)}{2}$$

Odtod je povprečna mesečna temperatura za mesec *m*:

$$\theta_i(m) = \overline{\theta_l} - \theta_l \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

$$\theta_e(m) = \overline{\theta_e} - \theta_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

Pri tem je τ_m mesečni indeks za primer, ko je zunanja temperatura minimalna.

Stopnja mesečnega toplotnega toka je:

$$\phi(m) = H_g \cdot \left(\overline{\theta_l} - \overline{\theta_e}\right) - H_{pi}\theta_l \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m + \alpha}{12}\right) + H_{pe}\theta_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m - \beta}{12}\right)$$

Mesečni toplotni koeficient tal:

$$H_g(m) = \frac{\phi(m)}{\theta_i(m) - \theta_e(m)}$$

Končno je celotni prenos toplote v tla enak:

$$Q_{tr,g}(m) = \frac{24}{1000} \cdot \phi(m) \cdot MonthDay(m)\ [\text{kWh}]$$

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.

<u>Stene</u>

$$A_{lat}(m) = \sum_{dir} A_{lat}(dir)$$

Z upoštevanjem celotne površine sten je koeficient toplotne prehodnosti za transmisijo toplote proti zunanjemu okolju določen kot:

$$H_{D,walls} = U_{walls} \cdot A_{lat} \cdot k_{D,cor}$$

Odtod je celoten prenos toplote skozi stene zaradi transmisije enak:

$$Q_{tr,walls}(m)=\frac{H_{D,walls}}{3,6}\left(\overline{\theta_i}-\theta_{ext}(m)\right)\cdot MonthLength(m)\,[\text{kWh}]$$

<u>Zasteklitev</u>

$$A_{lat,opening}=\sum_{dir}A_{lat,opening}(dir)$$

$$U_{W+shut,0}=\frac{1}{\frac{1}{U_{mean,opening}}+R_{sh}+\Delta R_{avg}}$$

$$U_{W+shut}(m)=U_{W+shut,0}\cdot f_{shut}(m)+U_{mean,opening}\cdot\left(1-f_{shut}(m)\right)$$

Koeficient toplotne prehodnosti zasteklitve pri transmisiji toplote v zunanje okolje je potem:

$$H_{D,glazing}(m)=\begin{cases}U_{W+shut}(m)\cdot A_{lat,opening}\cdot k_{D,cor} & \text{,če}\,NightHeatingActivation=DA\\ U_{mean,opening}\cdot A_{lat,opening}\cdot k_{D,cor} & drugače\end{cases}$$

Pripadajoč celoten prenos toplote skozi zasteklitev s transmisijo:

$$Q_{tr,glazing}(m)=\frac{H_{D,glazing}(m)}{3,6}\left(\overline{\theta_i}-\theta_{ext}(m)\right)\cdot MonthLength(m)\,[\text{kWh}]$$

<u>Zunanja površina etaže in tla v pritličju</u>

Za zunanji del etaže je koeficient toplotnega prehoda s transmisijo določen po sledeči enačbi:

$$H_{D,ext,floor}=U_{ext,floor}\cdot A_{ext,floor}\cdot k_{D,cor}$$

Odtod je celorni prenos toplote s transmisijo za zunanji del etaže enak:

$$Q_{tr,ext,floor}(m)=\frac{H_{D,ext,floor}}{3,6}\left(\overline{\theta_i}-\theta_{ext}(m)\right)\cdot MonthLength(m)\,[\text{kWh}]$$

Celotni prens toplote s transmisijo v tla je:

$$Q_{tr,ground}(m)=Q_{tr,g}(m)\cdot k_{D,cor}\;[\text{kWh}]$$

<u>Streha</u>

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:

$$Q_{tr,roof}(m)=\frac{H_{D,roof}(m)}{3,6}\left(\overline{\theta_i}-\theta_{ext}(m)\right)\cdot MonthLength(m)\,[\text{kWh}]$$

$$Q_{tr,pitchedroof}(m)=\frac{H_{D,pitchedroof}(m)}{3,6}\left(\overline{\theta_i}-\theta_{ext}(m)\right)\cdot MonthLength(m)\,[\text{kWh}]$$

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^3/s):

$$q_{ve,k}(m) = \frac{AFR_{floor} \cdot h_{floor,ceiling} \cdot A_{conditionedarea}}{3600}$$

Faktor za temperaturno korekcijo:

$$b_{ve,k}(m) = \begin{cases} 1 & \text{,če } Heat\,\text{Recovery} = NO \\ 1 - \dfrac{Heat\,\text{Recovery}\%}{100} \cdot \eta_{hru} & drugače \end{cases}$$

Časovno povprečje stopnje pretoka zraka (m^3/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:

$$Q_{ve}(m) = \frac{H_{ve,adj}}{3,6}\left(\overline{\theta_i} - \theta_{ext}(m)\right) \cdot MonthLength(m) \cdot k_{cor,ve} \ [\text{kWh}]$$

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:

$$PartA = A_{area1} \cdot \begin{bmatrix} \left|h_{occ,beg,kitch,MtoF,1} - h_{occ,end,kitch,MtoF,1}\right| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,1} \\ +\left|h_{occ,beg,kitch,MtoF,2} - h_{occ,end,kitch,MtoF,2}\right| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,2} \\ +\left|24 - h_{occ,beg,kitch,MtoF,3} - h_{occ,end,kitch,MtoF,3}\right| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,3} \end{bmatrix}$$

$$PartB = A_{area2} \cdot \begin{bmatrix} \left|h_{occ,beg,other,MtoF,1} - h_{occ,end,other,MtoF,1}\right| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,1} \\ +\left|h_{occ,beg,other,MtoF,2} - h_{occ,end,other,MtoF,2}\right| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,2} \\ +\left|24 - h_{occ,beg,other,MtoF,3} - h_{occ,end,other,MtoF,3}\right| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,3} \end{bmatrix}$$

$$PartC = A_{area1} \cdot \begin{bmatrix} \left|h_{occ,beg,kitch,StoS,1} - h_{occ,end,kitch,StoS,1}\right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,1} \\ +\left|h_{occ,beg,kitch,StoS,2} - h_{occ,end,kitch,StoS,2}\right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,2} \\ +\left|24 - h_{occ,beg,kitch,StoS,3} - h_{occ,end,kitch,StoS,3}\right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,3} \end{bmatrix}$$

$$PartD = A_{area2} \cdot \begin{bmatrix} \left|h_{occ,beg,other,StoS,1} - h_{occ,end,other,StoS,1}\right| \cdot Gain_{occ,other,StoS,1} \\ +\left|h_{occ,beg,other,StoS,2} - h_{occ,end,other,StoS,2}\right| \cdot Gain_{occ,other,StoS,2} \\ +\left|24 - h_{occ,beg,other,StoS,3} - h_{occ,end,other,StoS,3}\right| \cdot Gain_{occ,other,StoS,3} \end{bmatrix}$$

Toplotni dobitki v povezavi z uporabniki/stanovalci in vgrajenimi napravami so:

$$\phi_{int,mn}(m) = \frac{NbDayWorking(m) \cdot \{PartA + PartB\}}{1000} + \frac{\left(MonthDay(m) - NbDayWorking(m)\right) \cdot \{PartC + PartD\}}{1000}$$

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:

$$\phi_{int,l,mn}(m) = \frac{NbDayWorking(m) \cdot \{PartA2 + PartB2\}}{1000} + \frac{\left(MonthDay(m) - NbDayWorking(m)\right) \cdot \{PartC2 + PartD2\}}{1000}$$

Ocenjena vrednost celotnih notranjih dobitkov dobljenih iz vseh upoštevanih notranjih virov so torej:

$$Q_{int}(m) = \left(\phi_{int,mn}(m) + \phi_{int,l,mn}(m)\right) \cdot k_{cor,int} \ [\text{kWh}]$$

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:

$$\phi_{r,walls}(dir) = U_{walls} \cdot R_{se} \cdot A_{lat}(dir) \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,v}$$

$$\phi_{r,walls,hor} = U_{roof} \cdot R_{se} \cdot A_{roof} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,h}$$

$$\phi_{r,walls,hor} = U_{roof} . R_{se} . A_{roof} . h_r . \Delta\theta_{\mathrm{er}} . \mathrm{F_{r,h}}$$

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:

$$\tau = \frac{C_m}{3600 H_{tr,adj}(1) + H_{ve,adj}}$$

$$\alpha = \alpha_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

Prav tako je uporabljen drugi faktor izkoristka energijskih dobitkov:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \dfrac{a}{a+1} & \text{,če } \gamma_H(m) = 1 \\ \dfrac{1}{\gamma_H(m)} & \text{,če } \gamma_H(m) < 0 \\ \dfrac{1-\gamma_H(m)^a}{1-\gamma_H(m)^{1+a}} & \text{drugače} \end{cases}$$

Dolžina meseca s potrebnim ogrevanjem

$$\gamma_{lim} = \frac{1+a}{a}$$

$$\gamma_H(m+0,5) = \frac{\gamma_H(m) + \gamma_H(m+1)}{2}$$

$$\gamma_H(m+0,5) = \frac{\gamma_H(m) + \gamma_H(m+1)}{2}$$

$$\gamma_H(m-0,5) = \frac{\gamma_H(m-1) + \gamma_H(m)}{2}$$

$$\gamma_1(m) = \min\left(\gamma_H(m-0,5); \gamma_H(m+0,5)\right)$$

$$\gamma_2(m) = \max\left(\gamma_H(m-0,5); \gamma_H(m+0,5)\right)$$

$$\gamma_{1bool}(m)=\begin{cases}0 & \text{,če}\ \gamma_1(m)>\gamma_{\lim}\ \text{ali}\ \gamma_1(m)<0\\ \text{"}LESS\text{"} & \text{drugače}\end{cases}$$

$$\gamma_{2bool}(m)=\begin{cases}\text{"}MORE\text{"} & \text{,če}\ \gamma_2(m)>\gamma_{\lim}\\ 0 & \text{,če}\ \gamma_2(m)<0\\ 1 & \text{drugače}\end{cases}$$

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:

$$cond(m)=\begin{cases}0 & \text{,če}\ \gamma_{1bool}(m)\neq\text{"}LESS\text{"}\\ 1 & \text{,če}\ \gamma_{2bool}(m)\neq\text{"}MORE\text{"}\\ val(m) & \text{,če}\ \gamma_H(m)>\gamma_{lim}\\ interm(m) & drugače\end{cases}$$

Zatem je lahko določi ocena končne spremenljivke $\gamma_{cor}(m)$:

$$\gamma_{cor}(m)=\begin{cases}cond(m) & \text{,če}\ \gamma_1(m)>0\ \text{ali}\ \gamma_2(m)>0\\ 0 & \text{drugače}\end{cases}$$

<u>Potrebna energija za ogrevanje</u>

$$f_{hr}=\frac{h_{end,heating}-h_{beg,heating}}{24}\cdot\frac{NbDay_{working,heating}}{7}$$

$$a_{red}(m)=\begin{cases}f_{hr} & \text{,če}\ 1-\dfrac{b_{red}\cdot\tau_0\cdot\gamma_H(m)\cdot(1-f_{hr})}{\tau}<f_{hr}\\ 1 & \text{,če}\ 1-\dfrac{b_{red}\cdot\tau_0\cdot\gamma_H(m)\cdot(1-f_{hr})}{\tau}>1\\ 1-\dfrac{b_{red}\cdot\tau_0\cdot\gamma_H(m)\cdot(1-f_{hr})}{\tau} & drugače\end{cases}$$

Potrebna mesečna energija (brez upoštevanja izkoristka sistema) je določena s spodnjo enačbo:

$$Q_{H,month}(m)=a_{red}(m)\cdot\max\left(0;Q_{ht}(m)-\max\left(0;\eta_{gn}(m)\right)\cdot Q_{gn}(m)\right)\cdot\gamma_{cor}(m)\ [\text{kWh}]$$

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:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & \text{,če uporabnik izbere možnost brez prisotnega ogrevanja} \\ \dfrac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\text{kWh/year}\right] & \text{drugače} \end{cases}$$

Tako je pripadajoča letna primarna energija potrebna za ogrevanje:

$$Q_{prim} = Q_{delivered} \cdot k_{energytype} \left[\text{kgoe/leto}\right]$$

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:

$$H_g = H_{g,C}$$
$$H_{pi} = H_{pi,C}$$
$$H_{pe} = H_{pe,C}$$
$$\overline{\theta}_I = \theta_{int,set,C}$$
$$k_{D,cor} = k_{D,cor,C}$$
$$k_{cor,ve} = k_{cor,ve,C}$$
$$k_{cor,int} = k_{cor,int,C}$$
$$k_{cor} = k_{cor,C}$$
$$f_{shut}(m) = 0$$
$$AFR_{floor} = n_C$$
$$a_0 = a_{C0}$$
$$\tau_0 = \tau_{C0}$$
$$b_{red} = b_{C,red}$$
$$\eta_{EfficiencySystem} = \eta_{CoolingEfficiencySystem}$$
$$k_{energytype} = k_{energytype,cooling}$$

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:

$$F_{C,sh,gl}\left(m,dir\right) = 1 - f_{sh,with}\left(m,dir\right) + f_{sh,with}\left(m,dir\right) \cdot \frac{f_f}{g_n \cdot F_w}$$

$$A_{sol,C}\left(m,dir\right) = \begin{cases} F_{C,sh,gl}\left(m,dir\right) \cdot g_n \cdot F_w \cdot \left(1 - FrameAreaFraction\right) & \text{,če } DayCoolingActivity = YES \\ g_n \cdot F_w \cdot \left(1 - FrameAreaFraction\right) & drugače \end{cases}$$

$$F_{glazing,sh,ok,k} \cdot A_k \cdot I_{sol,k}\left(m,dir\right) = A_{lat,opening}\left(dir\right) \cdot F_{glazing,sh}\left(dir\right) \cdot I_{sol,k}\left(m,dir\right) \cdot A_{sol,C}\left(m,dir\right) \cdot k_{cor}$$

Celoten prenos toplote in toplotni dobitki

Veljajo enake enačbe kot za režim ogrevanja.

Dinamični parametri

Drugi faktor izkoristka energijskih dobitkov je:

$$\eta_{gn}\left(m\right) = \begin{cases} \dfrac{a}{a+1} & \text{,če } \gamma_H\left(m\right) = 1 \\ 1 & \text{,če } \gamma_H\left(m\right) < 0 \\ \dfrac{1 - \gamma_H\left(m\right)^{-a}}{1 - \gamma_H\left(m\right)^{-(1+a)}} & \text{drugače} \end{cases}$$

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:

$$inv\gamma_{\lim} = \frac{1+a}{a}$$

$$inv\gamma_H\left(m\right) = \frac{1}{\gamma_H\left(m\right)}$$

$$inv\gamma_H\left(m+0,5\right) = \frac{inv\gamma_H\left(m\right) + inv\gamma_H\left(m+1\right)}{2}$$

$$inv\gamma_H(m-0,5)=\frac{inv\gamma_H(m-1)+inv\gamma_H(m)}{2}$$

$$inv\gamma_1(m)=\min\left(inv\gamma_H(m-0,5);inv\gamma_H(m+0,5)\right)$$

$$inv\gamma_2(m)=\max\left(inv\gamma_H(m-0,5);inv\gamma_H(m+0,5)\right)$$

$$inv\gamma_{1bool}(m)=\begin{cases}0 & \text{,če } inv\gamma_1(m)>inv\gamma_{\lim}\\ \text{"}LESS\text{"} & \text{drugače}\end{cases}$$

$$inv\gamma_{2bool}(m)=\begin{cases}\text{"}MORE\text{"} & \text{,če } inv\gamma_2(m)>inv\gamma_{\lim}\\ 1 & \text{drugače}\end{cases}$$

$$invval(m)=\frac{1}{2}\frac{inv\gamma_{\lim}+inv\gamma_1(m)}{inv\gamma_H(m)+inv\gamma_1(m)}$$

$$invinterm(m)=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\frac{inv\gamma_{\lim}+inv\gamma_H(m)}{inv\gamma_2(m)+inv\gamma_H(m)}$$

$$invcond(m)=\begin{cases}0 & \text{,če } inv\gamma_{1bool}(m)\neq LESS\\ 1 & \text{,če } inv\gamma_{2bool}(m)\neq MORE\\ invval(m) & \text{,če } inv\gamma_H(m)>inv\gamma_{\lim}\\ invinterm(m) & \text{drugače}\end{cases}$$

$$\gamma_{cor}(m)=\begin{cases}invcond(m) & \text{,če } inv\gamma_1(m)>0 \text{ ali } inv\gamma_2(m)>0\\ 1 & \text{drugače}\end{cases}$$

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 enrgije 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:

$$Q_{C,month}(m)=a_{red}(m)\cdot\max\left(0;Q_{gn}(m)-\max\left(0;\eta_{gn}(m)\right)\cdot Q_{ht}(m)\right)\cdot\gamma_{cor}(m)\ [\text{kWh}]$$

Odtod je letna potrebna energija (brez upoštevanja izkoristka sistema) za hlajenje:

$$Q_{delivered}=\begin{cases}0 & \text{,če uporabnik izbere možnost brez prisotnega hlajenja}\\ \dfrac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}}\ [\text{kWh/year}] & \text{drugače}\end{cases}$$

4.3.2.2.4 Potrebna energija za oskrbo s toplo sanitarno vodo (angl. DHW production)

Najprej je vpeljanih nekaj vmesnih spremenljivk:

$$a = \begin{cases} \dfrac{X \cdot \ln\left(A_{conditionedarea}\right) - Y}{A_{conditionedarea}} & \text{,če } A_{conditionedarea} > 30 \\ Z & \text{drugače} \end{cases}$$

$$V_w = a \cdot A_{conditionedarea}$$

$$\Delta T_{req} = \theta_{w,t} - \theta_{w,outside}$$

$$Q_w\left(m\right) = \frac{4{,}182}{3{,}6} \frac{V_w}{1000} \Delta T_{req} \cdot MonthDay\left(m\right) \left[\text{kWh}\right]$$

Letna potrebna energija za proizvodnjo DHW (pametna energija) je:

$$Q_{DHW,nd} = \sum_m Q_w\left(m\right) \left[\text{kWh/leto}\right]$$

Potrebna energija za proizvodnjo DHW na letni ravni je:

$$Q_{DHW,delivered} = \begin{cases} 0 & \text{,če je uporabnik izbral možnost brez sistema DHW} \\ Q_{DHW,nd} \cdot \dfrac{1 - DHW_{energyreduction}}{\eta_{DHW}} \left[\text{kWh/leto}\right] & \text{drugače} \end{cases}$$

Odtod je letna potrebna primarna energija za proizvodnjo DHW:

$$Q_{DHW,prim} = Q_{DHW,delivered} \cdot k_{energytype,DHW} \left[\text{kgoe/leto}\right]$$

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	$m_{tss}\ k_{StBldgDem}$
		jeklene prečke	$m_{tsb}\ k_{StBldgDem}$
		jekleni stebri	$m_{tsc}\ k_{StBldgDem}$
		jekleni mozniki in vijaki	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{StBldgDem}$
		spoji s pločevinami	$m_{tpl}\ k_{StBldgDem}$
	C2 transport	jeklena profilirana pločevina	$m_{tss}\ k_{RERALT}$ / 10
		jeklene prečke	$m_{tsb}\ k_{RERALT}$ / 10
		jekleni stebri	$m_{tsc}\ k_{RERALT}$ / 10
		jekleni mozniki in vijaki	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{RERALT}$ / 10
		spoji s pločevinami	$m_{tpl}\ k_{RERALT}$ / 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	$(m_{conrs} + m_{trs})\ eol_{srs}\ k_{CHStPlt}$
	C4 deponiranje	jeklena profilirana pločevina	$m_{tss}\ (1 - eol_{sd})\ k_{RERStLdf}$
		jeklene prečke	$m_{tsb}\ (1 - eol_{sbc})\ k_{RERStLdf}$
		jekleni stebri	$m_{tsc}\ (1 - eol_{sbc})\ k_{RERStLdf}$
		jekleni mozniki in vijaki	$(m_{tst} + m_{tbo})\ (1 - eol_{stbo})\ k_{RERStLdf}$
		spoji s pločevinami	$m_{tpl}\ (1 - eol_{spl})\ k_{RERStLdf}$
		beton uporabljen v stropovih namenjen na deponijo	$m_{consl}\ [\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{confl})\ k_{CHConLdf}\ ]$
		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			vsota vseh količin iz modula C

Posebej obarvane celice v preglednici 8 označujejo zveze, k iso 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:

$$Macro-component_{C2} = \sum_{dir} A_{lat}\left(dir\right)\cdot k_{C2,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}\left(dir\right)\cdot k_{C2,opening} + A_{roof}\cdot k_{C2,roof}$$

Celotna teža betona $m_{consl,LVS3}$:

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor}\cdot A_{ground}\cdot \rho_{consl}$$

Armaturne palice namenjene v sortirnico:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor})\cdot eol_{srs}\cdot k_{CHStPlt}$$

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} val_{confl} k_{CHGr}
		jeklena profilirana pločevina	- m_{tss} (eol_{sd} - $k_{RERStHDG0}$) k_{GLO}
		beton nosilne konstrukcije	- (m_{tcb} + m_{tcc}) val_{const} k_{CHGr}
		jeklena armatura	- (m_{conrs} + m_{trs}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})
		jeklene prečke	- m_{tsb} [(eol_{sbc} - $k_{RERStSec0}$) k_{GLO} + re_{sbc} ($k_{RERStSec}$ - k_{StAvg} / 1000)]
		jekleni stebri	- m_{tsc} [(eol_{sbc} - $k_{RERStHDG0}$) k_{GLO} + re_{sbc} ($k_{RERStSec}$ - k_{StAvg} / 1000)]
		jekleni mozniki in vijaki	- (m_{tst} + m_{tbo}) (eol_{stbo} - k_{GLOSt0}) k_{GLO}
		spoji s pločevinami	- m_{tpl} (eol_{spl} - $k_{RERStPl0}$) k_{GLO}
		lesene prečke	- m_{twb} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)
		leseni stebri	- m_{twc} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)
		makro-komponenta	
celoten modul D			vsota vseh količin iz modula D

Posebej obarvane celice v preglednici 9 označujejo zveze, k iso 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.

Predstavitev 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:

$$Q_{tr,walls} = \sum_m \max\left(Q_{tr,walls}(m),0\right)$$

$$Q_{tr,glazing} = \sum_m \max\left(Q_{tr,glazing}(m),0\right)$$

$$Q_{tr,ext,floor} = \sum_m \max\left(Q_{tr,ext,floor}(m),0\right)$$

$$Q_{tr,roof} = \sum_m \max\left(Q_{tr,roof}(m),0\right) + \max\left(Q_{tr,pitchedroof}(m),0\right)$$

$$Q_{tr,ground} = \sum_m \max\left(Q_{tr,ground}(m),0\right)$$

$$Q_{tr,total} = \sum_m \max\left(Q_{tr}(m),0\right)$$

Za prenos toplote s prezračevanjem in toplotne dobitke so vsote izračunane na sledeč način:

$$Q_{ve} = \sum_m \max\left(Q_{ve}(m),0\right)$$

$$Q_{sol,glaz} = \sum_m \max\left(Q_{sol,glazing}(m),0\right)$$

$$Q_{sol,opaq} = \sum_m Q_{sol,walls}(m)$$

$$Q_{int} = \sum_m Q_{int}(m)$$

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			
										GLAZED	OPAQUE	INTERNAL	
$Q_{tr,WALLS}$	$Q_{tr,GLAZING}$	$Q_{tr,EXT\ FLOOR}$	$Q_{tr,ROOF}$	$Q_{tr,GROUND}$	$Q_{tr,TOTAL}$		Q_{ve}			$Q_{sol,GLAZ}$	$Q_{sol,OPAQ}$	Q_{int}	
2395.1	4373.4	321.2	0.0	782.0	9038.0	kWh/year	2849.2	kWh/year	kWh/year	17162.7	470.0	6679.3	
ENERGY NEED FOR HEATING													
$Q_{H,nd}$	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/m²	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/m²/year											
DELIVERED ENERGY	170.4	kWh/yea					PRIMARY		49.4	kgoe/yea			
COP: 4	1.4	kWh/m²/					f_{conv}:	0.29	0.4	kgoe/m²/			

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			
										GLAZED	OPAQUE	INTERNAL	
$Q_{tr,WALLS}$	$Q_{tr,GLAZING}$	$Q_{tr,EXT\ FLOOR}$	$Q_{tr,ROOF}$	$Q_{tr,GROUND}$	$Q_{tr,TOTAL}$		Q_{ve}			Q_{sol}	Q_{sol}	Q_{int}	
4278.0	9914.4	573.8	0.0	1458.3	18460.5	kWh/year	10517.4	kWh/year	kWh/year	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/m²	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	5.5	6.9	5.8	4.7	0.6	0.0	0.0	
BUILDING TOTALS FOR COOLING													
ENERGY NEED	3239.1	kWh/year											
	26.2	kWh/m²/year											
DELIVERED ENERGY	1079.7	kWh/yea					PRIMARY		313.1	kgoe/yea			
COP: 3	8.7	kWh/m²/					f_{conv}:	0.29	2.5	kgoe/m²/			

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 DWH 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
η:	0.90	23.7	kWh/m^2/

PRIMARY ENERGY		851.5	kgoe/year
f_{conv}:	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
	33.8	kWh/m^2/

TOTAL PRIMARY ENERGY	1214.1	kgoe/year
	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 razultatov 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 skaldu s preglednico 10.

Preglednica 10: Faktorji vpliva za fazo uporabe

kratica	opis	elektrika	plin	tekočina	trdnina	biomasa	enota
Okoljski vplivi							
GWP	potencial globalnega segrevanja	4,82E-01	4,84E-01	4,33E-01	2,92E-01	0	tCO2eq
ODP	potencial razgradnje ozona	4,32E-10	7,97E-11	3,11E-11	3,02E-11	0	t_{CFCeq}
AP	potencial zakisljevanja	2,28E-03	1,61E-03	2,95E-03	1,34E-03	0	t_{SO2eq}
EP	potencial evtrofikacije	1,20E-04	7,85E-05	1,46E-04	1,70E-04	0	t_{PO4eq}
POCP	potencial fotokemičnega nastanka ozona	1,34E-04	3,49E-04	4,41E-04	1,43E-04	0	$t_{Etheneeq}$
ADP-e	potencial porabe abiotskih virov - elementi	6,63E-08	1,18E-07	1,04E-07	5,01E-09	0	t_{Sbeq}
ADP-ff	Potencial porabe abiotskih virov – fosilna goriva	8,48E+00	5,02E+01	5,07E+01	2,79E+01	0	GJ NCV
Poraba virov, odpadnega materiala in goriv							
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	$10^3 m^3$
ostale okoljske informacije za opis kategorij odpadkov							
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 energetsko 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 LVS³ 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

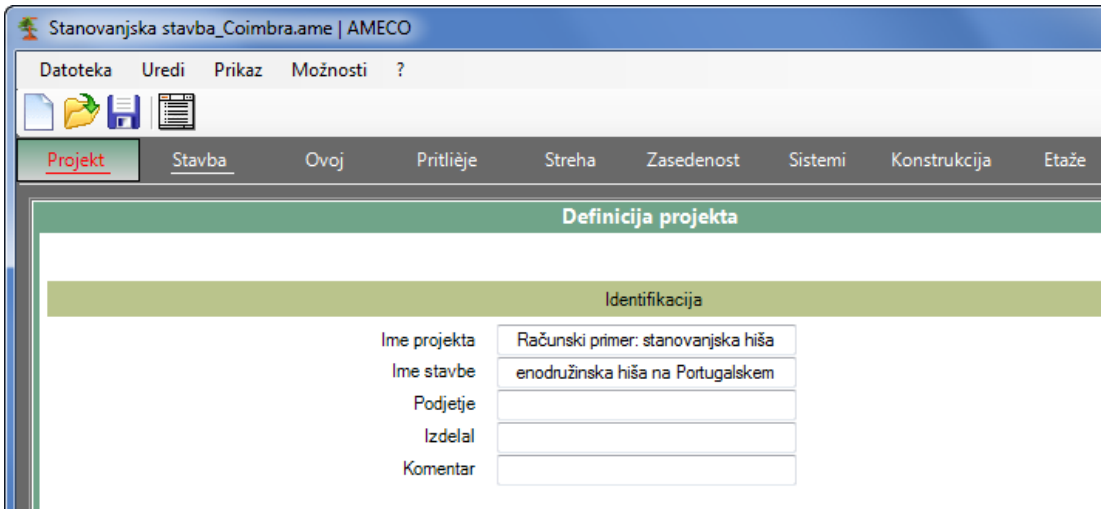
Uporabnik lahko sam izbere namen izračuna tekom modula *Stavba*.

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 parametroj je opcijski, saj nadaljni izračun tudi ni odvisen od njih.



Slika 7: Prikaz definicije projekta

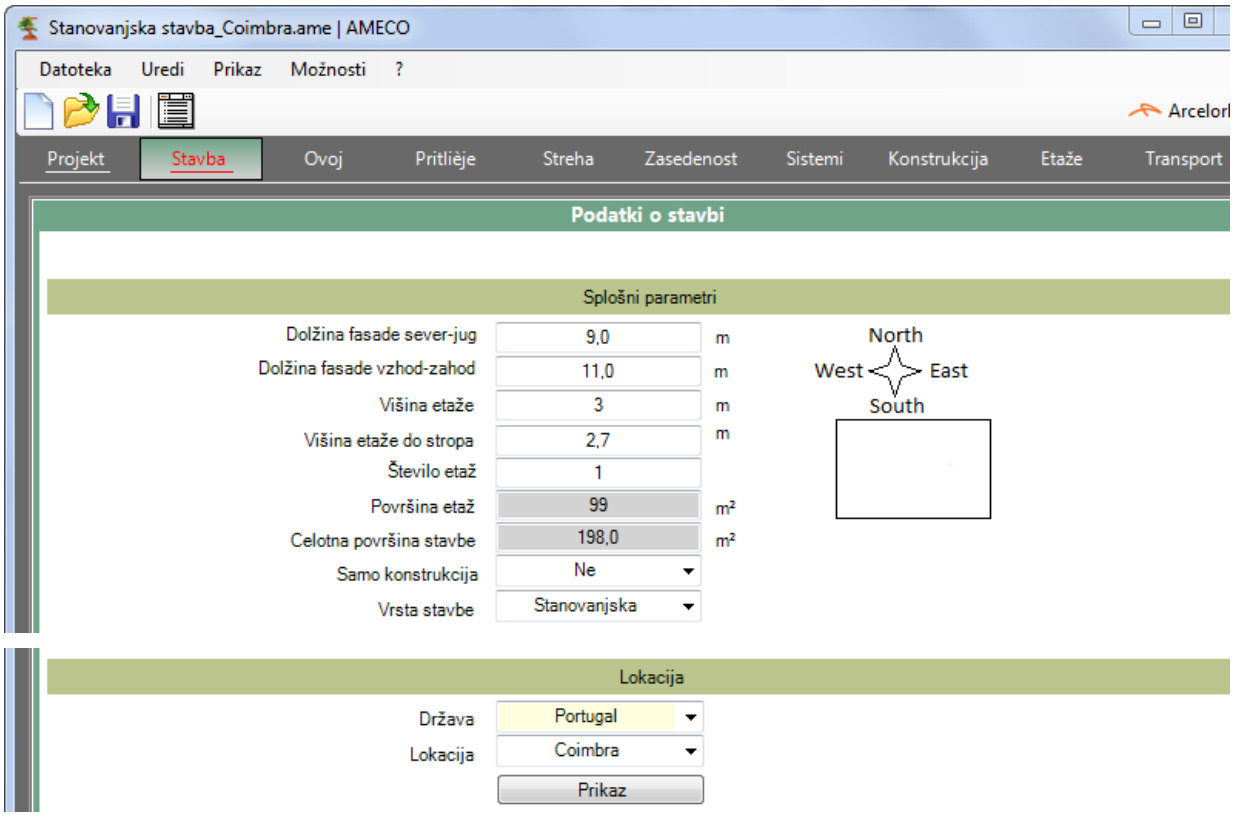
6.2 Stavba

6.2.1 Splošni parametri

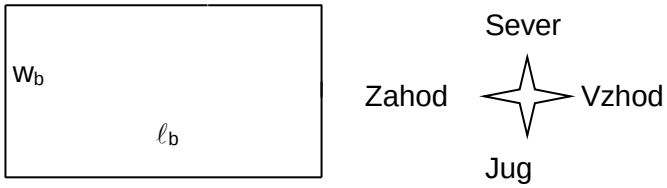
V tem modulu uporabnik poda splošne parametre stavbe:

- 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

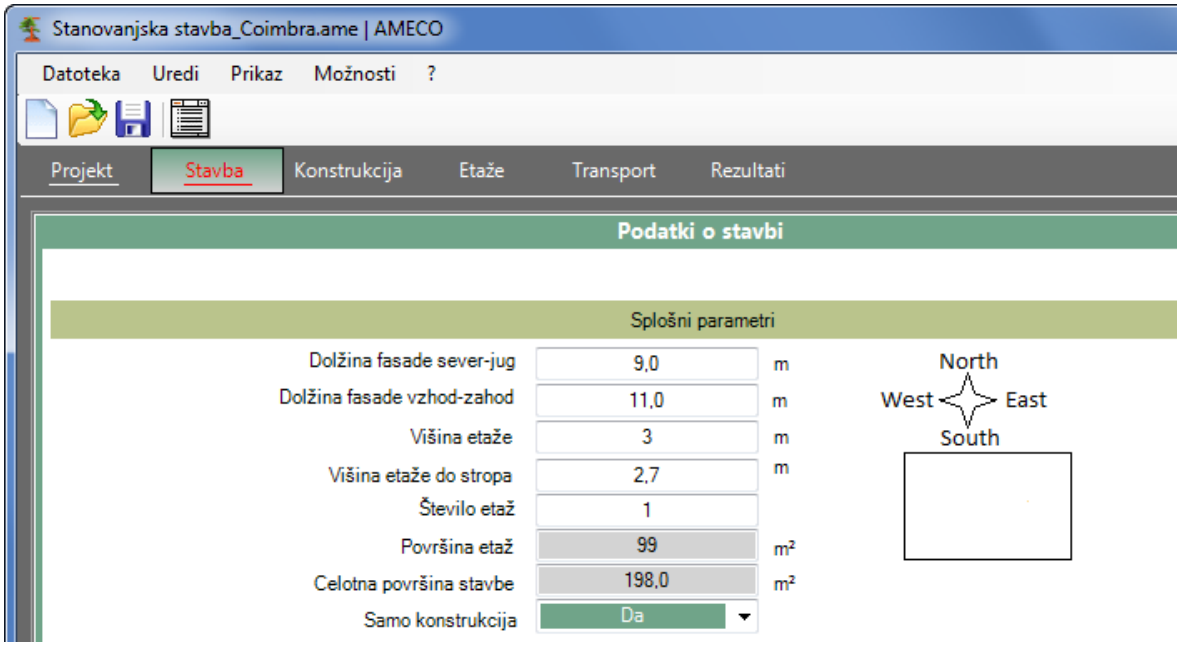


Slika 9: Oblika stavbe

- višina etaže;
- število etaž n;
- celotna površina vmesnih etaž, ki je določena na podlagi prej podanih vrednosti. Izračun temelji na sledeči enačbi: adef,floors = n lb wb, 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”.

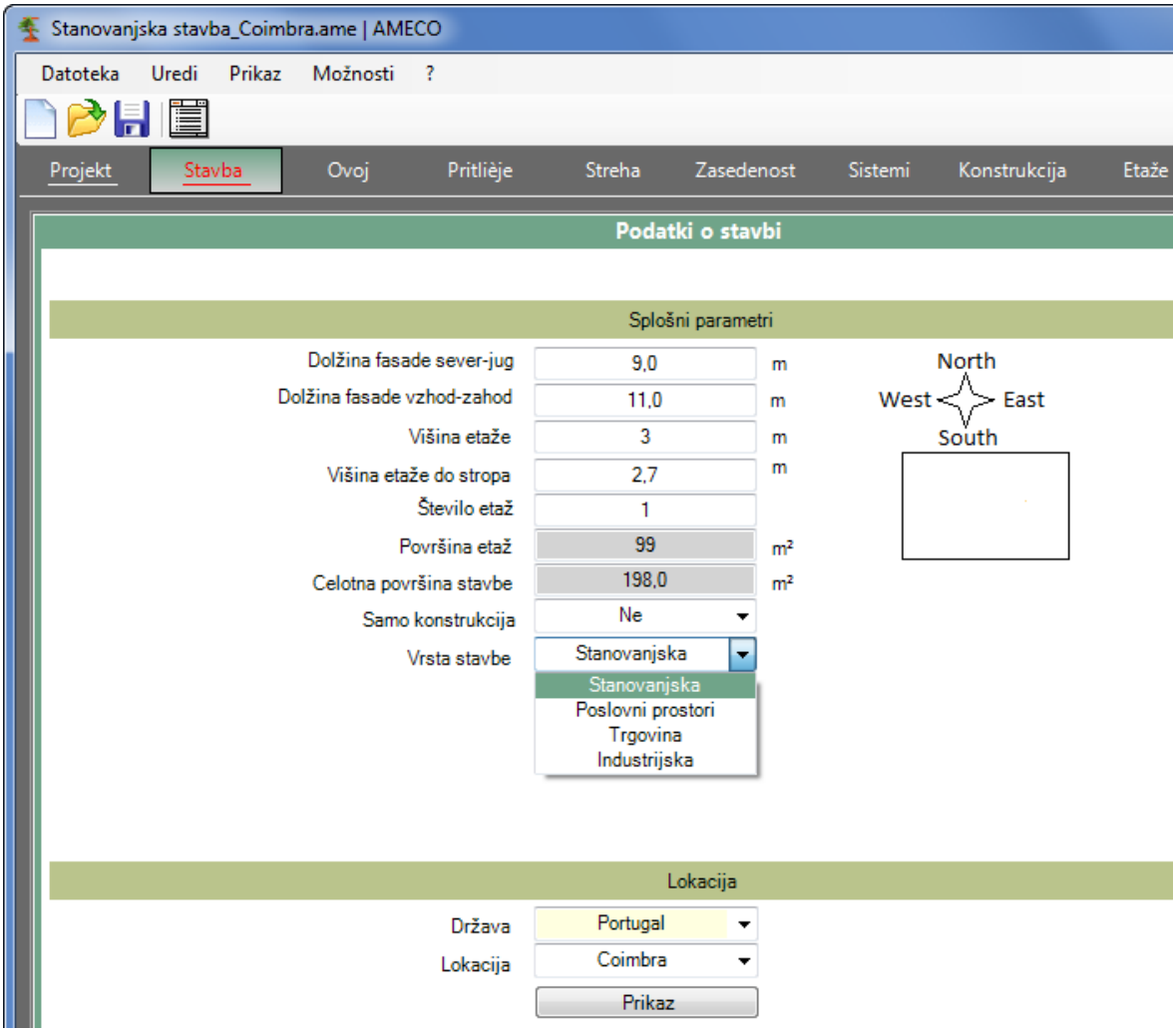
Z izbrano možnostjo “Da” lahko uporabnik izpusti izračune v zvezi s porabo energije. V tem primeru se izračunajo le okoljski vplivi iz naslova v konstrukciji stavbe uporabljenih materialov. Pri tem so upoštevane primarne prečke in stebri, kot tudi etažne konstrukcije. Prav tako se upošteva pripadajoč 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;



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 nadaljnih poglavjih tega dokumenta.

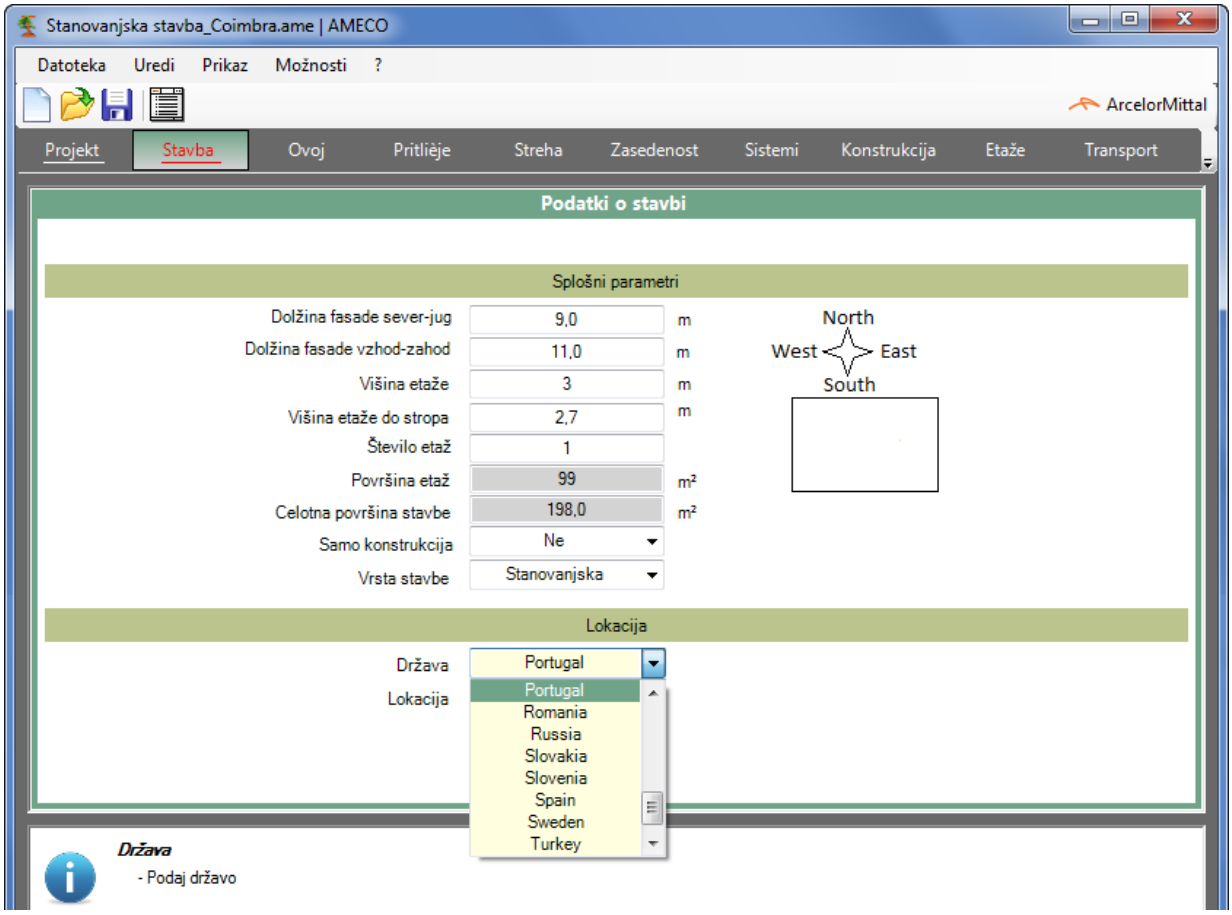
6.2.2 Lokacija

V spodnjem razdelku modula *Stavba* uporabnik definira lokacijo stavbe. Pri tem je potrebno izbrati:

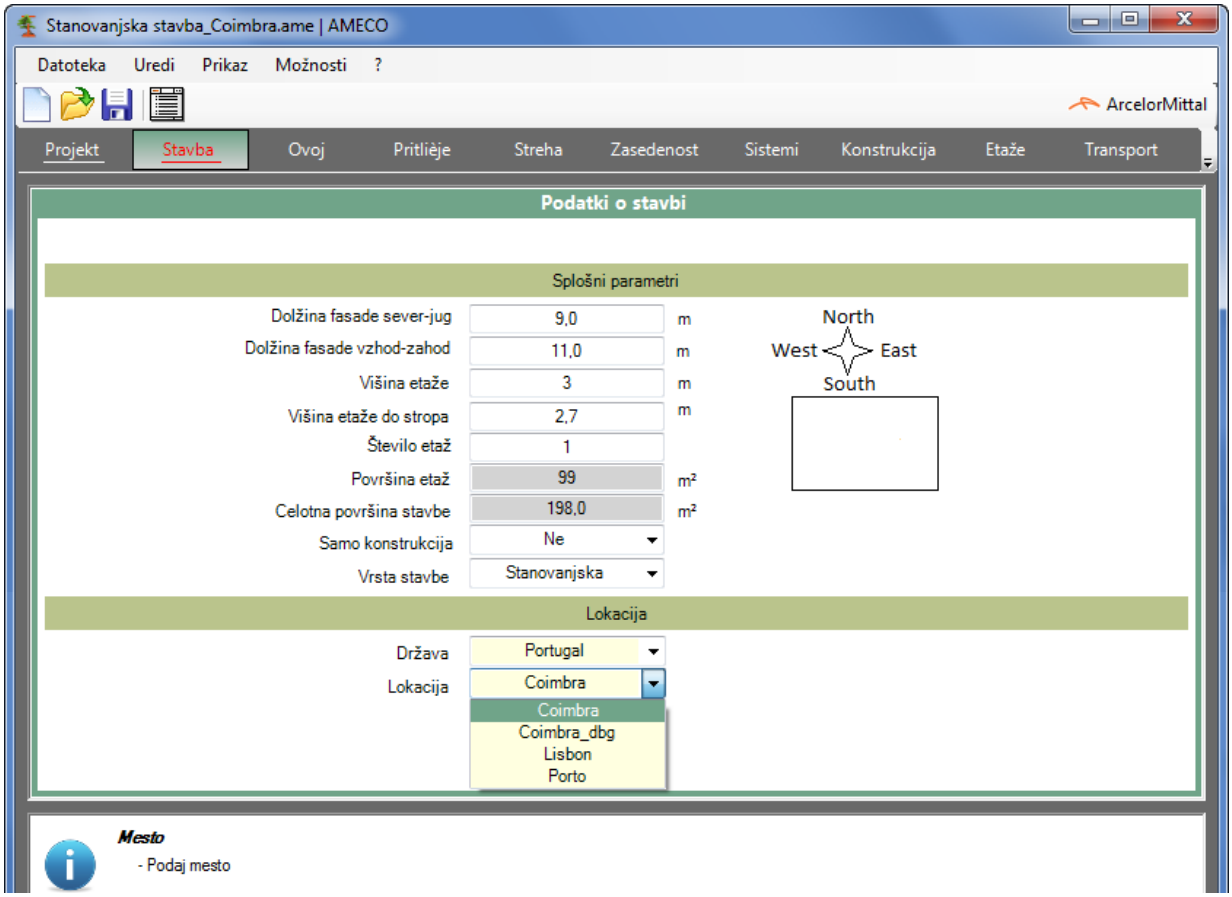
- državo;
- in pripadajoče mesto;

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

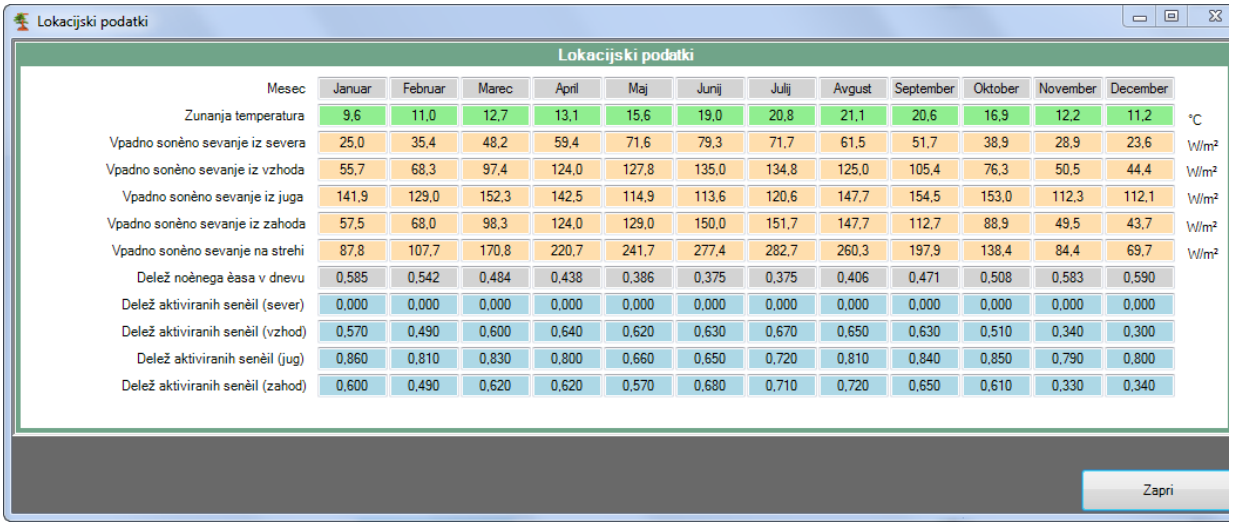


Slika 12: Izbira države



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:



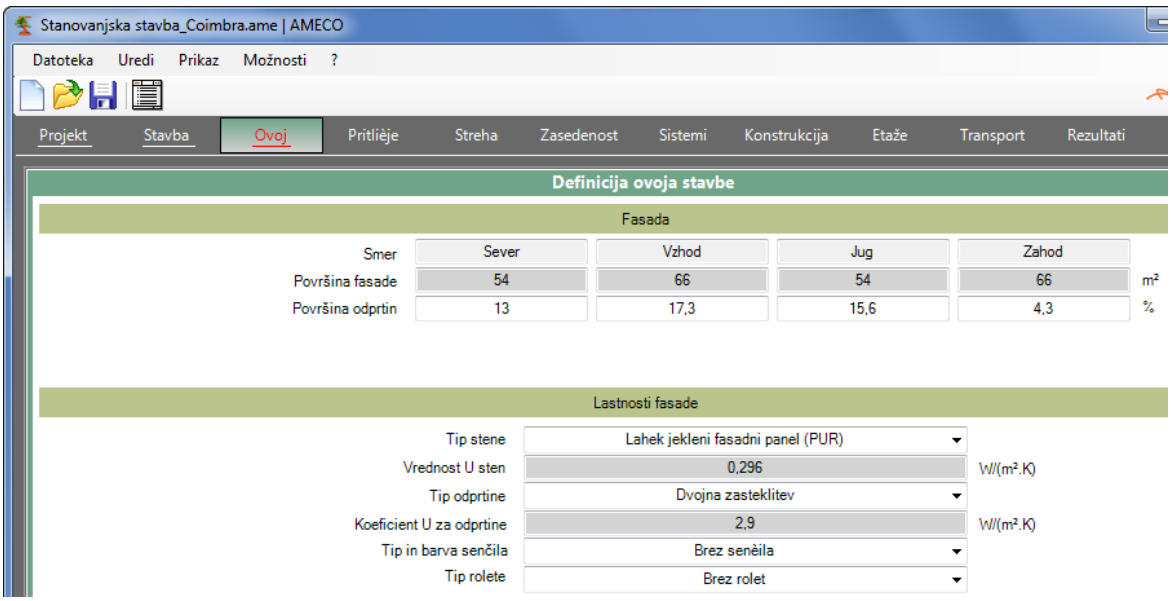
Mesec	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	
Zunanja temperatura	9,6	11,0	12,7	13,1	15,6	19,0	20,8	21,1	20,6	16,9	12,2	11,2	°C
Vpadno sonèno sevanje iz severa	25,0	35,4	48,2	59,4	71,6	79,3	71,7	61,5	51,7	38,9	28,9	23,6	W/m²
Vpadno sonèno sevanje iz vzhoda	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/m²
Vpadno sonèno 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/m²
Vpadno sonèno 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/m²
Vpadno sonèno sevanje na strehi	87,8	107,7	170,8	220,7	241,7	277,4	282,7	260,3	197,9	138,4	84,4	69,7	W/m²
Delež noènega èasa 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 senèil (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 senèil (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 senèil (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 senèil (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 odprtin za vsako stran stavbe, izražena z deležem celotne površine fasade.



Slika 15: Opis ovoja stavbe

Lastnosti fasadne so določene v spodnjem delu razdelka:

- tip stene, ki predstavlja fasadni sestav.

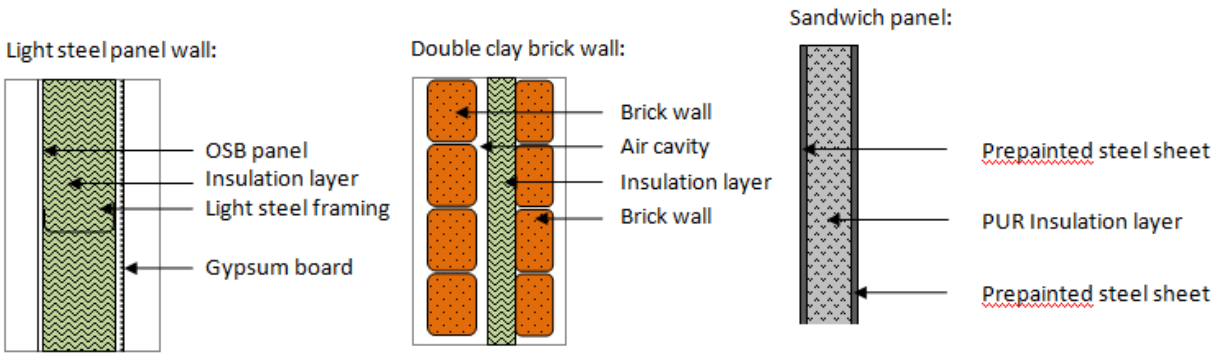
  V programu AMECO3 so definirani trije glavni tipi sten:

  - lahek jeklen fasadni panel;
  - dvojni opečni zid;
  - sendvič panel.

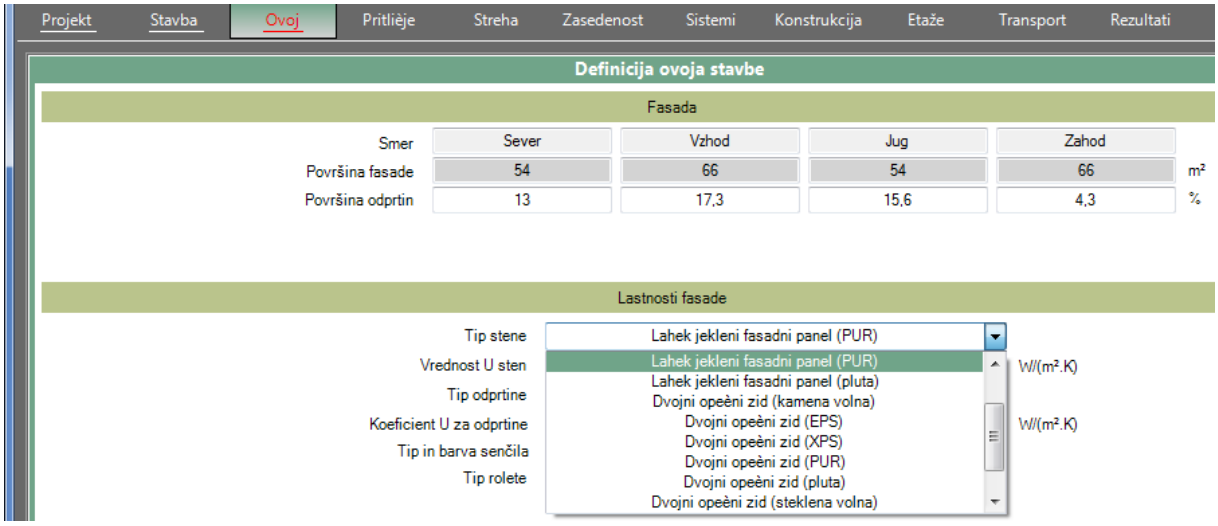
- Lahek jeklen fasadni panel in dvojni opečni zid sta na voljo v več variantah, in sicer glede na različen izolacijski material:
    - kamena volna;
    - EPS (ekspandiran polistiren);
    - XPS (ekstrudiran polistiren);
    - PUR (poliuretan).

Sendvič 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



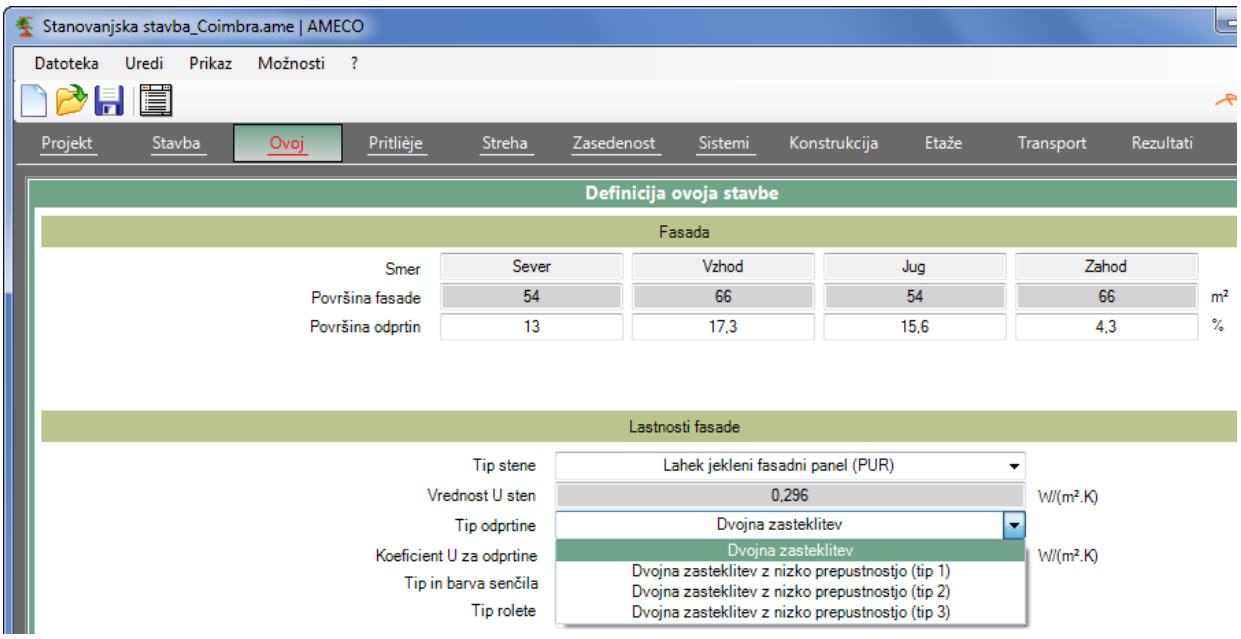
Slika 17: Izbira tipa stene

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.

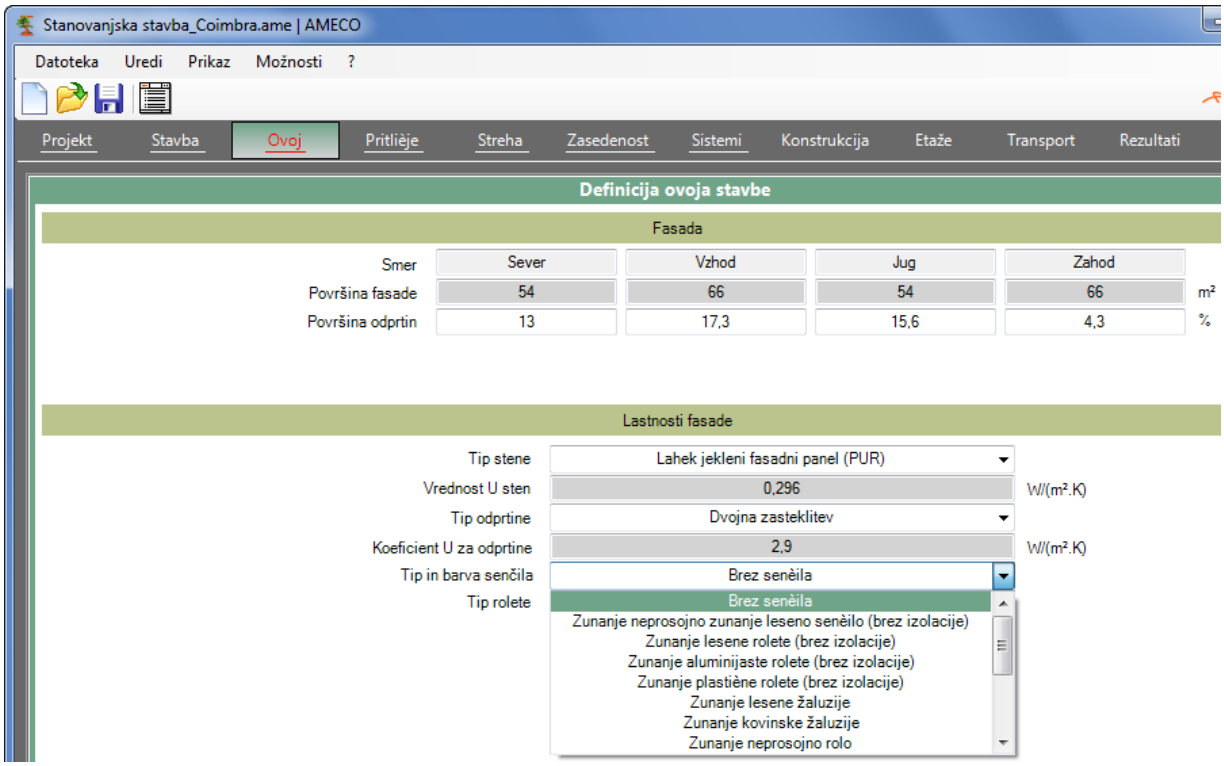
  Vrednosti U za upoštevane tipe sten so bile izračunane z upoštevanjem vsebovanih toplotnih mostov.

- 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).



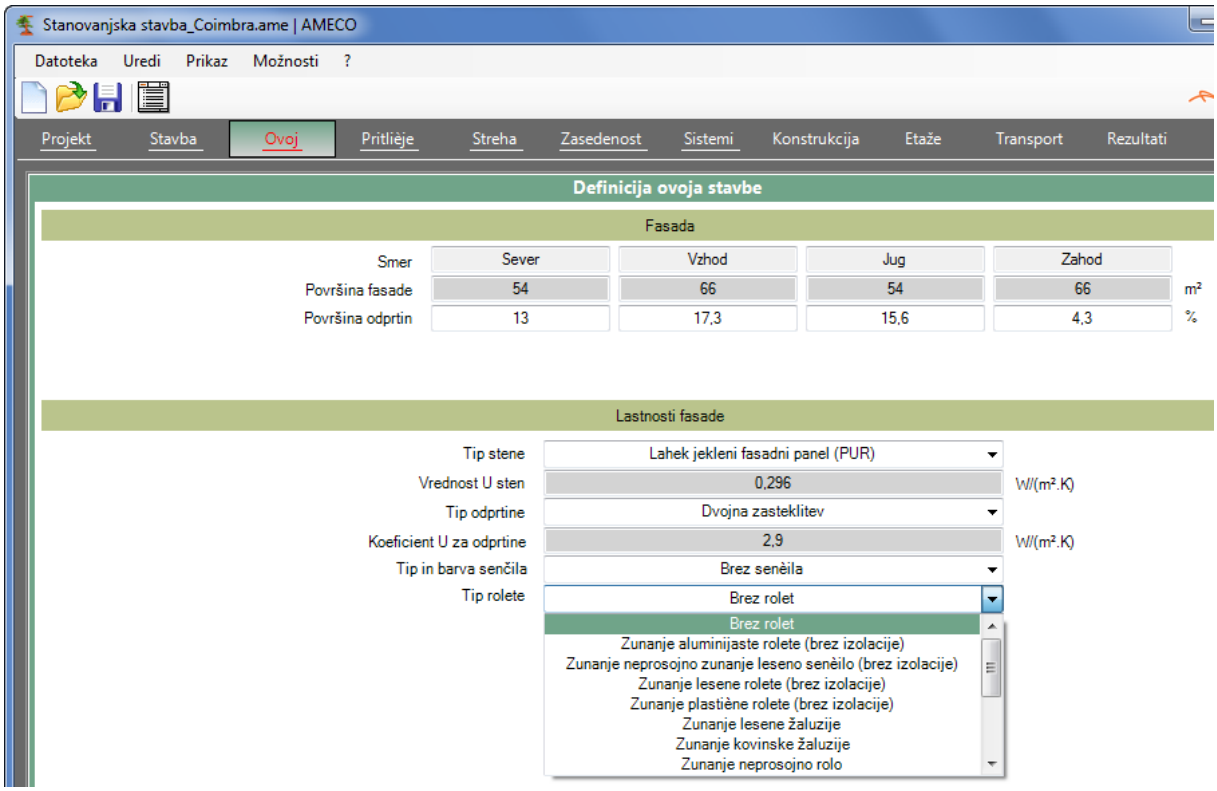
Slika 18: Izbira tipa odprtin

- 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)

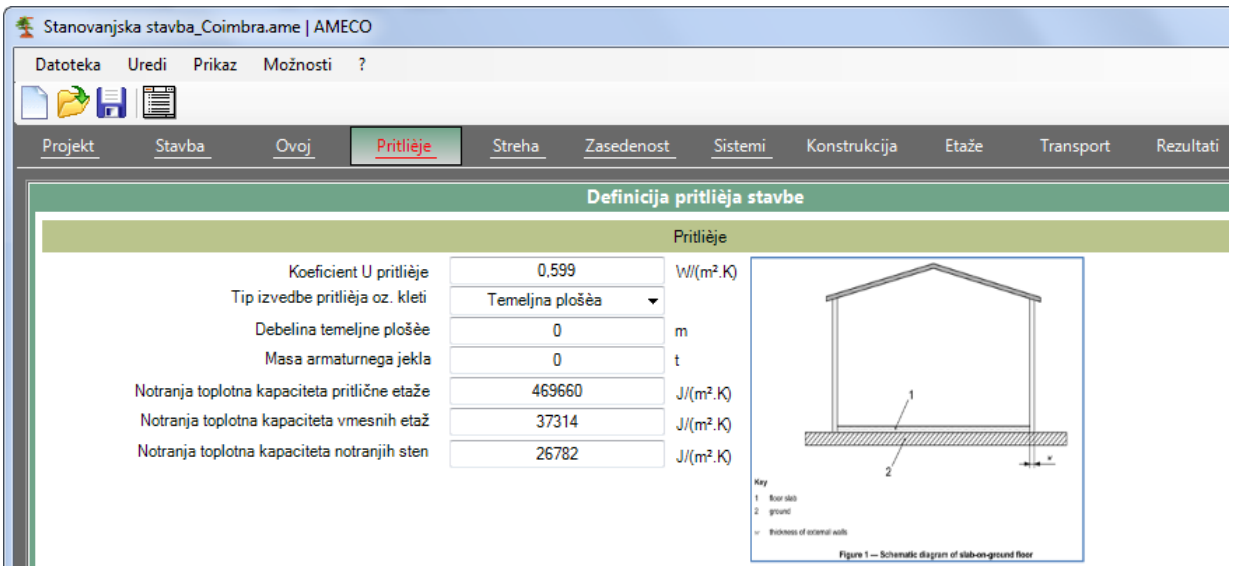
6.2.4 Talna plošča

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:
    - o talna plošča na terenu ;
    - o dvignejena 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

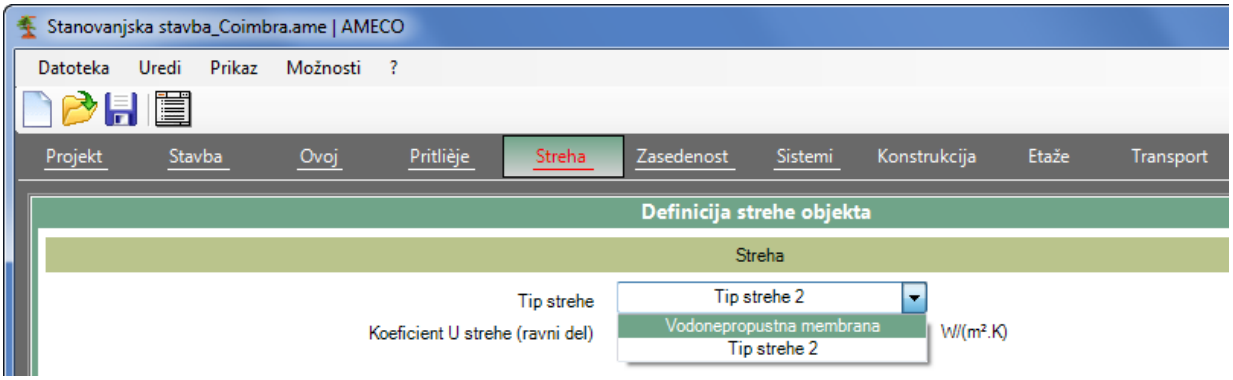
6.2.5 Streha

V tem modulu je definirana komponenta strehe:

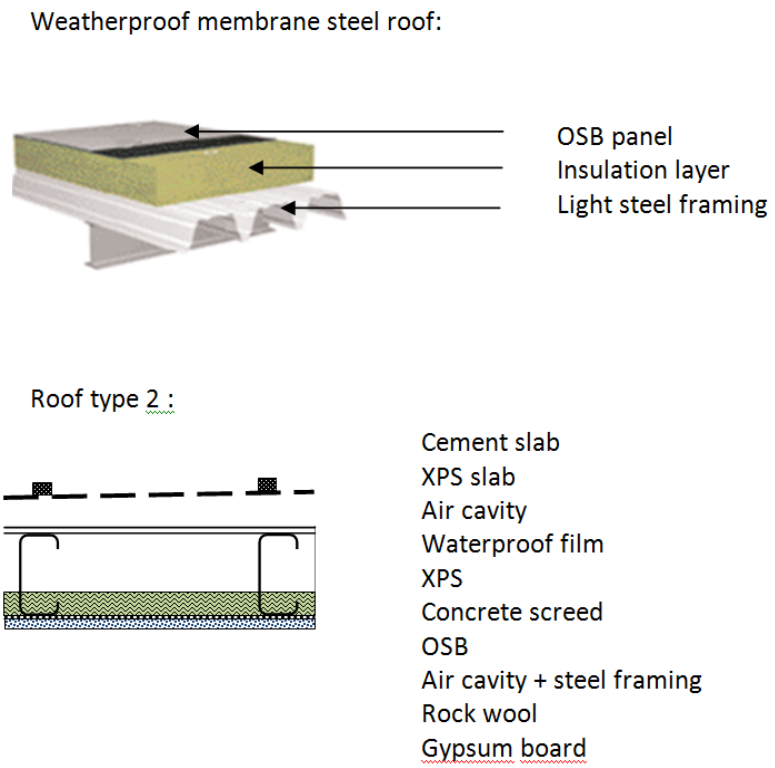
- tip strehe;
- prikazana je pripadajoča vrednost faktorja U.

V programu lahko izbiramo med dvema tipoma strehe:

- vodonepropustna membrana (strešna pločevina) ;
- tip strehe 2.



Slika 22: Izbira komponente strehe



Slika 23: Upoštevana tipa strehe v programu AMECO3

6.2.6 Zasedenost

V tem modulu so definirani notranji bivalni pogoji, ki so upoštevani v nadaljnih 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.

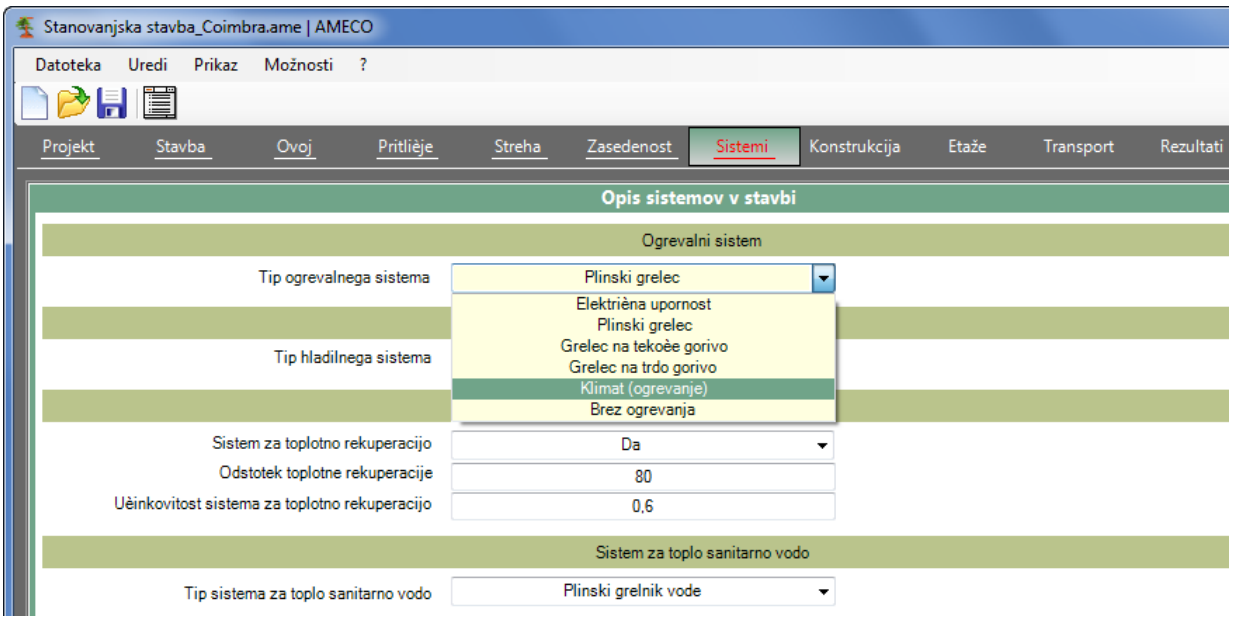
Slika 24: Parametri povezani s scenarijem zasedenosti v primeru stanovanjske stavbe

Vrednosti zgoraj omenjenih parametrov ni mogoče spreminjati in so neposredno odvisne od izbranega tipa stavbe v modulu *Stavba*.

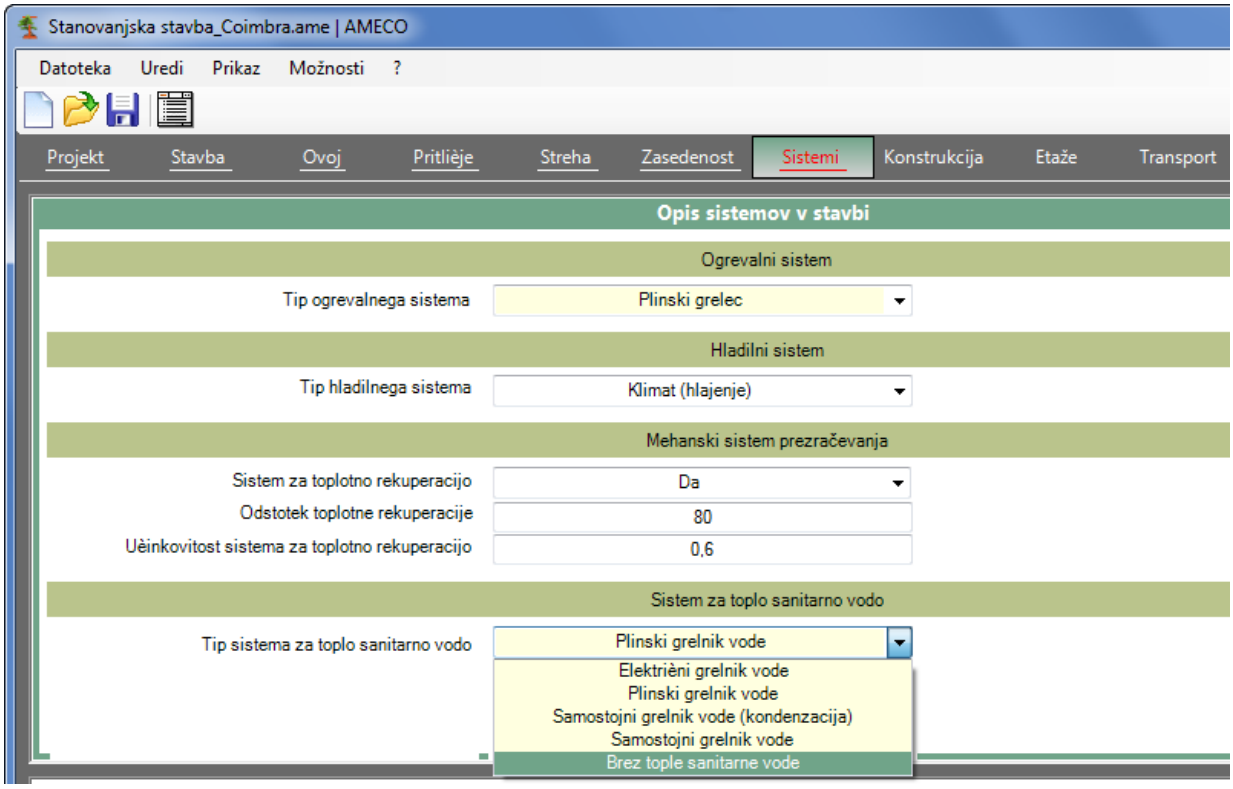
6.2.7 V stavbo vgrajeni sistemi

Modul je namenjen definiciji aktivnih energetskih 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.



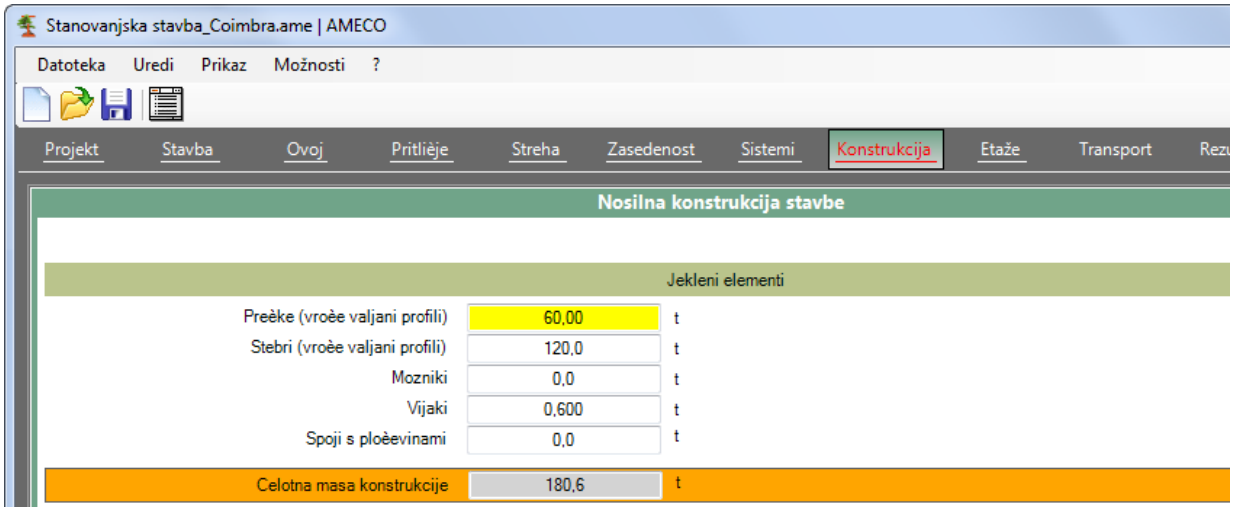
Slika 25: Izbira sistema za ogrevanje



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.



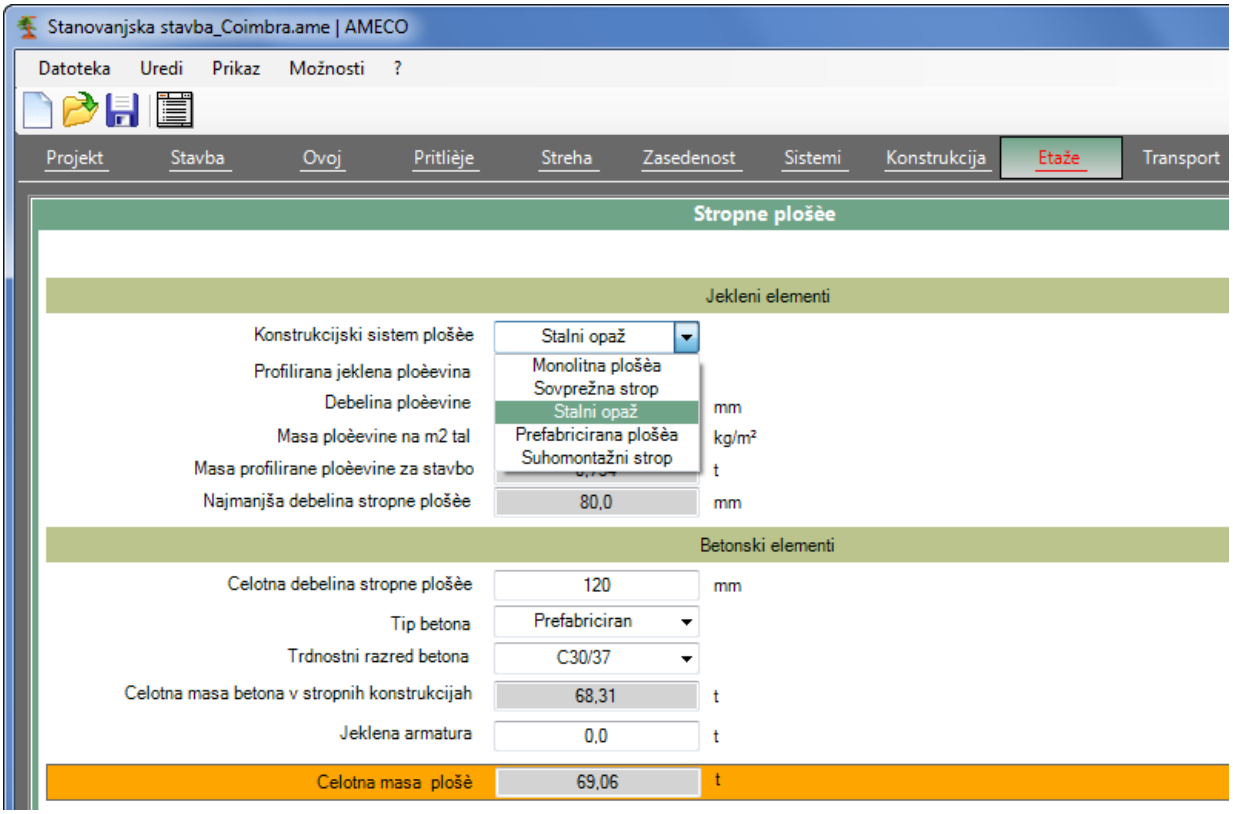
Slika 27: Podajanje mase različnih jeklenih konstrukcijskih elementov

Jekleni elementi:

- celotna masa jeklenih preček;
- 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.



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 našteti 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

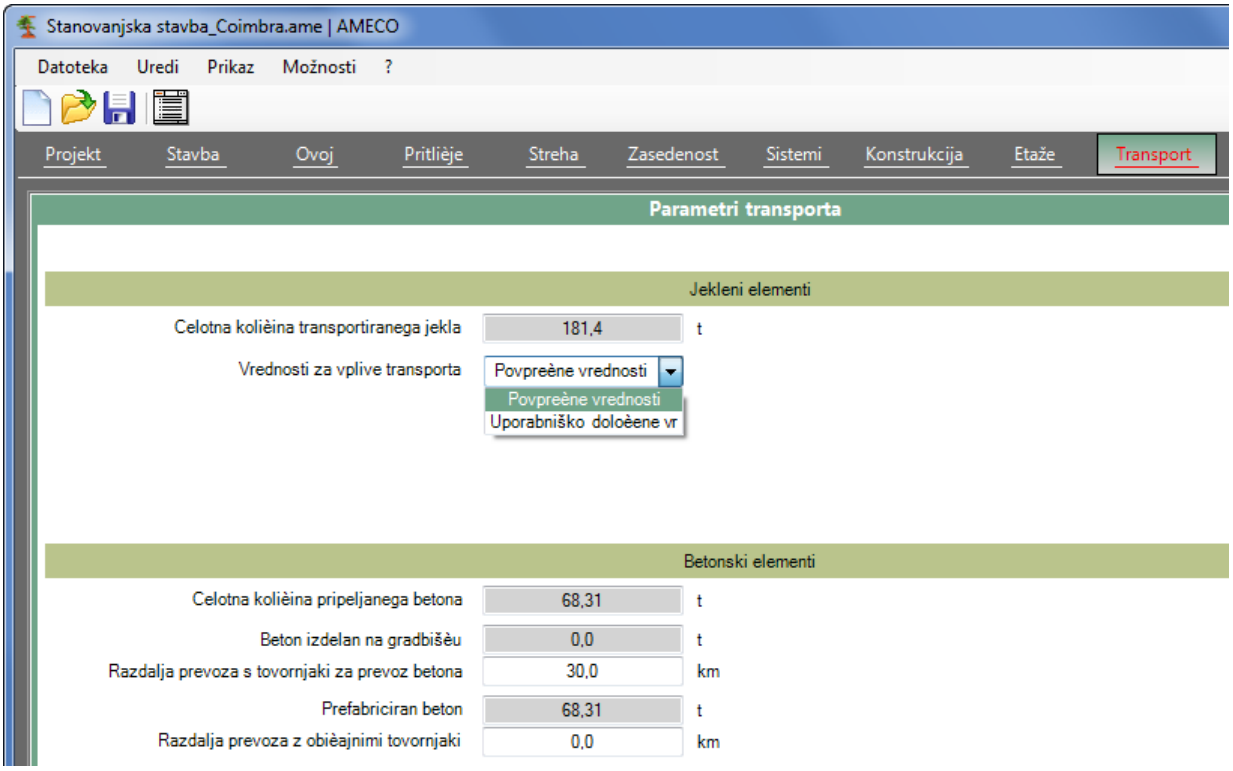
Pri transportu betona sta mogoča dva scenarija: betonski elementi so lahko proizvedeni na samem gradbišču, kar vključuje prevoz sveže betonske mešanice iz betonarne s tovornjaki, v drugem primeru pa so prefabricirani betonski elementi narejeni v tovarni in nato prepeljani z običajnimi tovornjaki na gradbišče.

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.



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.

Slika 30: Definicija parametrov za transport materialov v načinu z uporabniško določenimi vrednostmi

6.2.11 Rezultati

Izračun se požene v trenutku, ko uporabnik pritisne na gumb “Rezultati”.

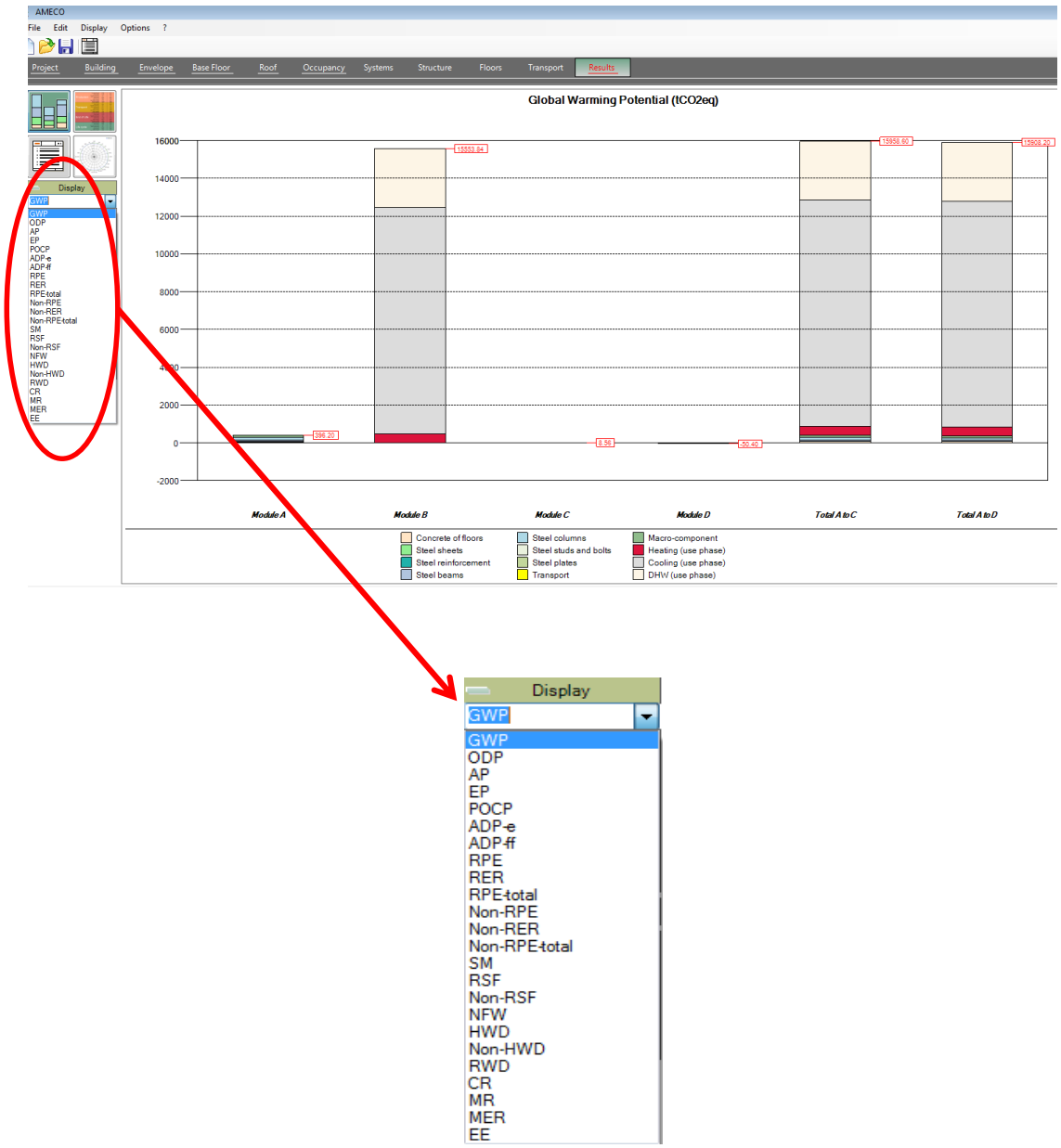
Rezultati izračuna se lahko izpišejo v obliki računskega lista, lahko pa so prikazani v grafičnem vmesniku modula Rezultati. V slednjem primeru lahko rezultate prikažemo s pomočjo histograma, polarnega grafikona oziroma v preglednicah.

6.2.11.1 Grafični prikaz s histogramom

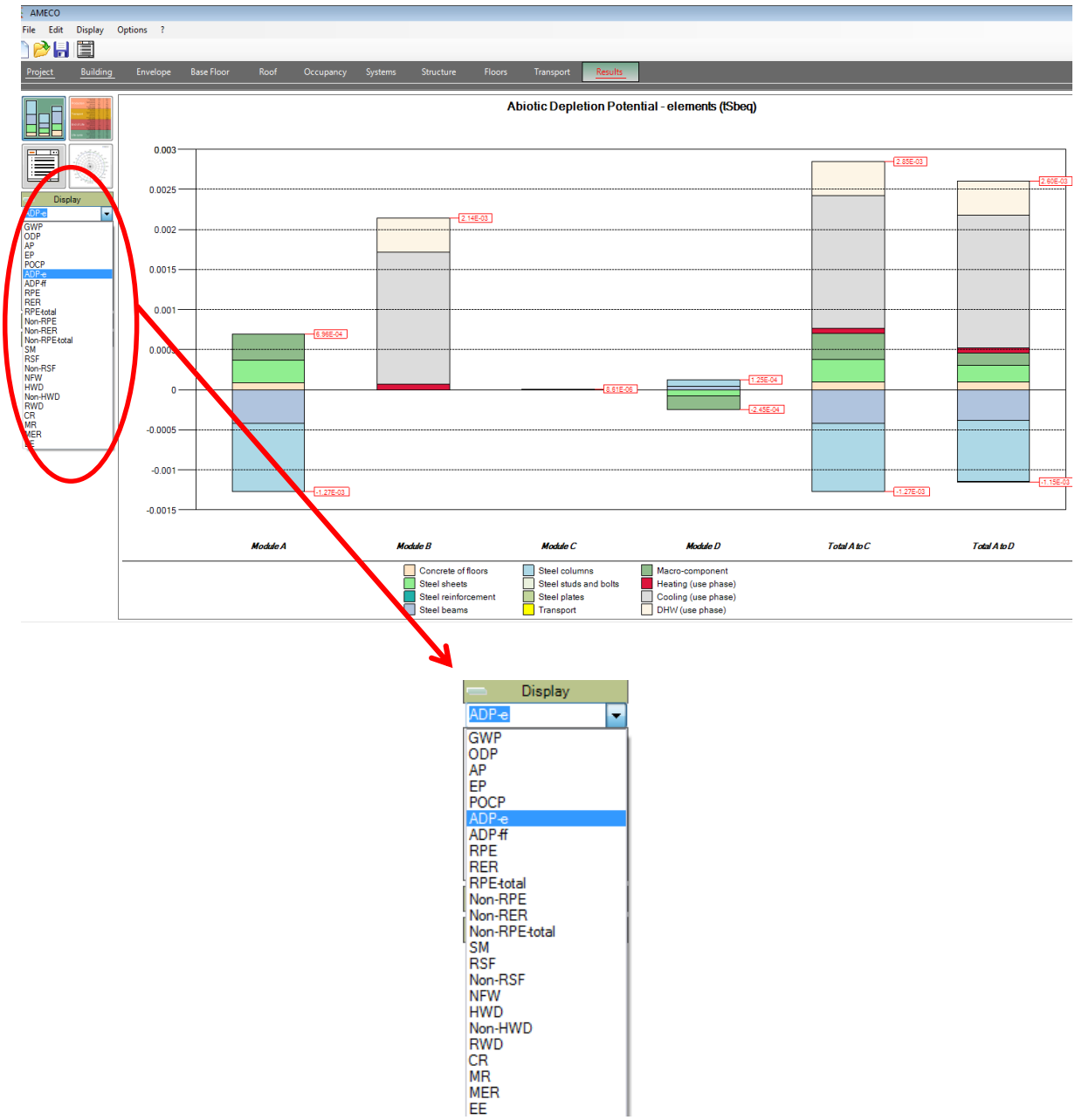
Za vsak posamezen okoljski kazalnik je mogoče prikazati svoj histogram:

- kazalniki za opis okoljskih vplivov (SIST EN 15978):
    - potencial globalnega segrevanja, GWP (kg CO_2 ekviv),
    - potencial razgradnje stratosferske ozonske plasti, ODP (kg CFC 11 ekviv),
    - potencial zakisljevanja zemlje in vode; AP (kg SO_2- ekviv),
    - potencial evtrofikacije, EP (kg $(PO_4)_3$- 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^3),
- 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:

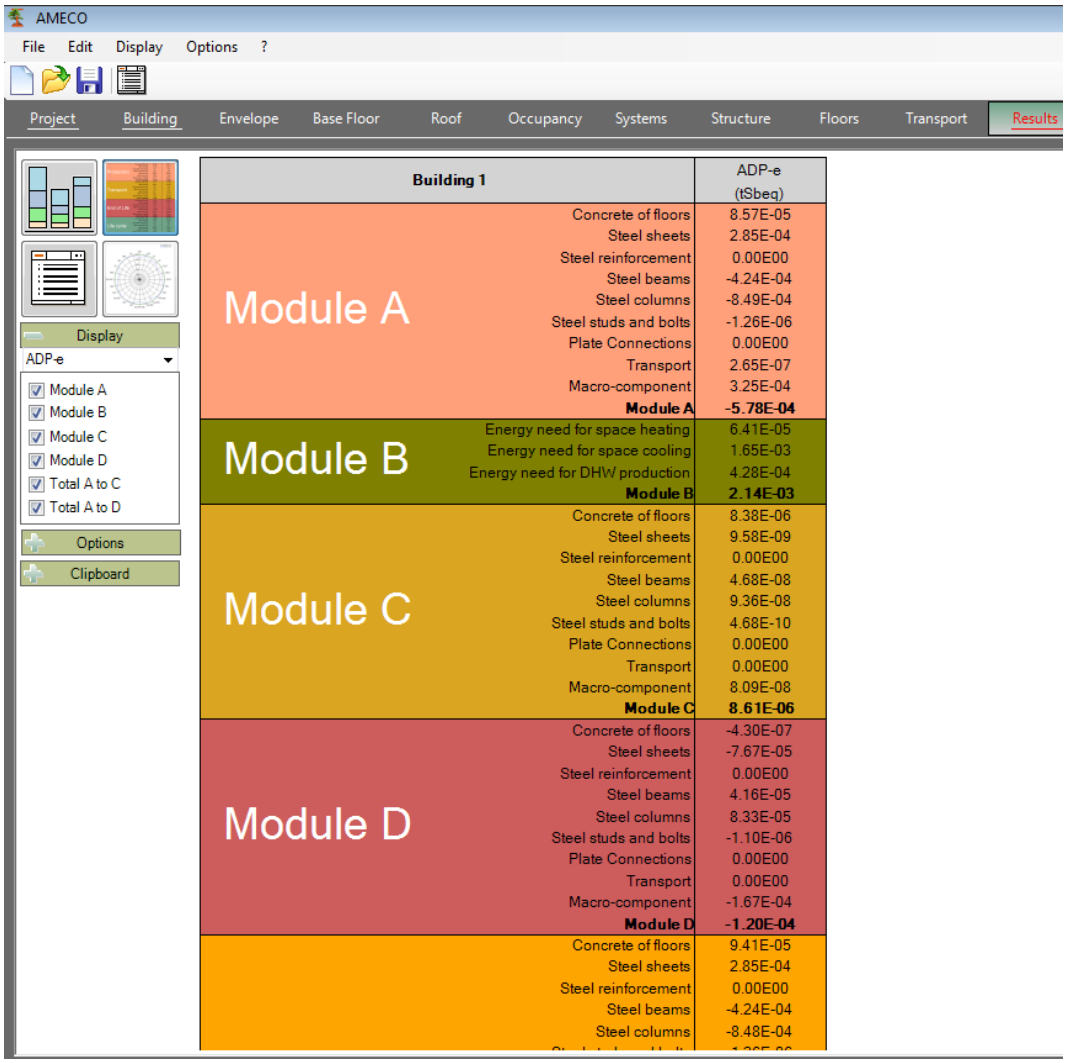
- modul A: faza proizvodnje materialov oz. elementov in faza gradnje;
- modul B: faza uporabe;
- modul C: faza ob koncu življenjskega cikla;
- modul D: ponovno uporabni material in okoljske obremenitve izven sistemskih meja produkta;
- moduli od A do C (celotna obravnava 3 modulov: A, B in C);
- moduli 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.

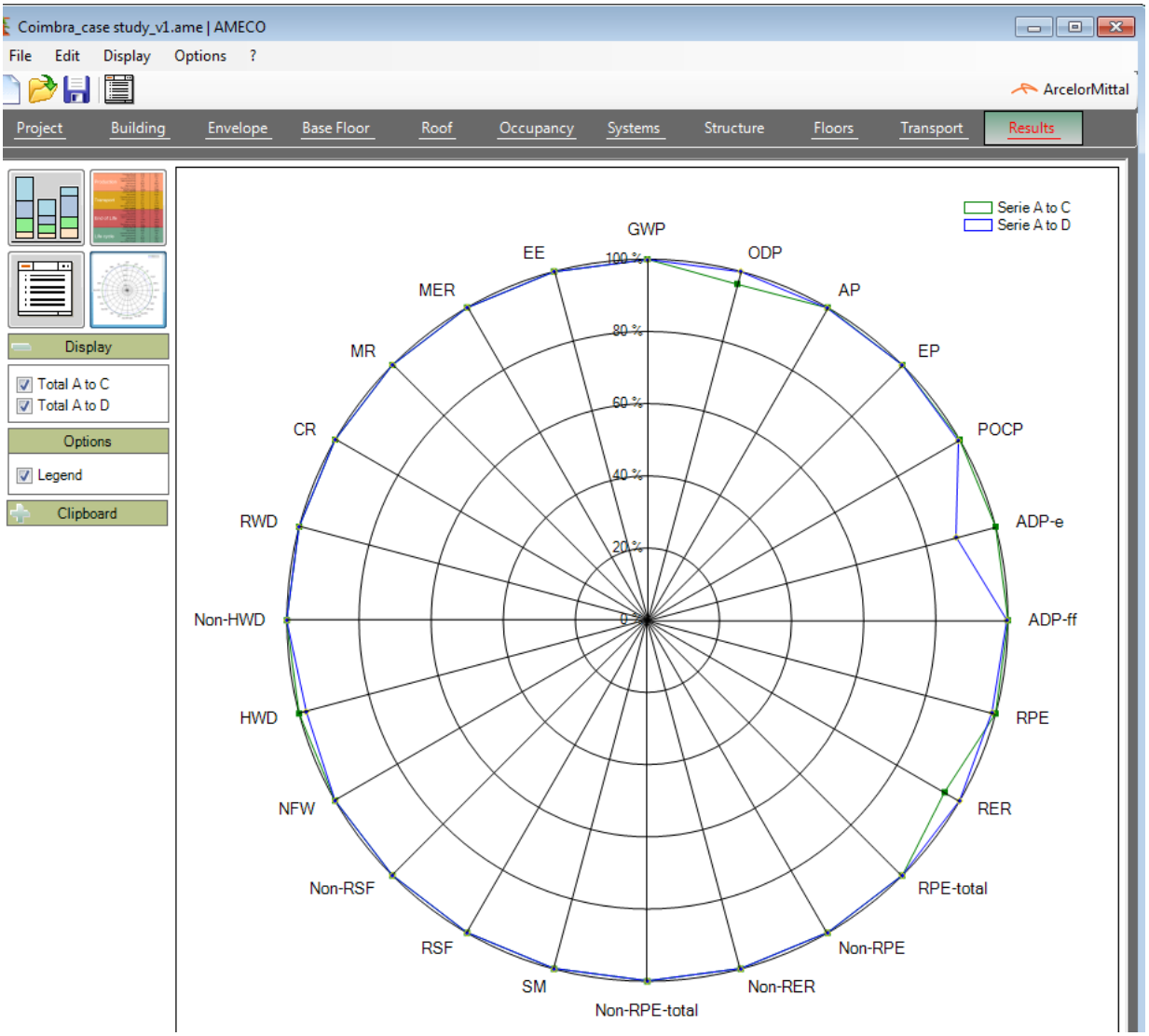


Building 1		ADP-e (tSbeq)
Module A	Concrete of floors	8.57E-05
	Steel sheets	2.85E-04
	Steel reinforcement	0.00E00
	Steel beams	-4.24E-04
	Steel columns	-8.49E-04
	Steel studs and bolts	-1.26E-06
	Plate Connections	0.00E00
	Transport	2.65E-07
	Macro-component	3.25E-04
	Module A	**-5.78E-04**
Module B	Energy need for space heating	6.41E-05
	Energy need for space cooling	1.65E-03
	Energy need for DHW production	4.28E-04
	Module B	**2.14E-03**
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
	Module C	**8.61E-06**
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
	Module D	**-1.20E-04**
	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 polarnim grafikonom

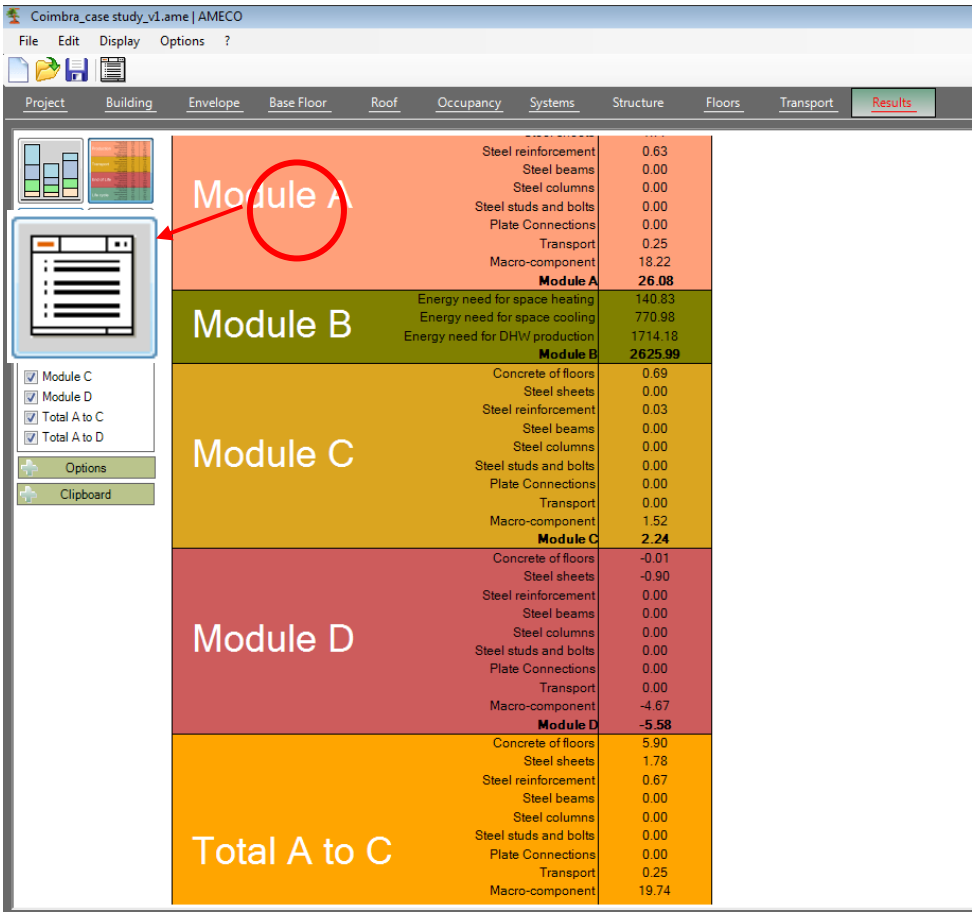
Za prikaz rezultatov ima uporabnik na voljo tudi polarni grafikon. Na grafikonu so predstavljene vrednosti modulov od A do C in modulov od A do D, in sicer za vse kazalnike.



Slika 34: Polarni grafikon

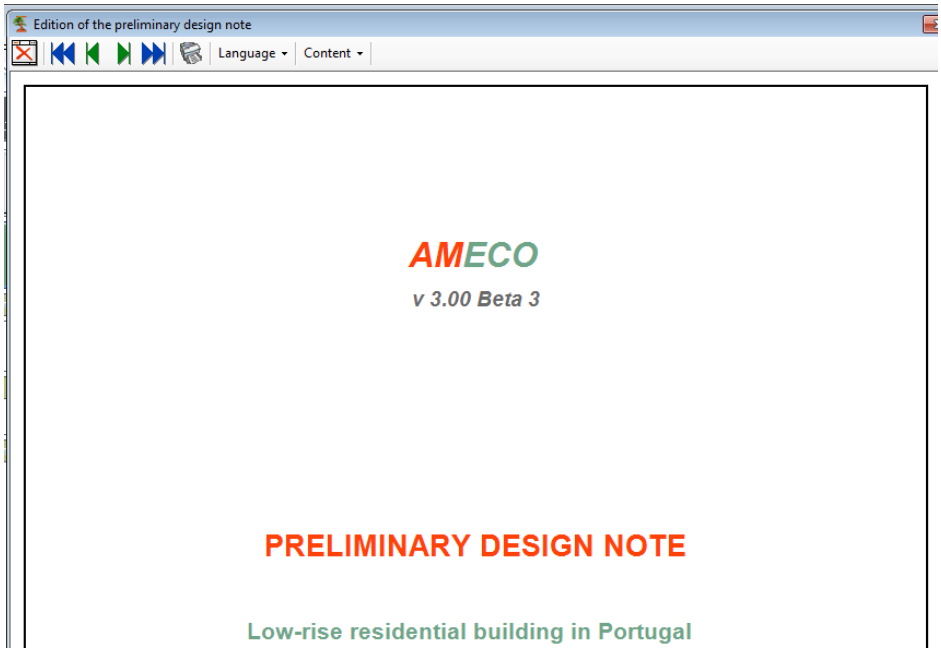
6.2.11.4 Računski list

Uporabnik lahko ustvari računski list, imenovan tudi “opis projektne zasnove” (angl. “preliminary design note”), z izbiro spodaj prikazane ikone, slika 35.



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 (tCO2eq)	26.08	2625.99	2.24	-5.58	2654.32	2648.73
ODP (tCFCeq)	1.70E-07	2.36E-06	1.50E-07	9.90E-08	2.68E-06	2.78E-06
AP (tSO2eq)	6.81E-02	1.24E01	5.44E-03	-1.74E-02	1.25E01	1.25E01
EP (tPO4eq)	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	-4.85E-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 m3)	28.44	10030.69	5.85	0.42	10064.99	10065.41
HWD (t)	4.56E-04	0.00E00	0.00E00	-9.15E-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 tCO2eq	Module B tCO2eq	Module C tCO2eq	Module D tCO2eq	Total A to C tCO2eq	Total A to D tCO2eq
Steel total	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
Concrete total	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
Use phase total	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
Transport	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25
Total impact of module	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.

Edition of the preliminary design note

Language Content

12/05/2014 Software use conditions apply 35 / 39

AMECO v 3.00 Beta 3

AC&CS

Residential LVS³ case study - Low-rise residential building in Portugal

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
2654.8	3673.3	0.0	4222.2	1429.9	11791.7
Heat Transfer by ventilation			Heat gains		
Ventilation			Glazed	Opaque	Internal
kWh/year			kWh/year	kWh/year	kWh/year
511.1			11668.0	1893.3	9365.2

Energy need for heating												
Qh,nd	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh	290.6	208.4	145.4	96.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	185.8	242.6
kWh/m²	1.5	1.1	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.2

Energy Breakdowns		
Building totals for heating		
Energy need	1169.5	kWh/year
	5.9	kWh/m²/year
Delivered energy	292.4	kWh/year
COP : 4	1.5	kWh/m²/year
Primary	84.8	kgoe/year
fconv : 0.29	0.4	kgoe/m²/year

Residential LVS³ case study 35/39 English Detailed sheet

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:

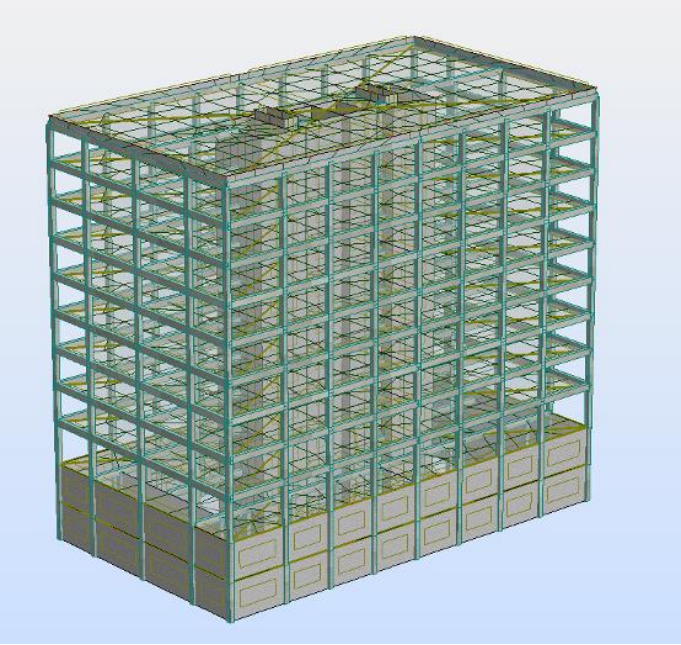
- sovprežna konstrukcija iz jekla in betona;
- betonska konstrukcija;
- optimizirana sovprežna konstrukcija iz jekla in betona (optimizacija temelji na uporabi principa okoljsko primerne zasnove oz. načrtovanju okolju primernejših proizvodov (angl. ECO-Design)).

Projekt konstrukcije je bil izveden s strani zunanjega projektivnega biroja v študiji pod okriljem ArcelorMittal. Dodatno je bil projekt pregledan s strani skupine neodvisnih strokovnjakov [4].

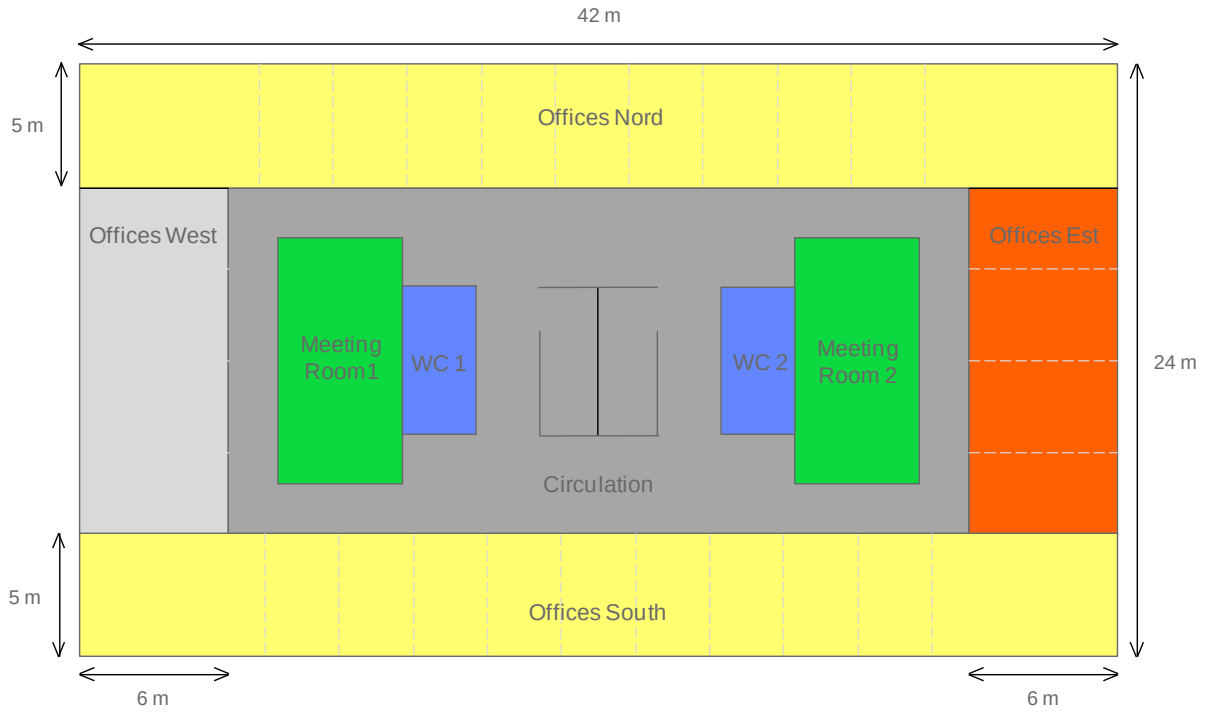
Vse tri obravnavane konfiguracije nosilne konstrukcije sodijo med najpogosteje uporabljene konstrukcijske tipe za poslovne stavbe v Evropi.

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 rezlikujejo 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 različice 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.

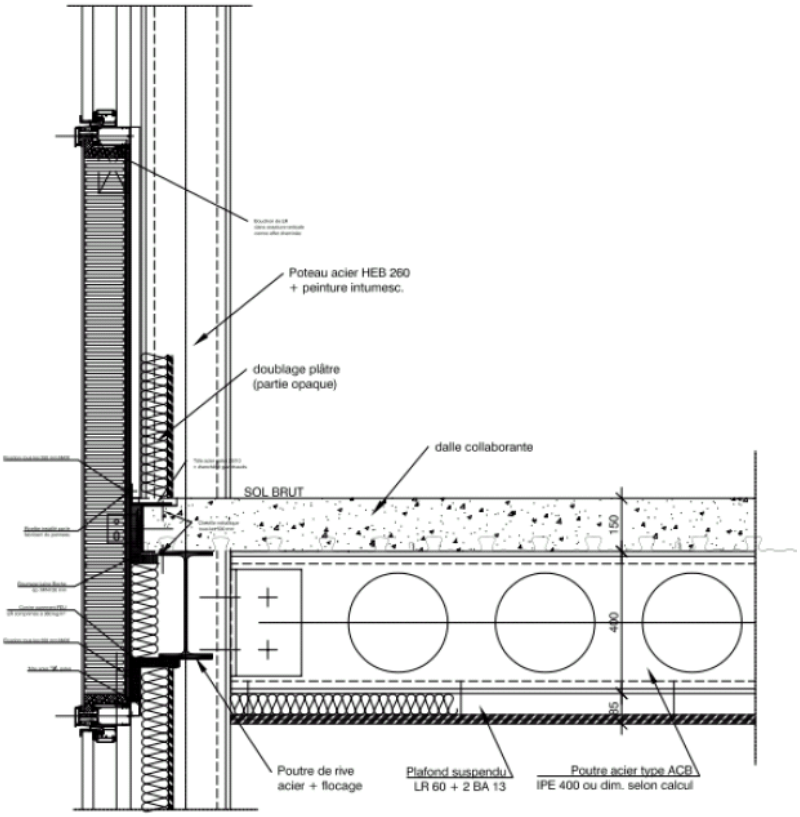
Stavbe so zasnovane za klimatsko območje mesta Pariz.

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: Detajl 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.

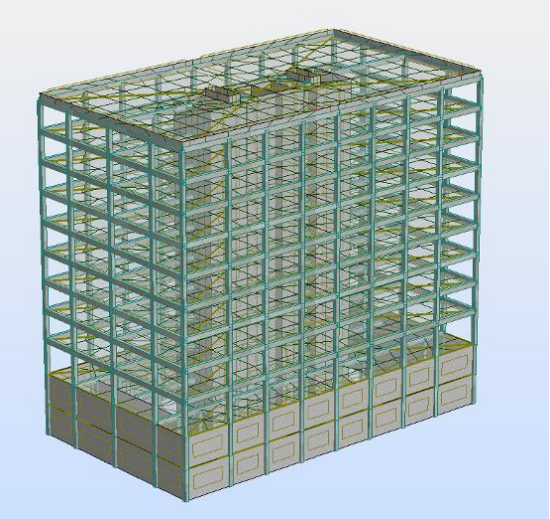
Konstrukcija je izvedena iz jeklenih prečk z odprtinami v stojini, jeklo S460, ki so z mozniki povezane z betonsko ploščo (sovprežen strop).

Sovprežen strop sestoji iz jeklene profilirane pločevine tipa COFRA+60 in betona C30/37.

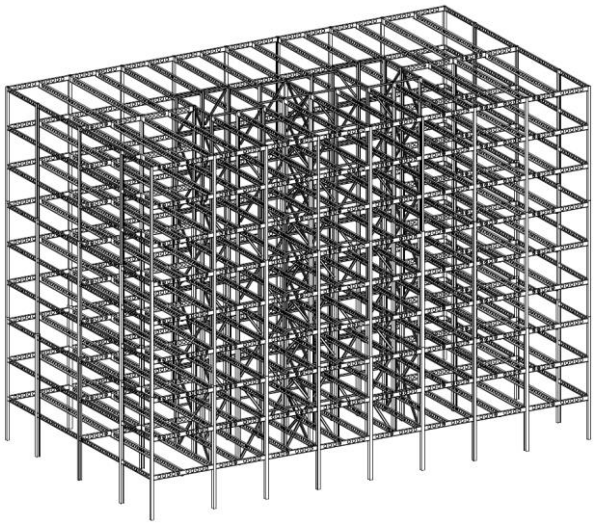
Jedro stavbe je iz jekla.

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 zmanjšanega 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**			
Vrednosti v tonah (t)	jekleni prerezi	jekleni spoji s pločevinami	beton C30/37	jeklena armatura	jekleni elementi	celotna višina	betonski strop	jeklena arm.
jeklo S355	239,9 t	14,994 t	-	-	70,6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16,56 t
beton	-	-	1199 t	59,1 t	-	240 mm + 70 mm bet. estriha	4688 t	16,56 t
jeklo S460	197,1 t	11,827 t	-	-	70,6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16,56 t
jekleno jedro	75,46 t	6,037 t	-	-	-	-	-	-
betonsko jedro	-	-	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

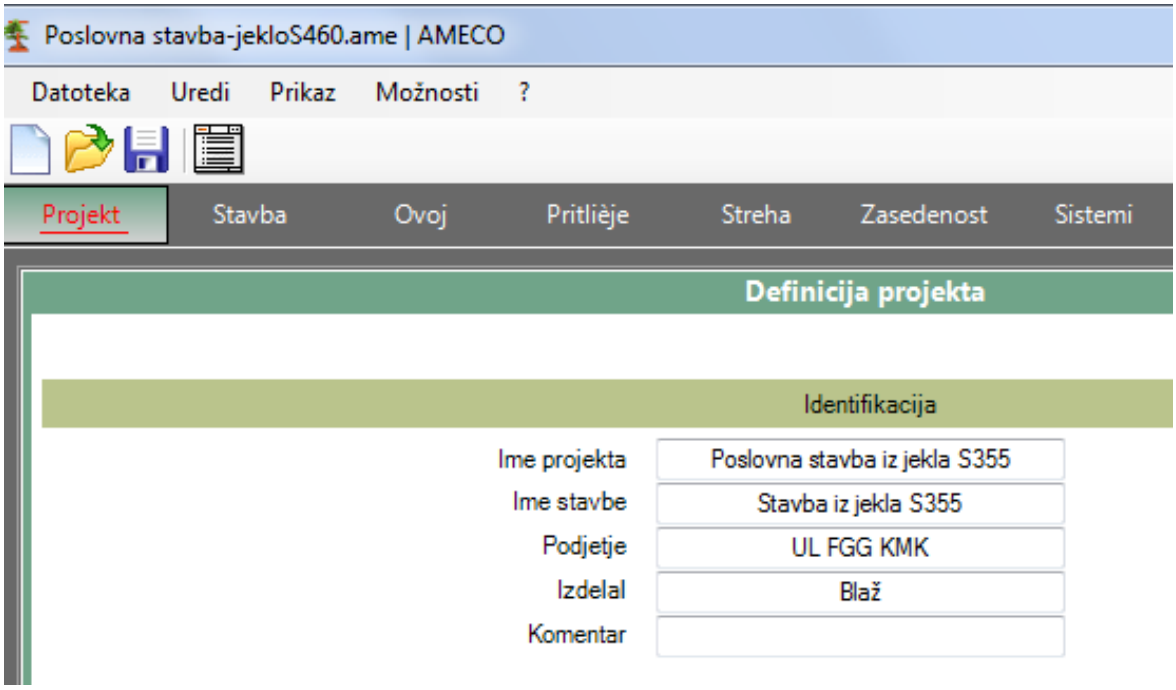
Gostota betona = 2500 kg/m^3

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



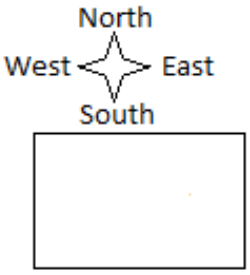
Vnos podatkov za stavbni ovoj (moduli A-C-D)

- Definicija splošnih podatkov stavbe:

Podatki o stavbi

Splošni parametri

Dolžina fasade sever-jug	42,4	m
Dolžina fasade vzhod-zahod	24,4	m
Višina etaže	3,4	m
Višina etaže do stropa	2,7	m
Število etaž	8	
Površina etaž	8276,48	m²
Celotna površina stavbe	9311	m²
Samo konstrukcija	Ne	
Vrsta stavbe	Poslovni prostori	



Lokacija

Država	France
Lokacija	Paris

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 | Pritličje | Streha | Zasedenost | Sistemi | Konstrukcija | Etaže | Transport | Rezultati

Definicija ovoja stavbe

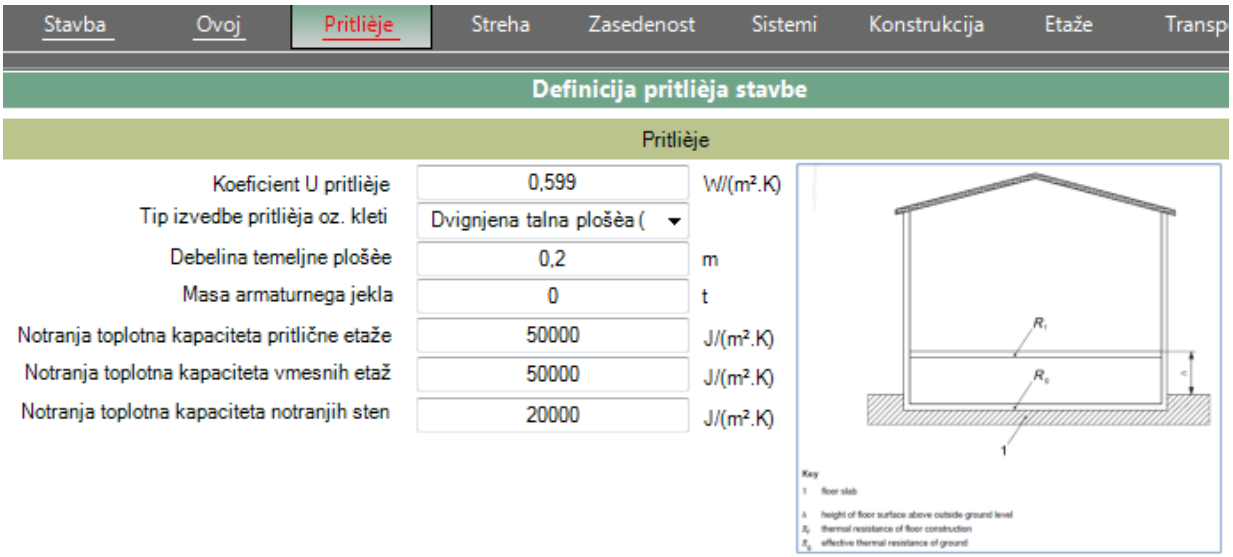
Fasada

Smer	Sever	Vzhod	Jug	Zahod	
Površina fasade	1297,44	746,64	1297,44	746,64	m²
Površina odprtin	30	30	30	30	%

Lastnosti fasade

Tip stene	Lahek jekleni fasadni panel (kamena volna)	
Vrednost U sten	0,296	W/(m².K)
Tip odprtine	Dvojna zasteklitev z nizko prepustnostjo (tip 1)	
Koeficient U za odprtine	1,7	W/(m².K)
Tip in barva senčila	Brez senčila	
Tip rolete	Brez rolet	

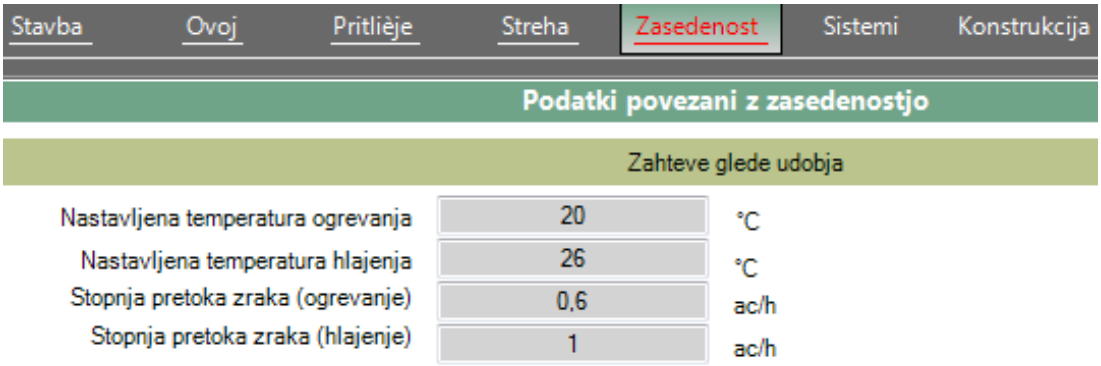
- Definicija talne plošče:



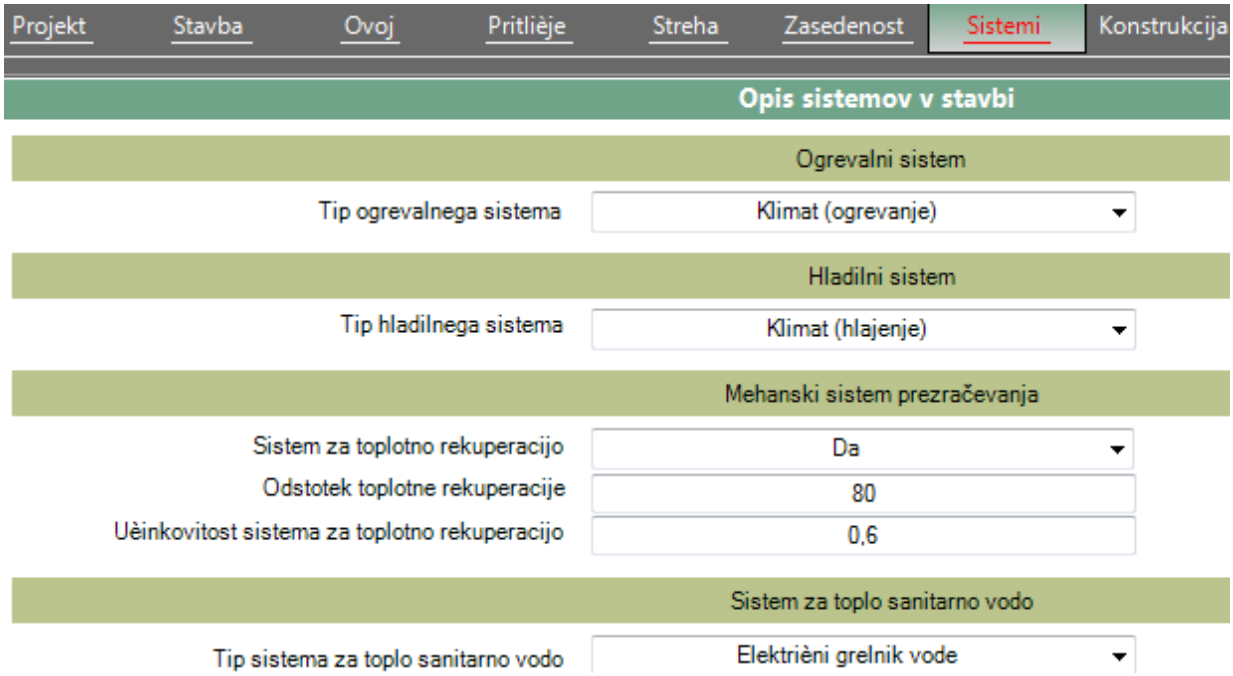
- Definicija strehe:

Vhodni podatki za fazo uporabe (modul B)

- Definicija zasedenosti stavbe:

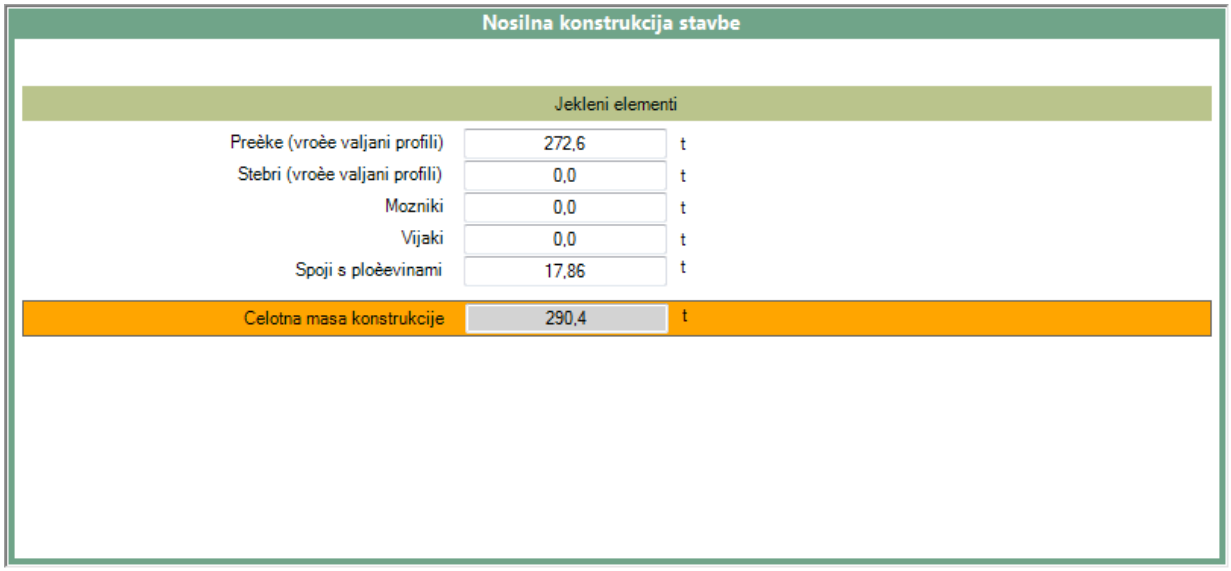


- Definicija v stavbo vgrajenih sistemov:



Splošni podatki o konstrukciji stavbe (moduli A-C-D)

- Opis nosilne konstrukcije:



- Opis konstrukcijskega sistema stropnih plošč:

Stropne plošče

Jekleni elementi		
Konstrukcijski sistem plošče	Sovprežna strop	
Profilirana jeklena ploèevina	Cofraplus 60	
Debelina ploèevine	0,750	mm
Masa ploèevine na m2 tal	8,53	kg/m²
Masa profilirane ploèevine za stavbo	70,6	t
Najmanjša debelina stropne plošèe	100	mm
Betonski elementi		
Celotna debelina stropne plošèe	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
Celotna masa plošè	2805	t

Podatki v zvezi s transportom elementov (modul A)

Stavba | Ovoj | Pritlièje | Streha | Zasedenost | Sistemi | Konstrukcija | Etaže | Transport

Parametri transporta

Jekleni elementi		
Celotna kolièina transportiranega jekla	361,0	t
Vrednosti za vplive transporta	Uporabniško doloèe	
Masa pripeljana z elektriènim vlakom	0,0	t
Razdalja	0,0	km
Masa pripeljana z obièajnimi tovornjaki	361,0	t
Razdalja	500	km
Betonski elementi		
Celotna kolièina pripeljanega betona	2735	t
Beton izdelan na gradbišèu	2735	t
Razdalja prevoza s tovornjaki za prevoz betona	50,0	km
Prefabriciran beton	0,0	t
Razdalja prevoza z obièajnimi tovornjaki	0,0	km

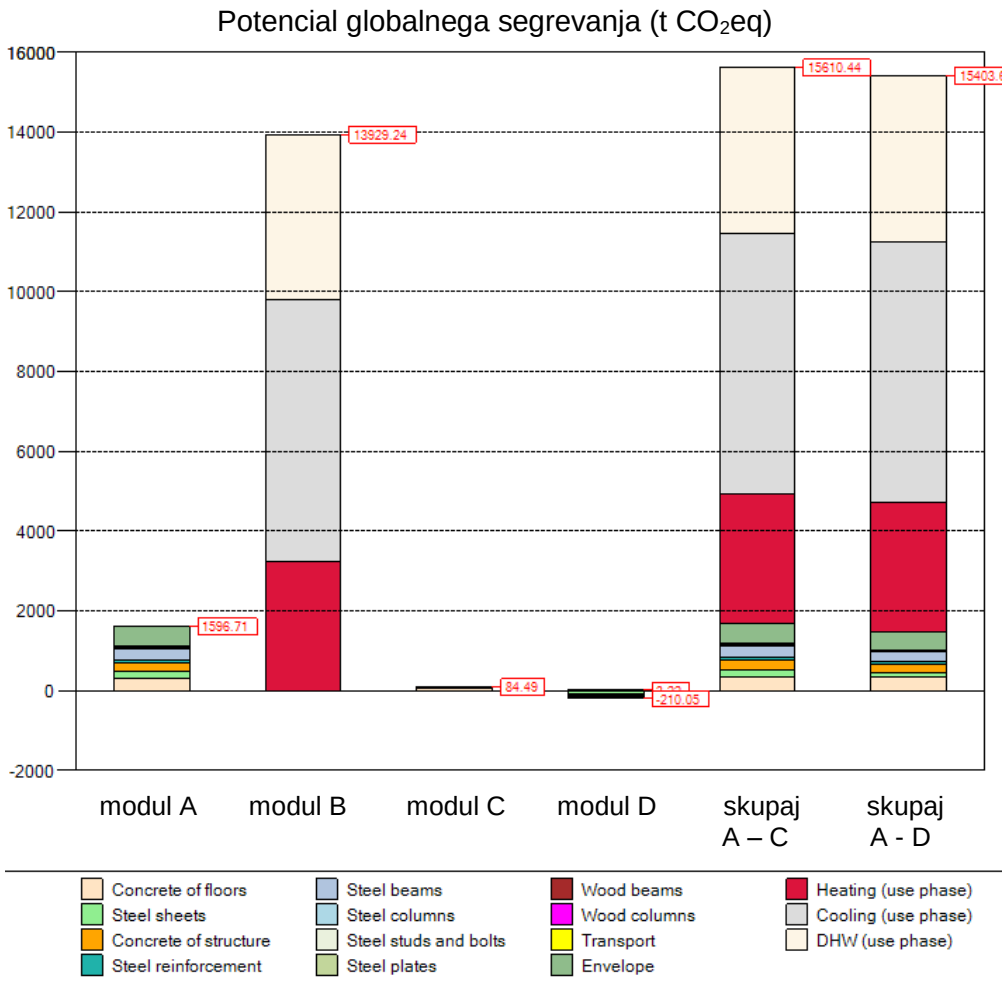
7.1.3.2 Rezultati izračuna v programu AMECO3

Stavba 1: jeklo S355 – betonsko jedro

Podroben prikaz rezultatov za potencial globalnega segrevanja (t CO_2ek):

Poslovna stavba izvedena v jeklu S355	Modul A tCO_2ek	Modul B tCO2ek	Modul C tCO2ek	Modul D tCO2ek	Skupaj od A do C tCO2ek	Skupaj od A do D tCO2ek
Jeklo skupaj	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
Beton skupaj	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
Ovoj	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
Celotna faza uporabe	0	13929.24	0	0	13929.24	13929.24
ogrevanje	0	3233.37	0		3233.37	3233.37
hlajenje	0	6543.84	0		6543.84	6543.84
DWH	0	4152.03	0		4152.03	4152.03
Transport	36.78	0	0		36.78	36.78
Celoten vpliv modula	**1596.71**	**13929.24**	**84.48**	**-206.83**	**15610.43**	**15403.6**

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_2ek):



Stavba 2: betonska skeletna konstrukcija in betonsko jedro

Podroben prikaz rezultatov za potencial globalnega segrevanja (t CO_2ek):

Betonska konstrukcija poslovne stavbe	Modul A tCO_2ek	Modul B tCO2ek	Modul C tCO2ek	Modul D tCO2ek	Skupaj od A do C tCO2ek	Skupaj od A do D tCO2ek
Jeklo skupaj	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
Beton skupaj	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
Ovoj	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
Celotna faza uporabe	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
Transport	60.56	0	0	0	60.56	60.56
Celoten vpliv modula	**1757.55**	**13929.24**	**156.54**	**-53.28**	**15843.33**	**15790.05**

Stavba 3: jeklo S460 za endoskelet in jedro

Podroben prikaz rezultatov za potencial globalnega segrevanja (t CO2ek):

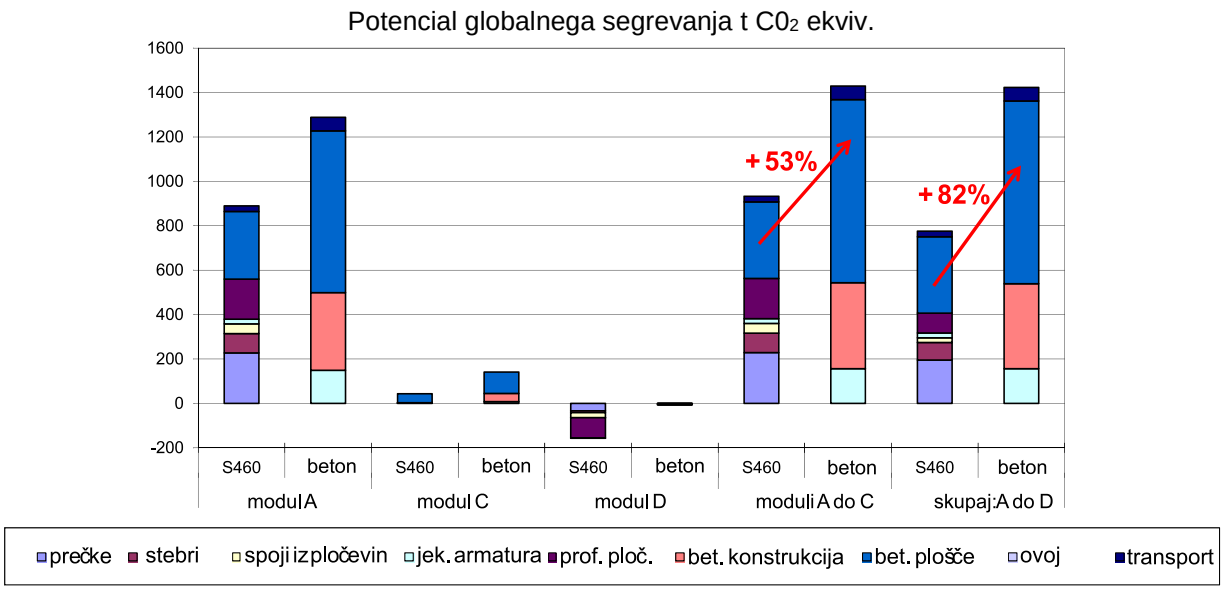
Poslovna stavba izvedena v jeklu S460	Modul A tCO_2ek	Modul B tCO2ek	Modul C tCO2ek	Modul D tCO2ek	Skupaj od A do C tCO2ek	Skupaj od A do D tCO2ek
Jeklo skupaj	559.6	0	3.15	-160.09	562.75	402.66
prečke	227.51	0	1.13	-33.44	228.64	195.2
stebri	87.1	0	0.43	-12.8	87.53	74.73
spoji s pločevinami	43.91	0	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
Beton skupaj	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
Ovoj	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
Celotna faza uporabe	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
Transport	25.31	0	0	0	25.31	25.31
Celoten vpliv modula	**1379.48**	**13929.24**	**59.9**	**-215.4**	**15368.62**	**15153.22**

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_2 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.

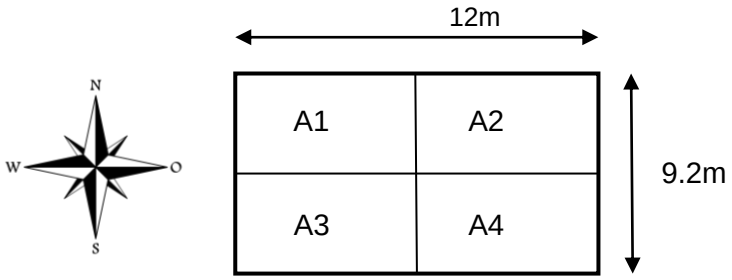
Enak zaključek velja za uporabo visokovrednega jekla. Zmanjšanje potrebnega materiala v sovprežnih konstrukcijah pomeni manjši vpliv na okolje.

7.2 Stanovanjska stavba – stanovanjska hiša Casa Buna v Romuniji

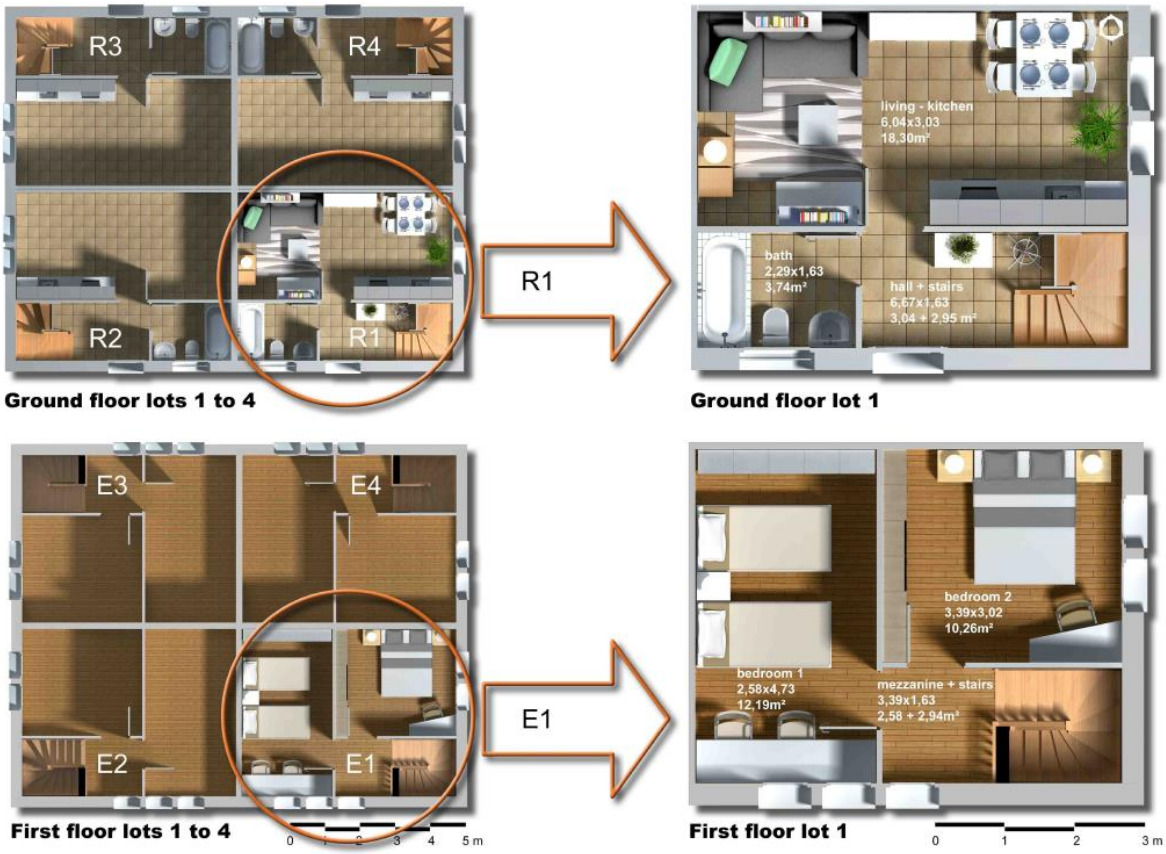
7.2.1 Opis stavbe

Koncept hiše Casa Buna predstavlja 4 družinsko stanovanjsko hišo v Romuniji.

Hiša Casa Buna je razdeljena na 4 stanovanja s po 55m² 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.

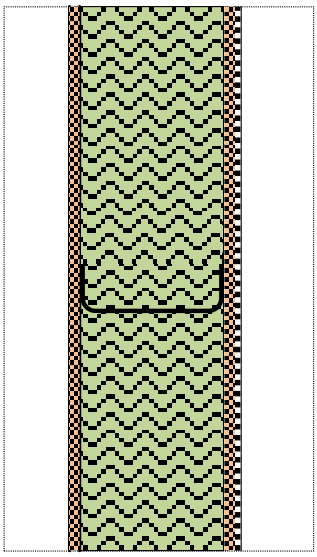


V spodnji preglednici so navedene površine ovoja stavbe (stene in zasteklitev).

	sever/jug [m²]	zahod/vzhod [m²]	skupaj [m²]
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.

zidovi	0,30	W/m^2·K
ravna streha	0,37	W/m^2·K
okna	1,70	W/m^2·K
talna plošča	0,60	W/m^2·K

Prav tako je v programu potrebno podati toplotno kapaciteto atažnih stropov in notranjih sten. Podatki za izračun omenjenih vrednosti so prikazani v spodnji preglednici.

talna plošča **0,2 m betona + ploščice**	74324	J/m²K
vnesna etaža **linolej + OSB + jeklene profilirana pločevina + zračna plast + mavčno kartonske plošče**	32447	J/m²K
notranje stene **mavčno kartonske plošče + steklena volna + LSF + mavčno kartonske plošče**	13081	J/m²K

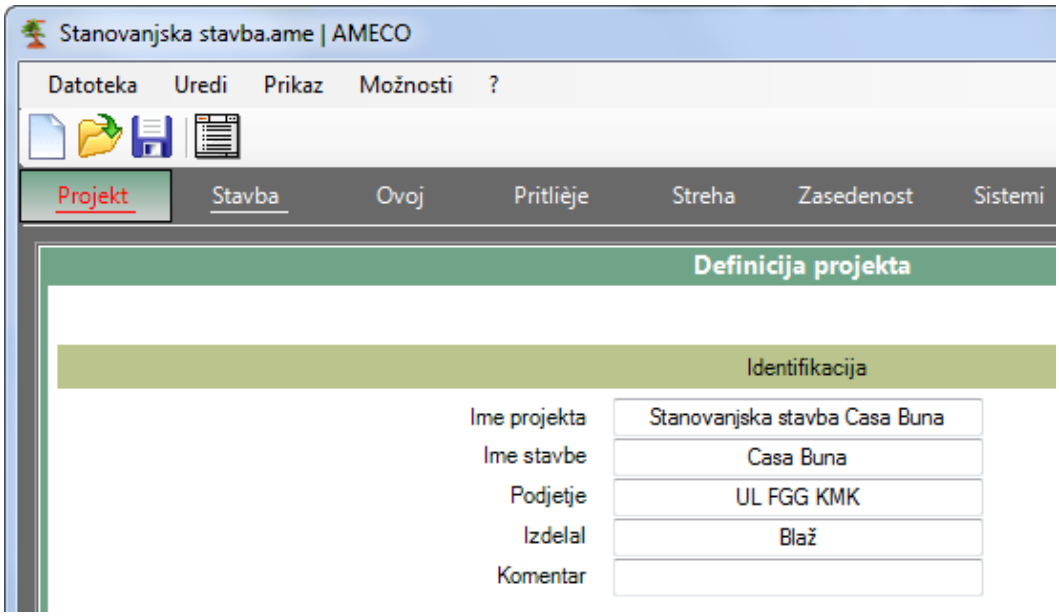
Za potrebe ogrevanja in hlajenja je uporabljen klimat, z nastavljeno temperaturo 20 oziroma 25°C za ogrevanje in hlajenje. Poleg tega ima stavba vgrajeno naravno prezračevanje. Sistem za oskrbo s toplo sanitarno vodo temelji na električnemu grelcu (električni bojler) z 90 % izkoristkom.

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.

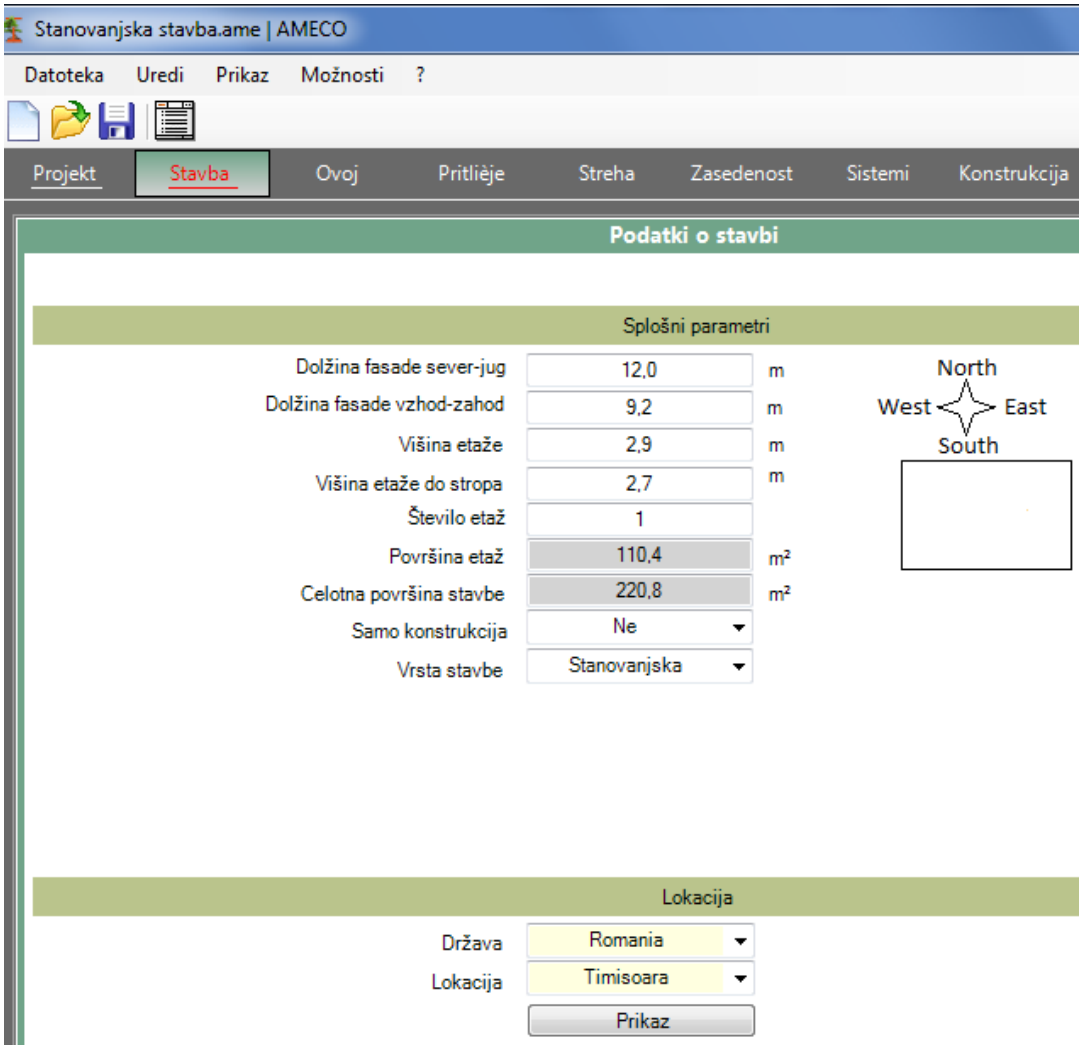
V izračunu porabe energije so upoštevane dodatne toplotne izgube zaradi vgrajenih toplotnih mostov.

7.2.2 Vhodni podatki v programu AMECO3

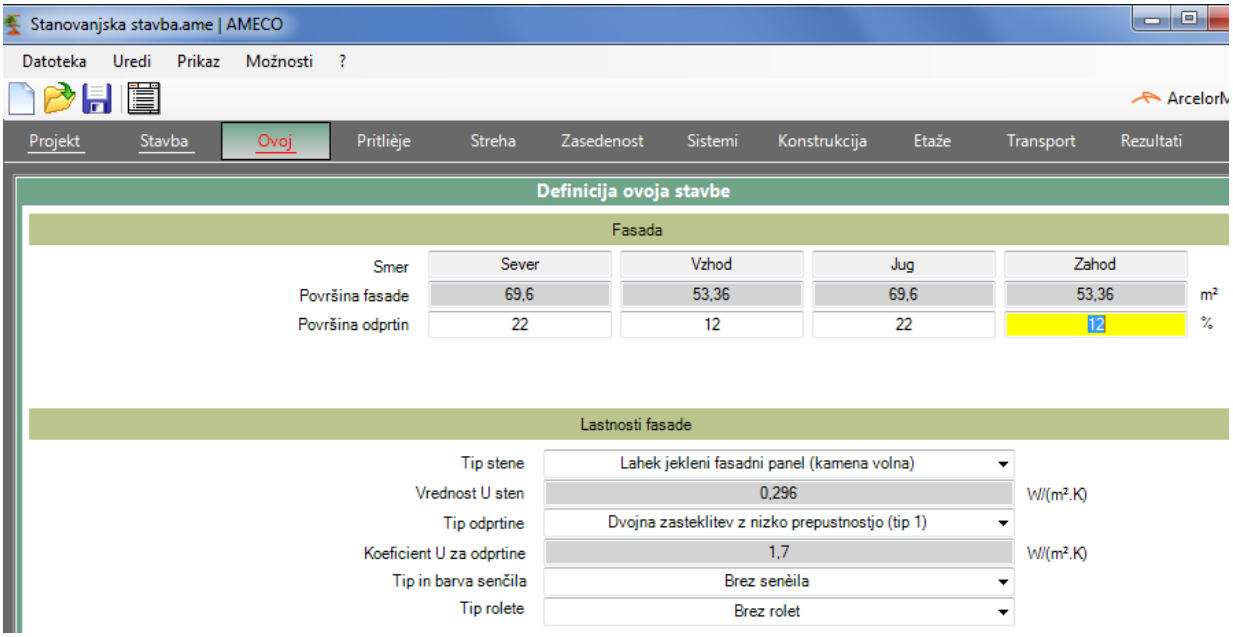
7.2.2.1 Splošni podatki stanovanjske stavbe v programu AMECO3

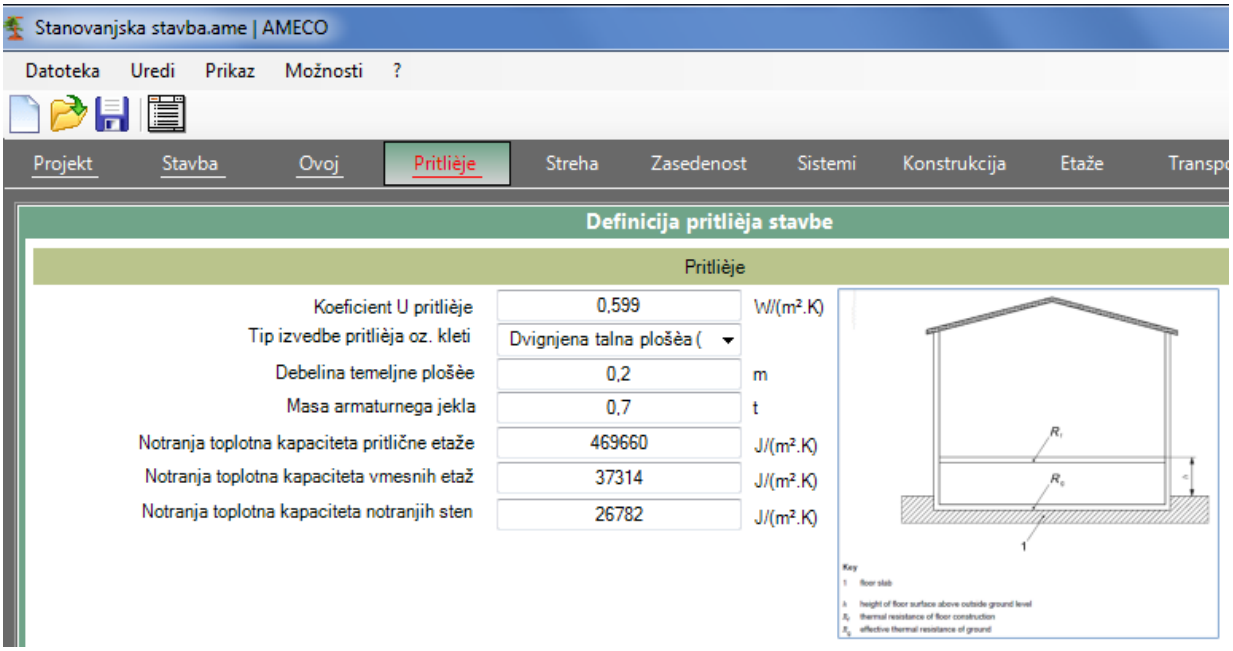


7.2.2.2 Geometrijski podatki stavbe (moduli A-C-D)

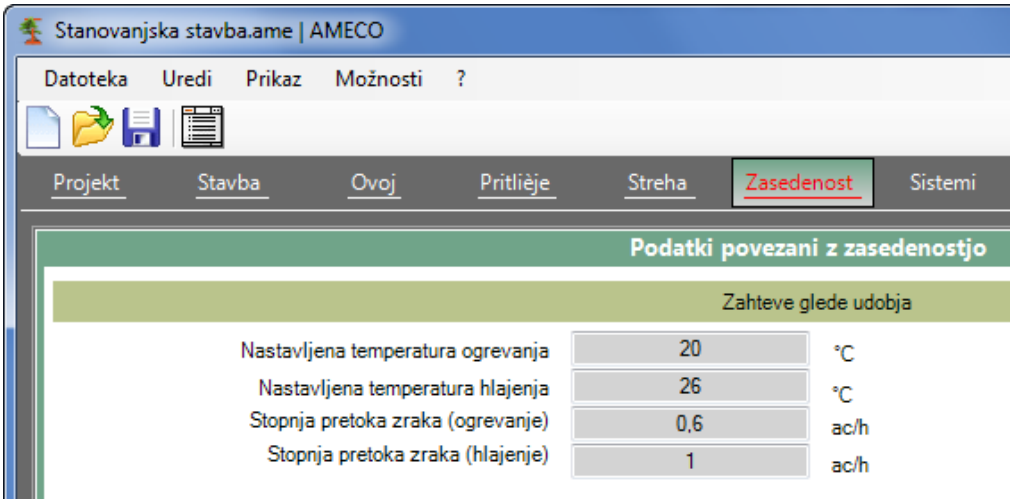


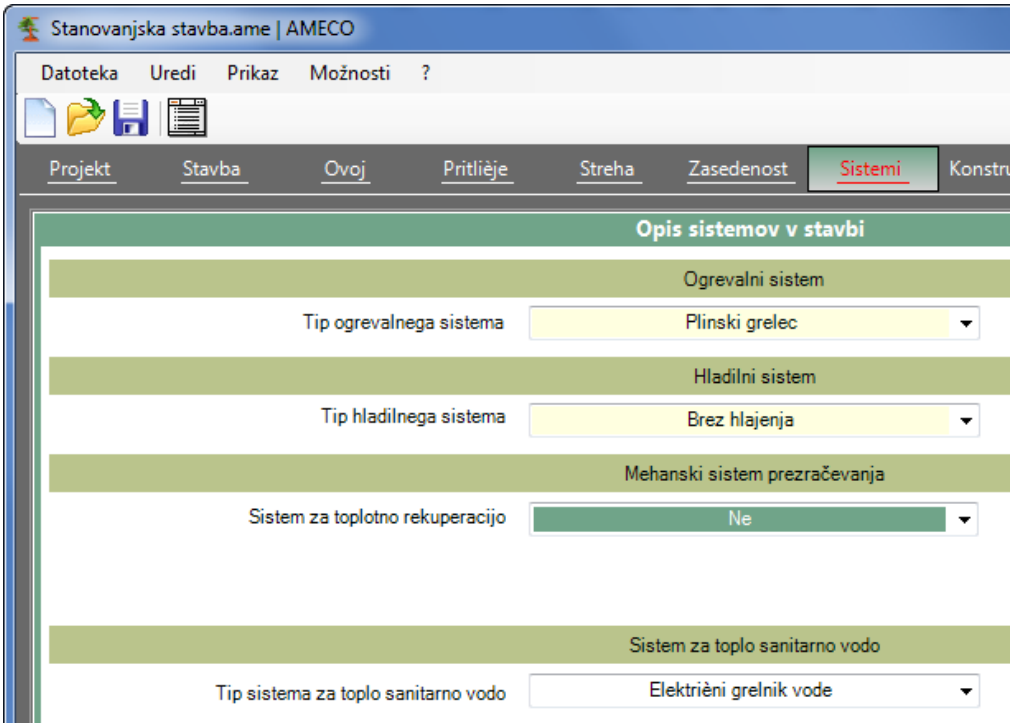
7.2.2.3 Vhodni podatki za komponente stavbe (moduli A-B-C-D)



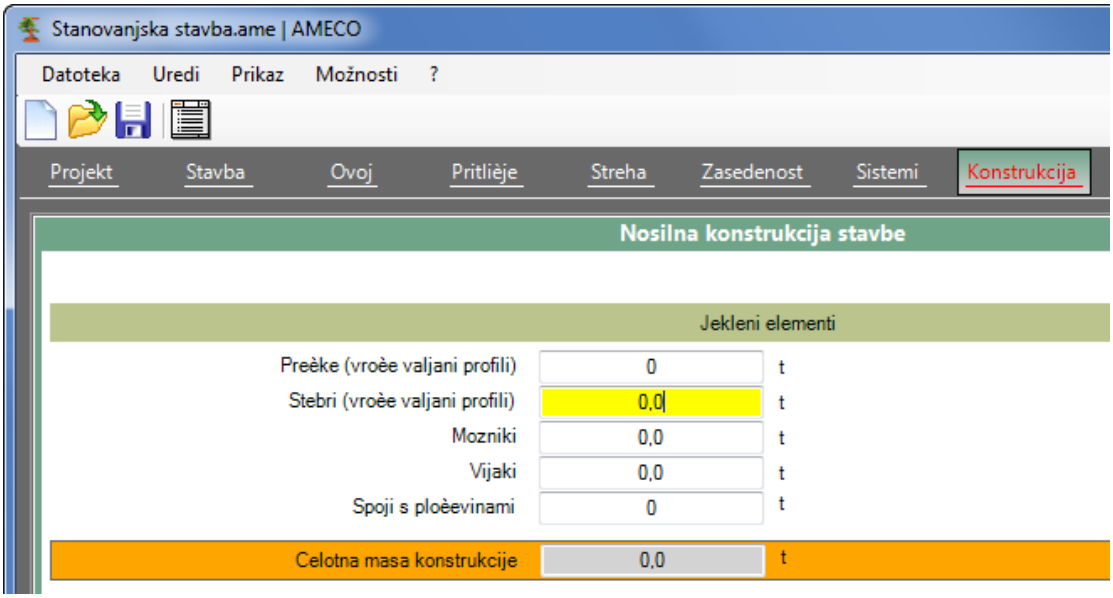


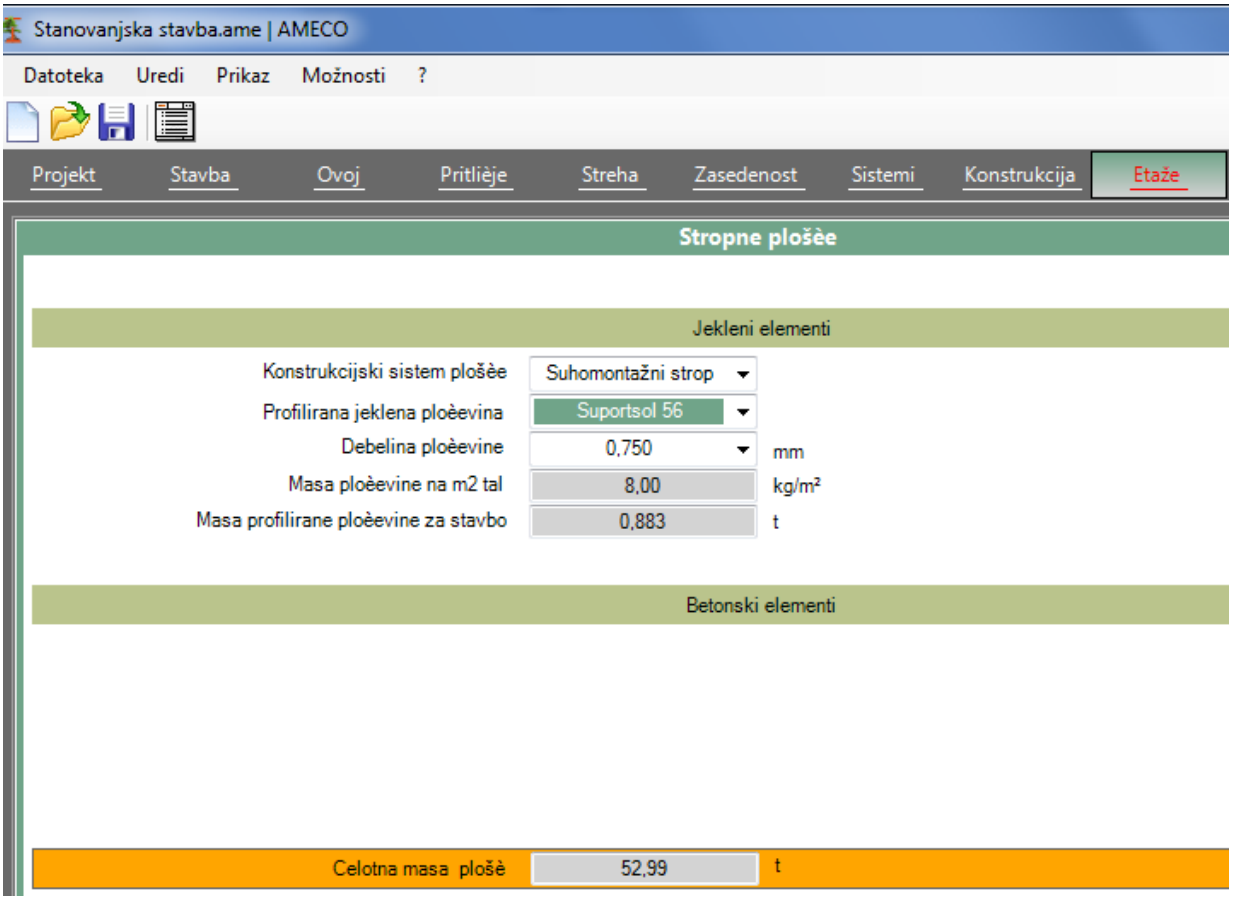
7.2.2.4 Vhodni podatki za fazo uporabe (modul B)



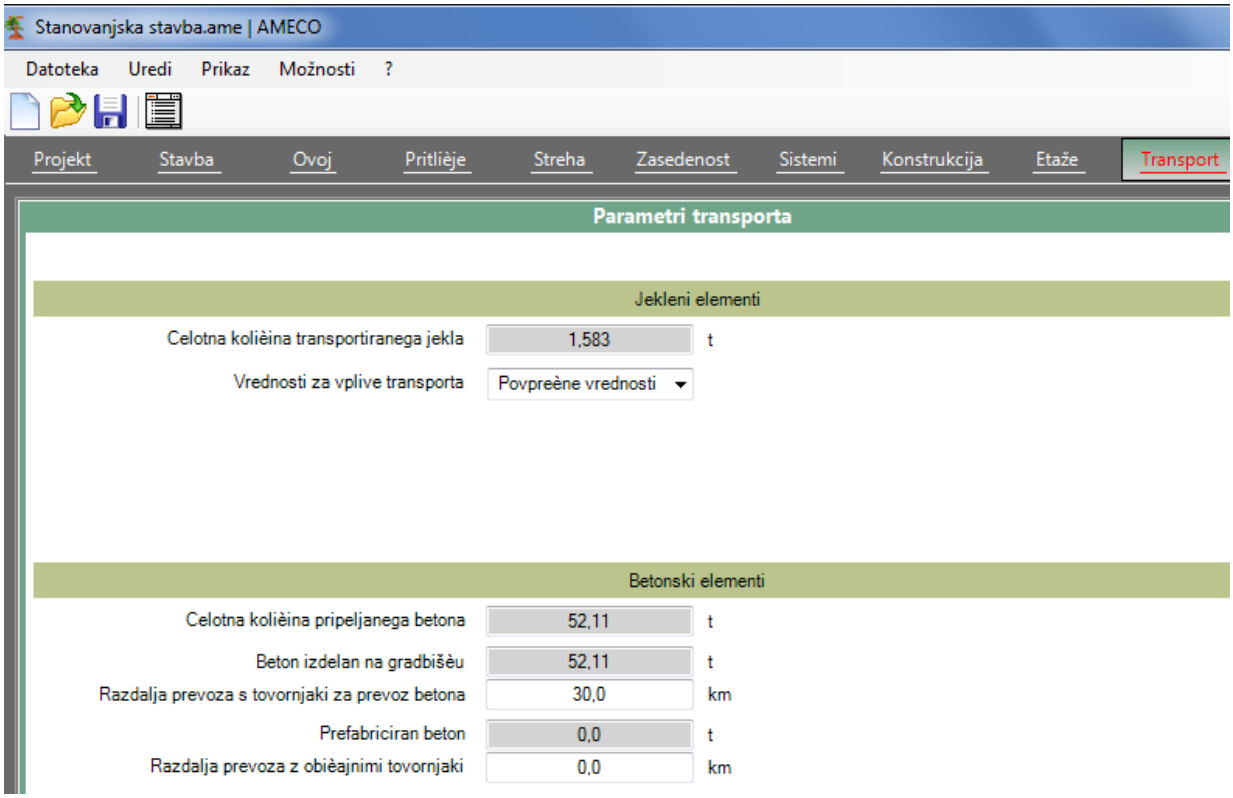


7.2.2.5 Splošni podatki za nosilno konstrukcijo stavbe (moduli A-C-D)





7.2.2.6 Podatki o transportu elementov (modul A)



7.2.3 Rezultati izračuna v programu AMECO3

Spodaj je prikazana preglednica s povzetkom rezultatov za vse upoštevane kategorije okoljskih vpolivov za celotni življenjski cikel stavbe CasaBuna.

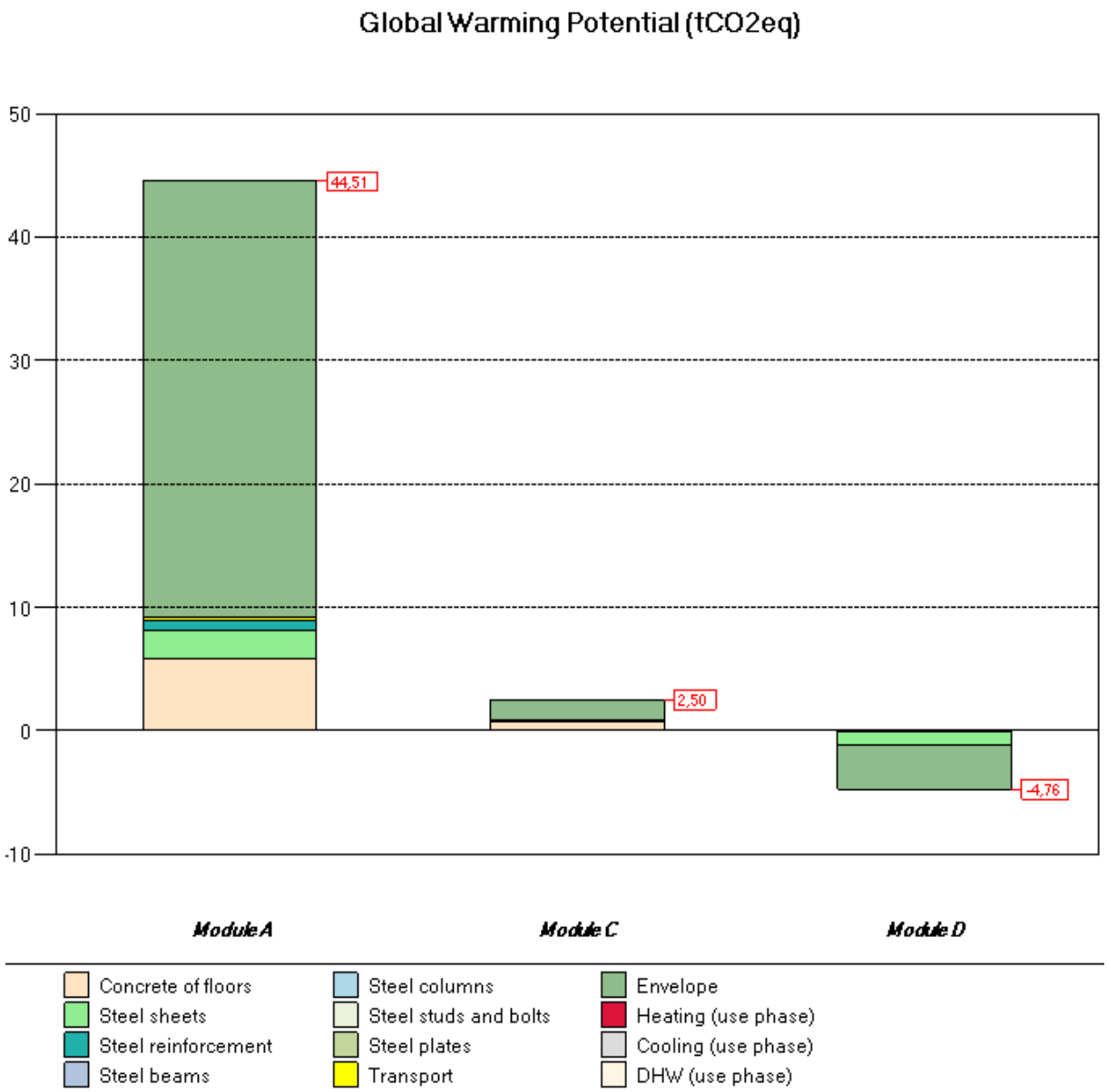
Synthesis of results for CasaBuna dwelling

	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO2eq)	42.62	3705.56	2.50	-5.20	3750.68	3745.47
ODP (tCFCeq)	5.40E-07	1.92E-06	1.68E-07	1.04E-07	2.63E-06	2.73E-06
AP (tSO2eq)	1.68E-01	1.48E01	6.82E-03	-1.54E-02	1.50E01	1.50E01
EP (tPO4eq)	1.60E-02	7.56E-01	1.80E-03	-5.05E-04	7.74E-01	7.74E-01
POCP (tEtheneeq)	1.66E-02	1.88E00	1.19E-03	-3.06E-03	1.90E00	1.90E00
ADP-e (tSbeq)	8.55E-05	7.15E-04	1.06E-06	-4.81E-05	8.02E-04	7.54E-04
ADP-ff (GJ NCV)	425.87	230888.89	19.13	-81.51	231333.89	231252.38
RPE (GJ NCV)	304.22	6191.49	3.87	-70.42	6499.58	6429.16
RER (GJ NCV)	81.29	0.00	0.25	1.96	81.53	83.49
RPE-total (GJ NCV)	7.11	6191.49	0.35	0.59	6198.95	6199.54
Non-RPE (GJ NCV)	138.18	38193.48	17.25	-11.15	38348.92	38337.77
Non-RER (GJ NCV)	0.66	192789.01	0.00	0.00	192789.67	192789.67
Non-RPE-total (GJ NCV)	138.85	230982.49	17.25	-11.15	231138.59	231127.44
SM (t)	52.68	0.00	0.00	0.00	52.68	52.68
RSF (GJ NCV)	1.79	1.98	0.00	0.00	3.77	3.77
Non-RSF (GJ NCV)	18.87	20.80	0.00	0.00	39.67	39.67
NFW (1000 m3)	1281.53	8049.61	139.52	-29.94	9470.66	9440.73
HWD (t)	5.94E-04	0.00E00	0.00E00	-1.17E-05	5.94E-04	5.82E-04
Non-HWD (t)	38.17	8431.51	1.25	-3.07	8470.93	8467.86
RWD (t)	3.11E-03	5.45E00	3.91E-06	-3.93E-04	5.45E00	5.45E00
CR (t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MR (t)	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.76
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

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.

CasaBuna dwelling		GWP (tCO2eq)
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
	Module A	**42.62**
Module B	Energy need for space heating	1922.38
	Energy need for space cooling	0.00
	Energy need for DHW production	1783.18
	Module B	**3705.56**
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
	Module C	**2.50**
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
	Module D	**-5.20**
Total A to C	**Total A to C**	**3750.68**
Total A to D	**Total A to D**	**3745.47**

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.



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 Transfer by ventilation

Ventilation	Heat gains: Glazed	Heat gains: Opaque	Heat gains: Internal
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year
8963.6	14064.4	783.0	10757.0

Energy need for heating

Qh,nd	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/m²	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/m²/year
Delivered energy	3970.4	kWh/year
COP : 0.87	18.0	kWh/m²/year
Primary	341.5	kgoe/year
fconv : 0.086	1.5	kgoe/m²/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

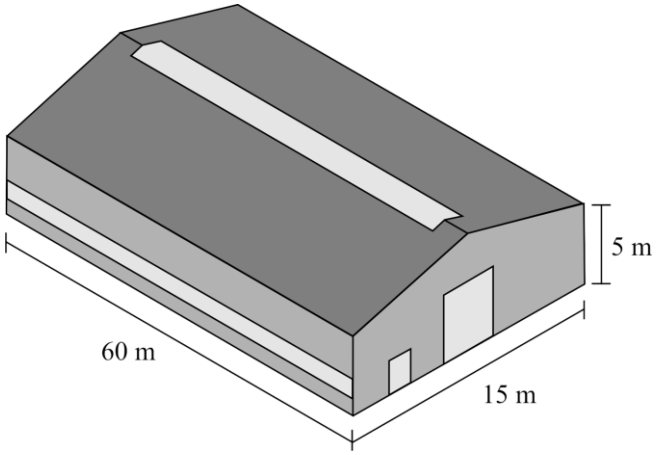
Namen študije je izračun in primerjava okoljskih vplivov industrijskega objekta izvedenega v dveh različicah konstrukcijskega sistema:

- 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.

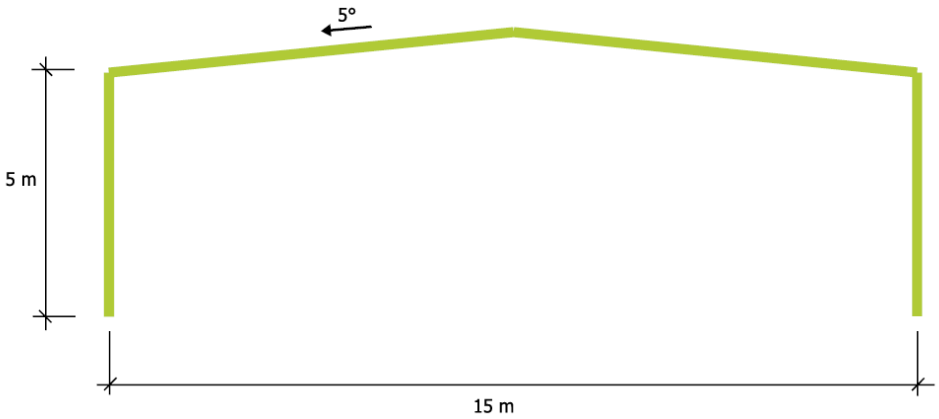
7.3.2 Opis stavbe

Enoetažna industrijska hala površine 900 m² 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/m³
stebri	primaren : IPE400 sekundaren : HEA480	primaren : IPE400 sekundaren : HEA480	betonski prerez 0,4x0,4m C30/37
			armatura BSt500 108,1 kg/m³

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 vplivov.

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/m2.K
streha	0,31	W/m2.K
okna	2,6	W/m2.K
pritličje	0,44	W/m2.K

Vrednosti toplotne kapacitete elementov ovoja so predstavljene v spodnji preglednici:

Talna plošča 0,2 m beton	460000	J/m²K
vmesna etaža	0	J/m²K
zunanje stene	0	J/m²K

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.

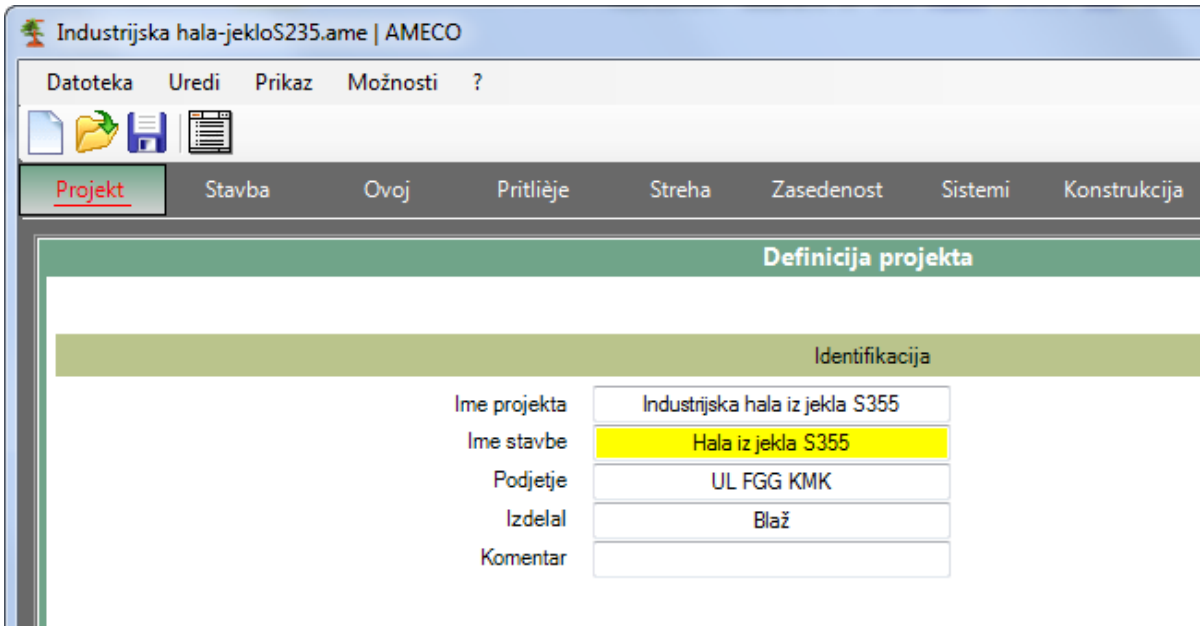
7.3.6 Osnovne predpostavke

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.

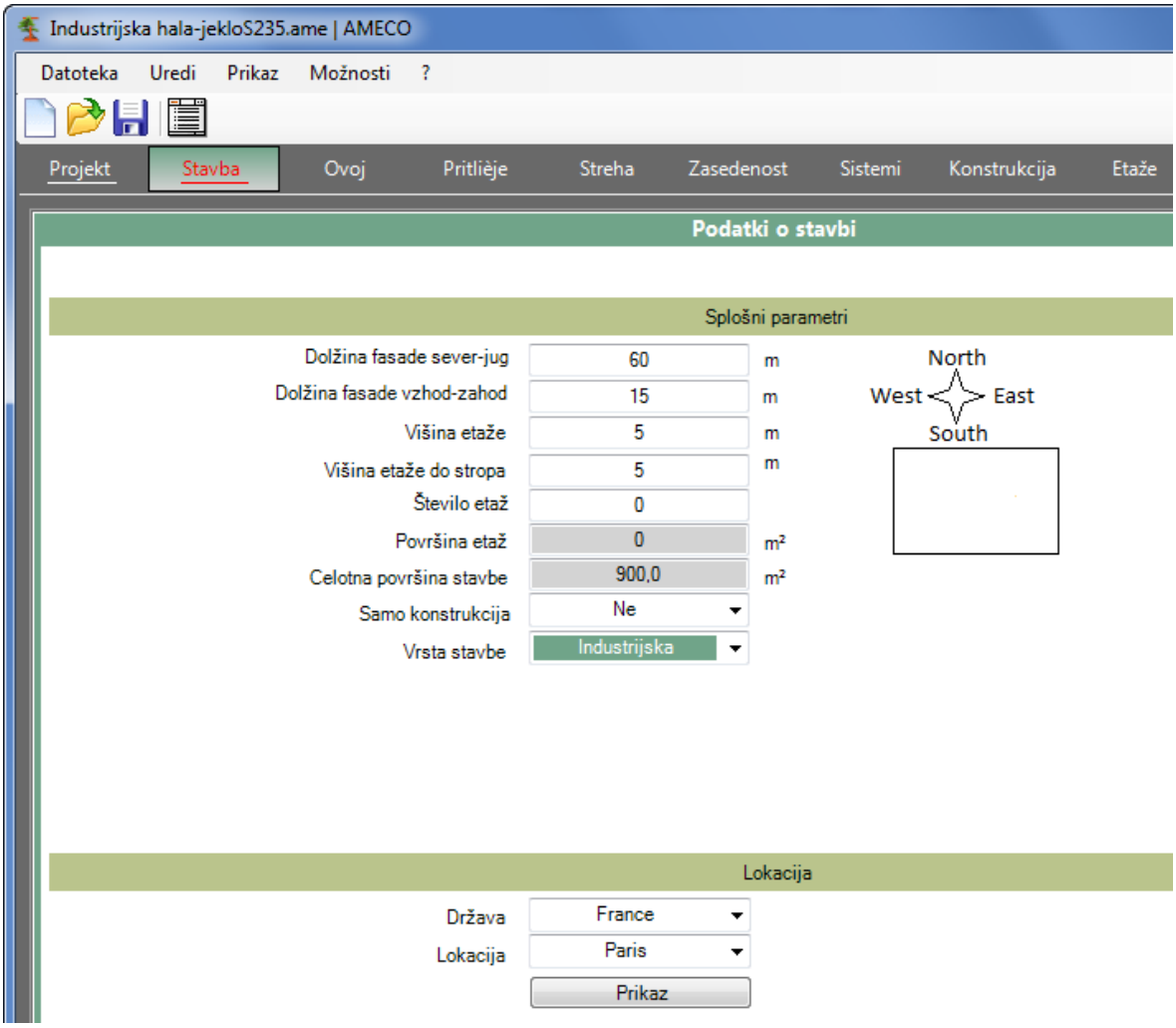
V izračunu porabe energije so upoštevane dodatne toplotne izgube zaradi vgrajenih toplotnih mostov.

7.3.7 Vhodni podatki v programu AMECO3

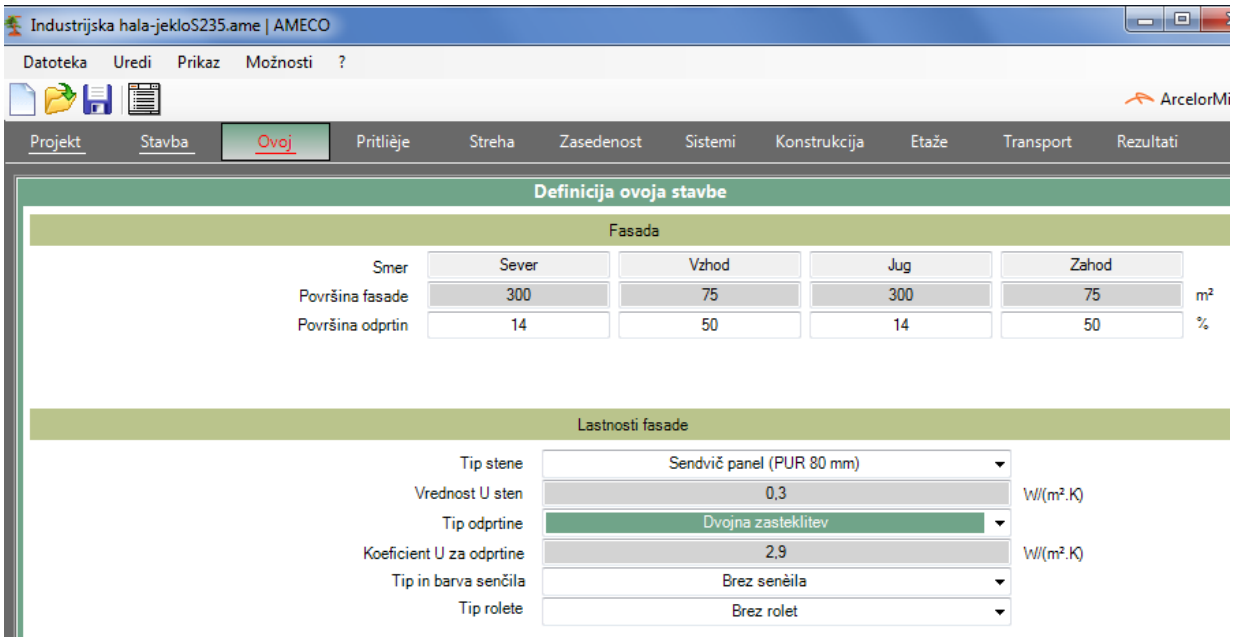
7.3.7.1 Splošni podatki za industrijsko stavbo v programu AMECO3

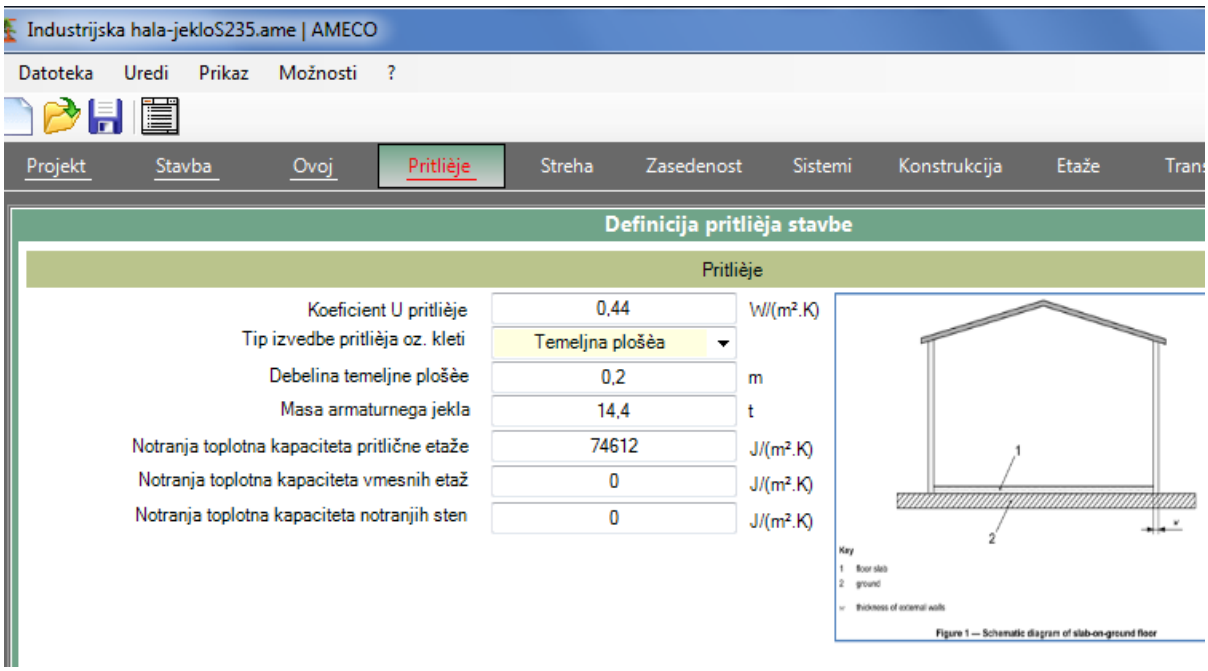


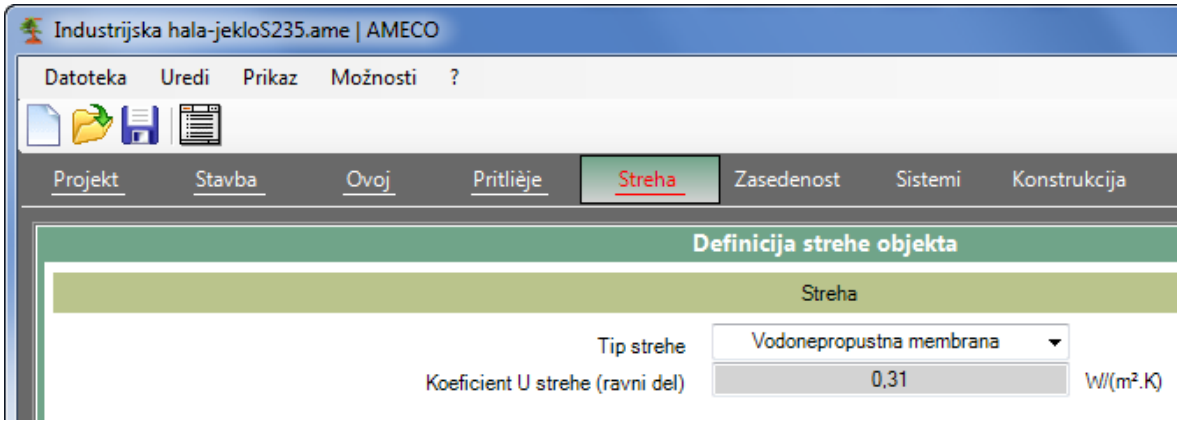
7.3.7.2 Geometrijski podatki objekta (Modules A-C-D)



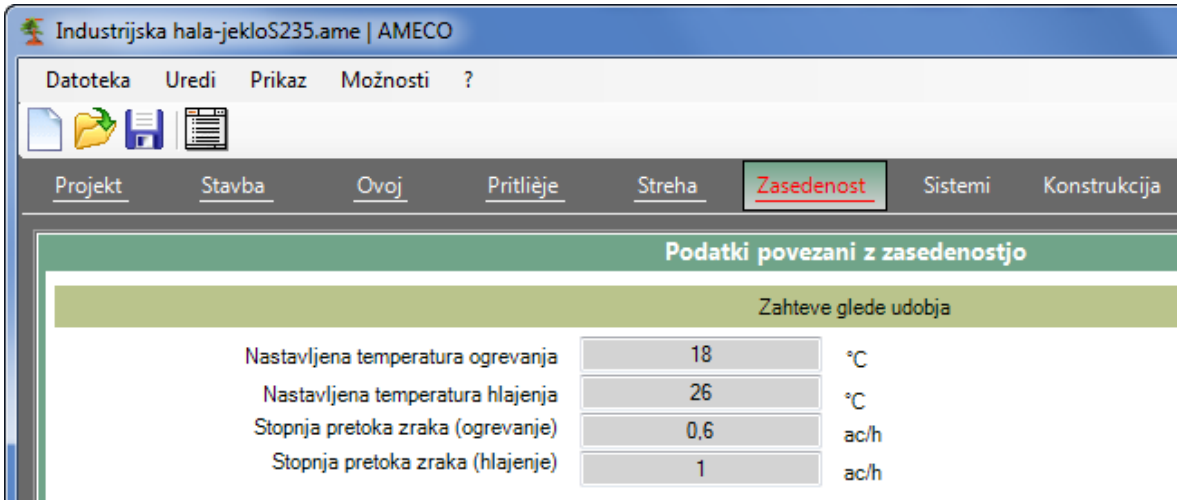
7.3.7.3 Vhodni podatki za komponente stavbe (moduli A-B-C-D)

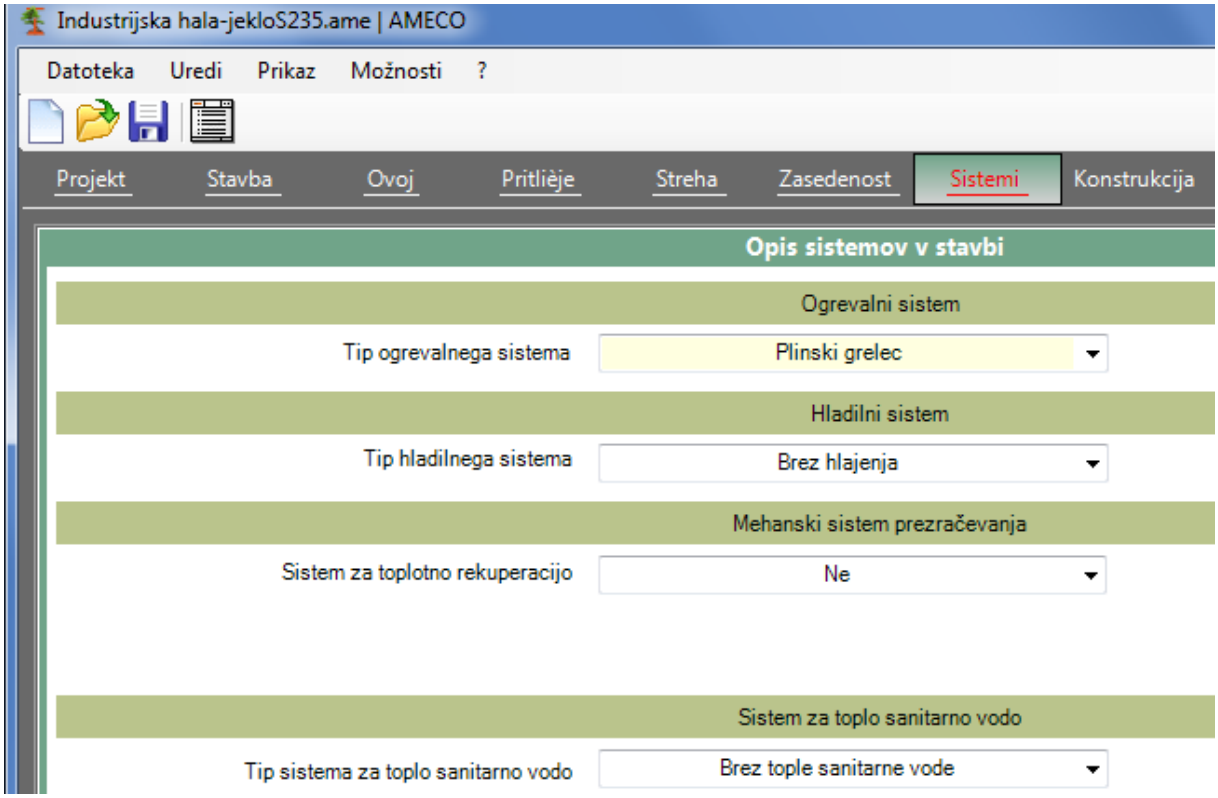






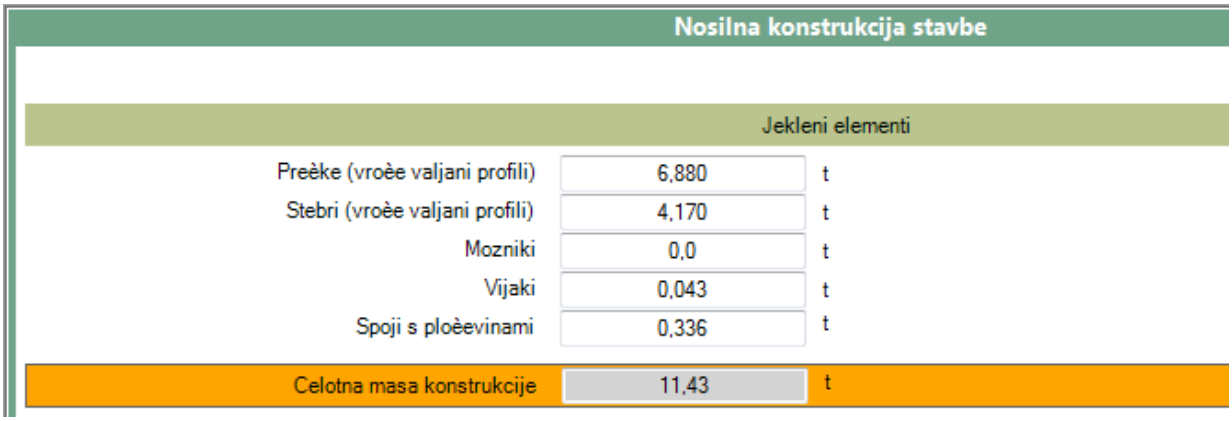
7.3.7.4 Vhodni podatki za fazo uporabe (modul B)





7.3.7.5 Splošni podatki za nosilno konstrukcijo objekta (moduli A-C-D)

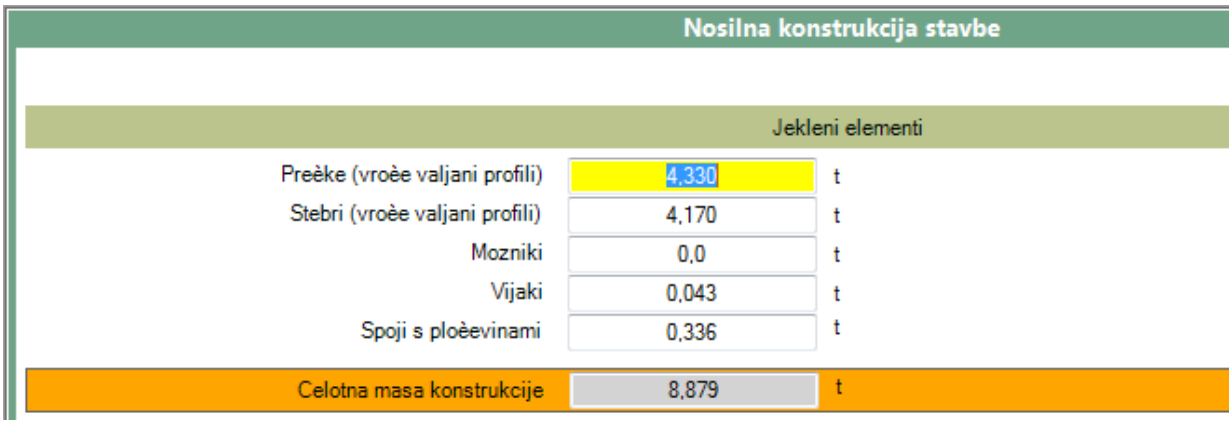
Za jekleno konstrukcijo iz jekla S235:



Nosilna konstrukcija stavbe

Jekleni elementi		
Preèke (vroèe valjani profili)	6,880	t
Stebri (vroèe valjani profili)	4,170	t
Mozniki	0,0	t
Vijaki	0,043	t
Spoji s ploèevinami	0,336	t
Celotna masa konstrukcije	11,43	t

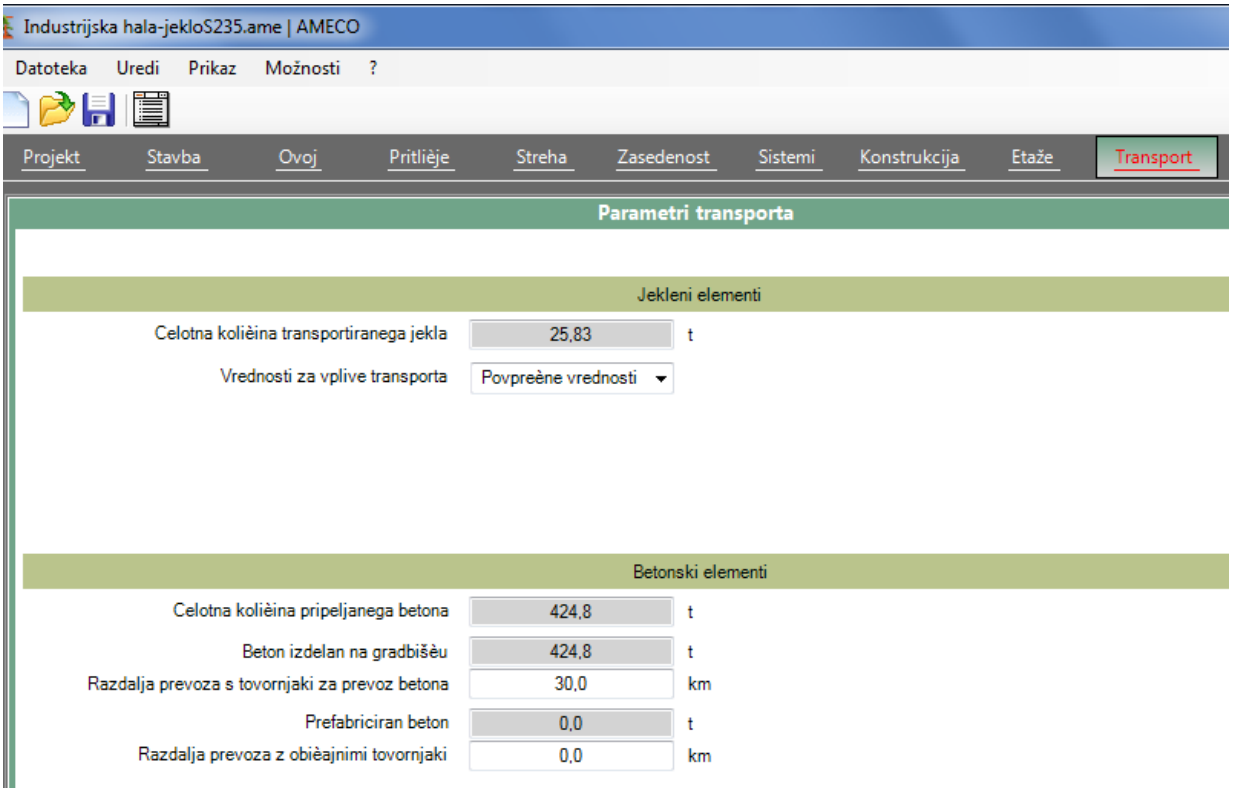
Za jekleno konstrukcijo iz jekla S460:



Nosilna konstrukcija stavbe

Jekleni elementi		
Preèke (vroèe valjani profili)	4,330	t
Stebri (vroèe valjani profili)	4,170	t
Mozniki	0,0	t
Vijaki	0,043	t
Spoji s ploèevinami	0,336	t
Celotna masa konstrukcije	8,879	t

7.3.7.6 Podatki o transportu elementov (modul A)



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.

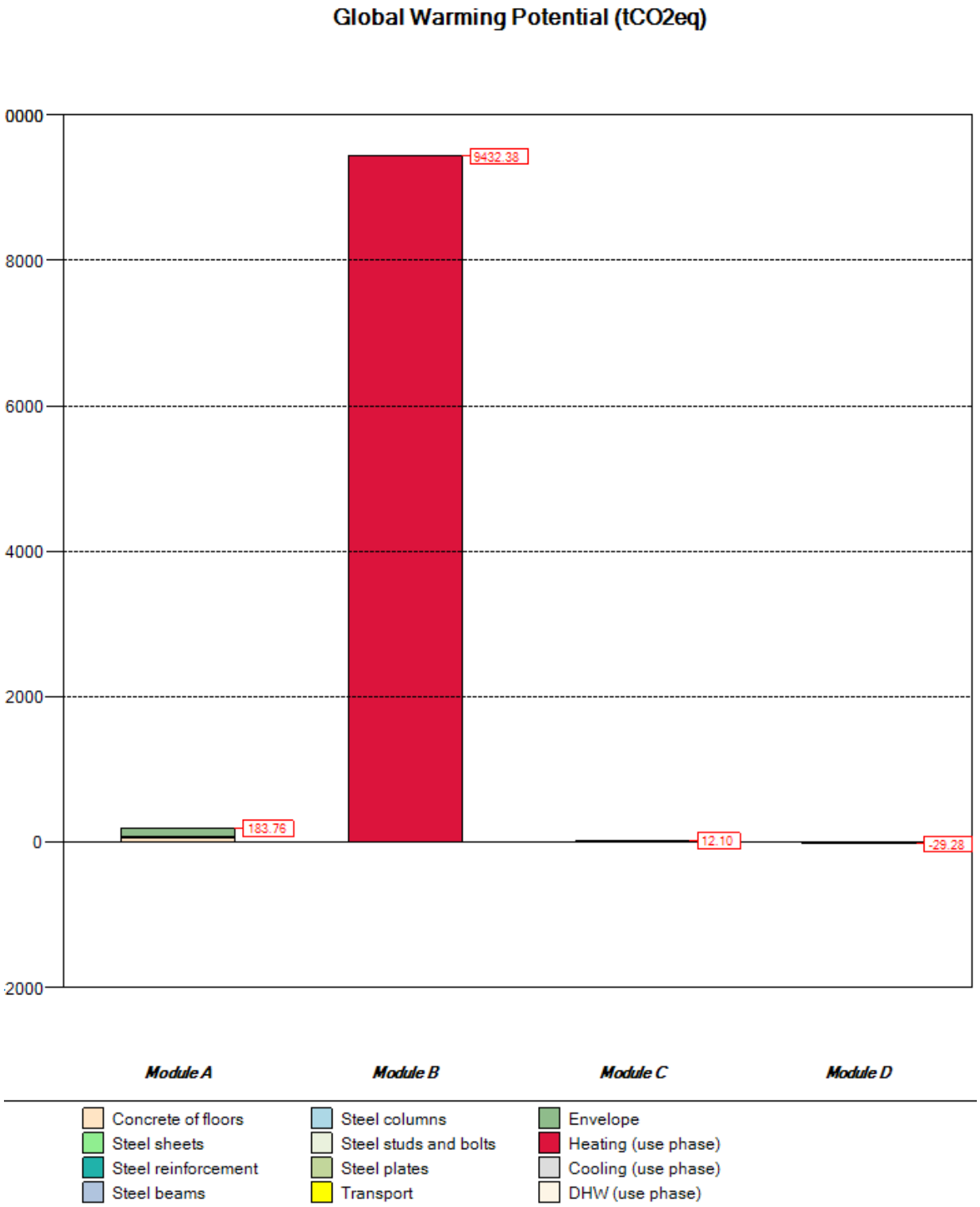
Synthesis of results for Industrial hall

	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO2eq)	183.76	9432.38	12.10	-29.28	9628.25	9598.97
ODP (tCFCeq)	1.09E-06	1.55E-06	1.42E-06	7.58E-07	4.06E-06	4.82E-06
AP (tSO2eq)	5.26E-01	3.14E01	5.03E-02	-7.53E-02	3.19E01	3.19E01
EP (tPO4eq)	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-ff (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 m3)	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

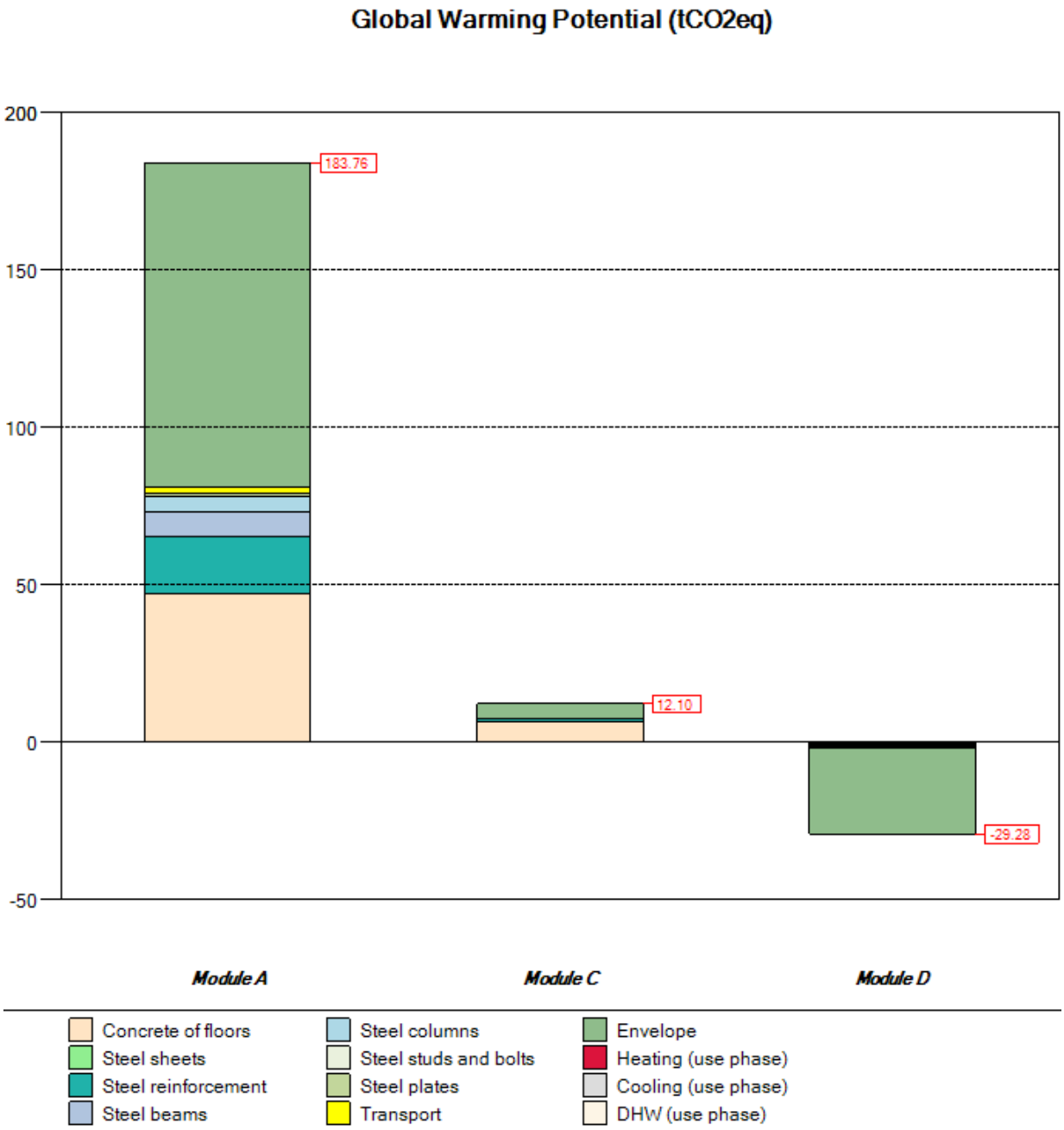
Kot lahko opazimo iz zgornje preglednice, so vplivi modula B prevladujoči v primeru vseh okoljskih kategorij.

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).



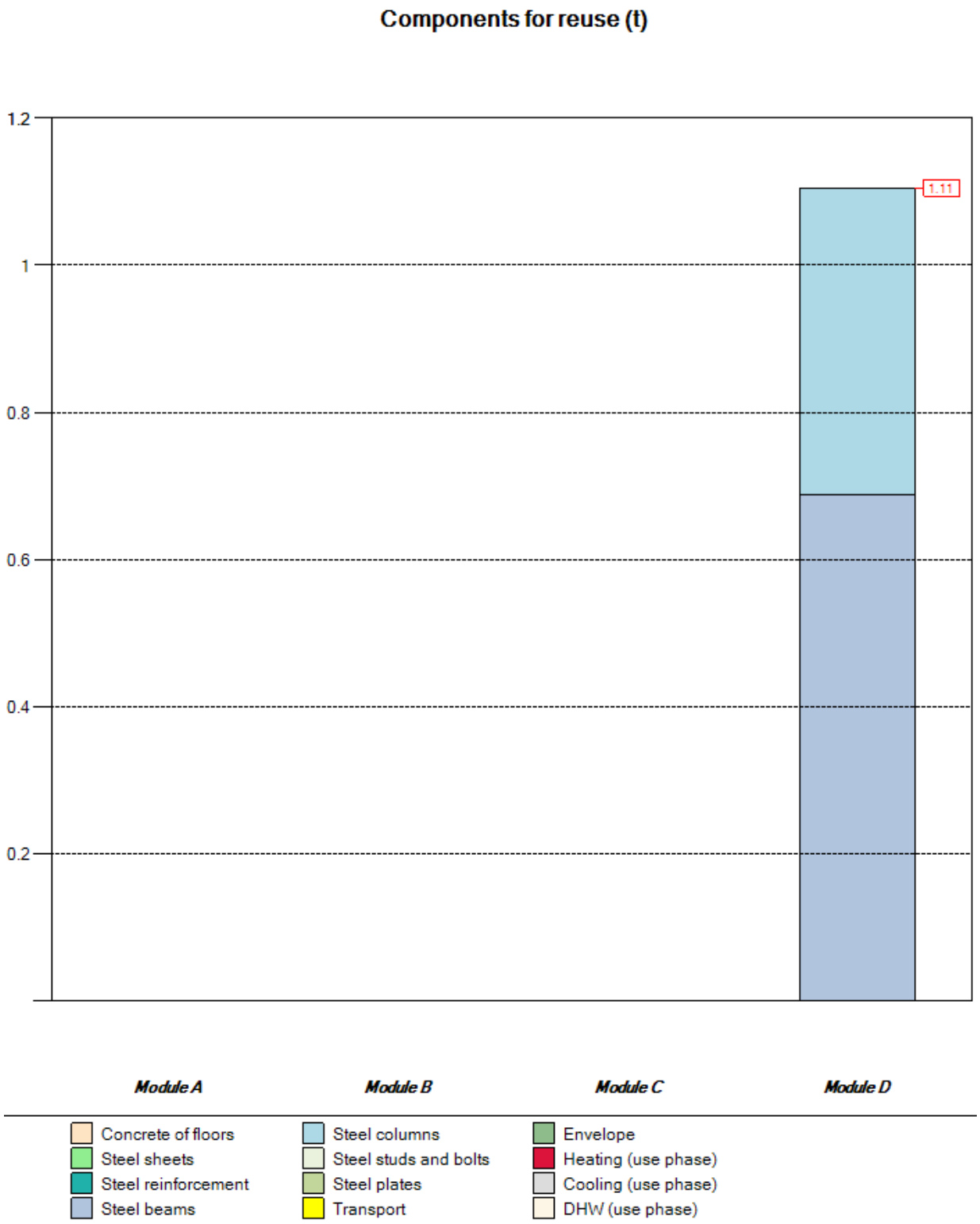
Vrednosti vpliva GWP iz naslova uporabljenih materialov za zgraditev objekta, tj. za nosilno konstrukcijo in komponente ovoja stavbe, so predstavljene na spodnjem grafu:

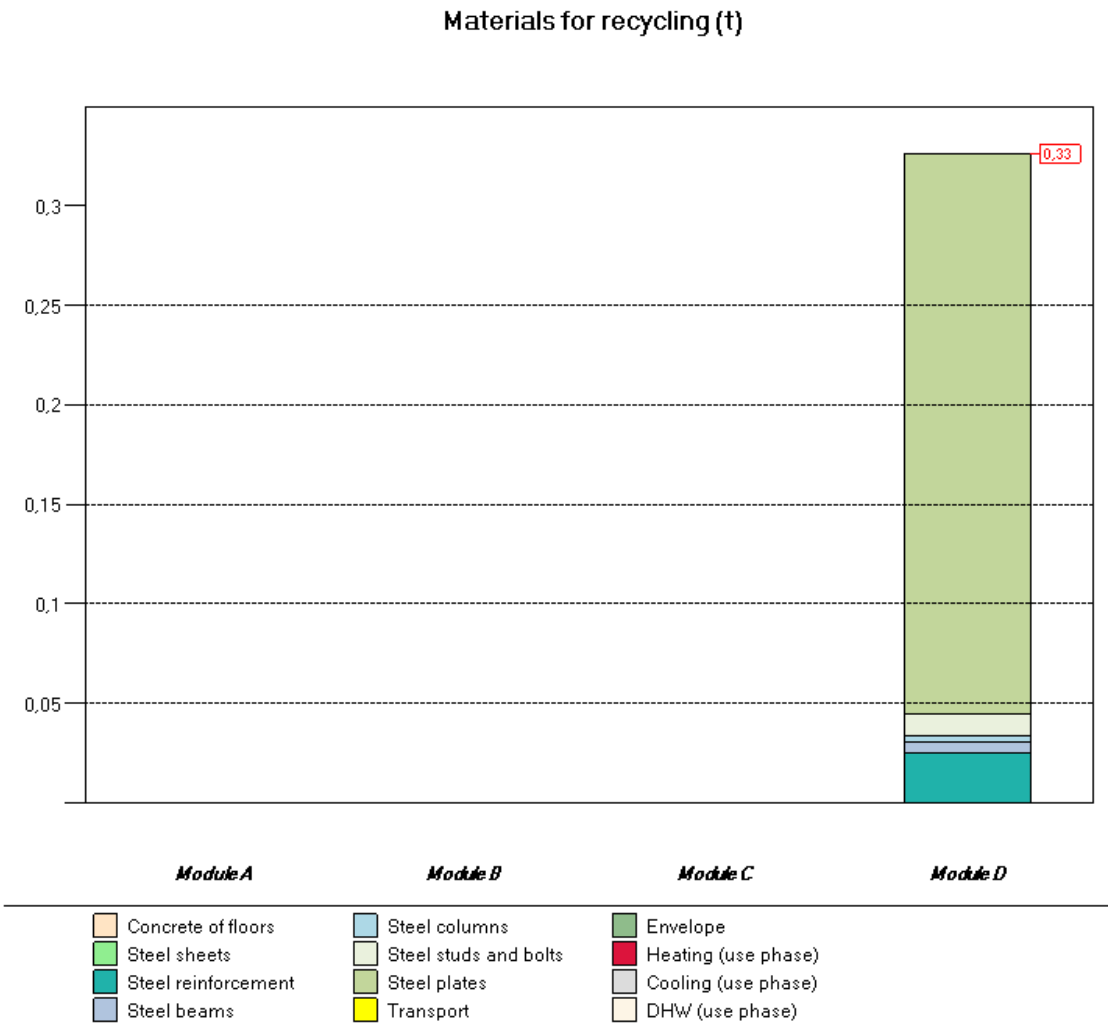


Kot je razvidno iz rezultatov za modul A, materiali uporabljeni v ovoju stavbe prispevajo 56 % delež celotnega vpliva GWP.

Vrednost vpliva GWP za nosilno konstrukcijo znaša 78,6 t CO_2-ekviv., za betonsko talno ploščo pa 47,31 t CO_2-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.




Materials for recycling (t)
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0,33
Module A
Module B
Module C
Module D
Concrete of floors
Steel sheets
Steel reinforcement
Steel beams
Steel columns
Steel studs and bolts
Steel plates
Transport
Envelope
Heating (use phase)
Cooling (use phase)
DHW (use phase)

Energijska potreba stavbe znaša 19 kWh/m², kar je podrobno prikazano v spodnji preglednici.

Use phase heating

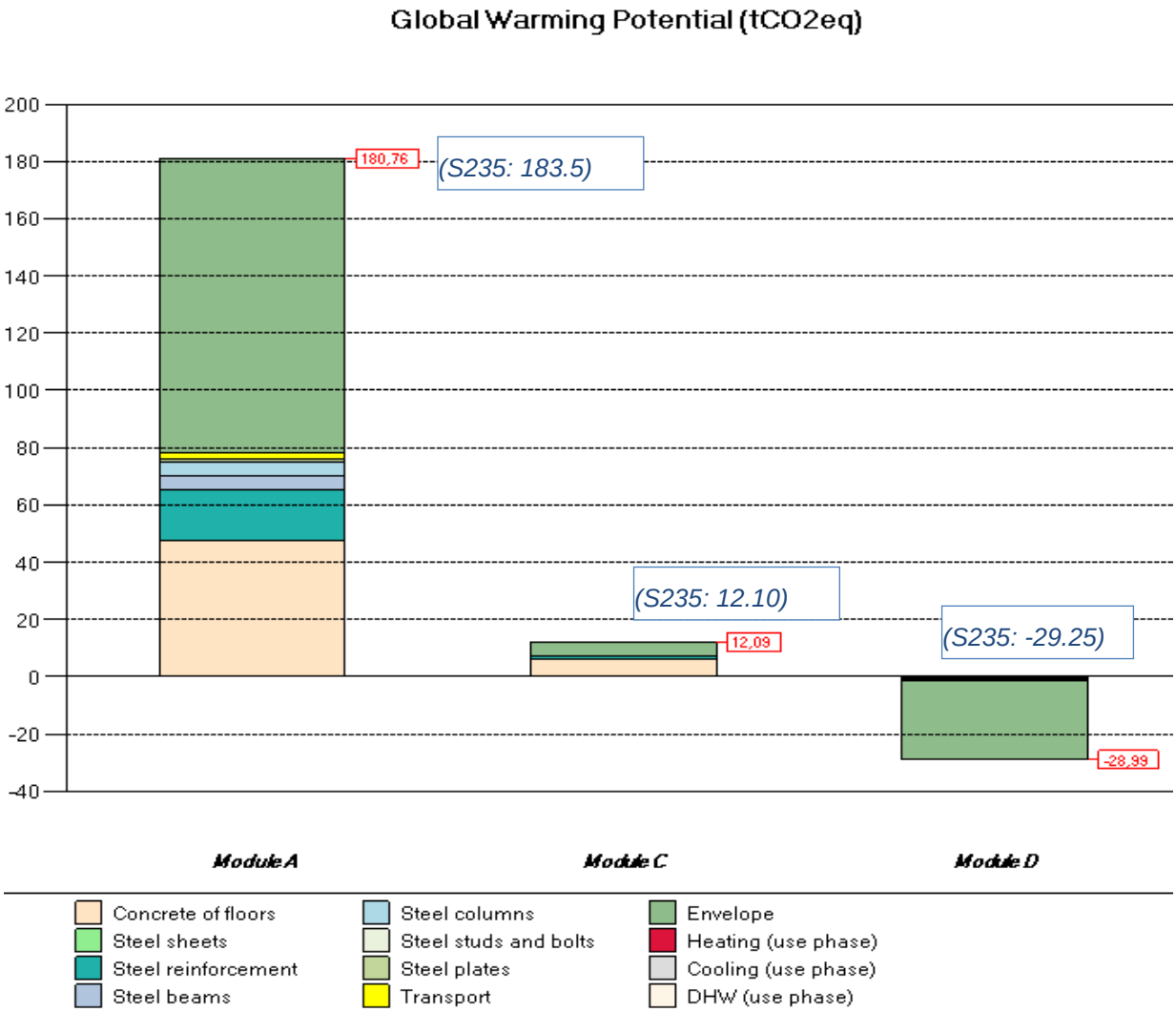
Energy for space heating					
Heat transfer by transmission					
Walls	Glazing	Ext Floor	Roof	Ground	Total
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year
11050.9	28739.9	0.0	17389.8	11212.7	66993.5
Heat Transfer by ventilation			Heat gains		
Ventilation			Glazed	Opaque	Internal
kWh/year			kWh/year	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/m²	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	16948.6	kWh/year
	18.8	kWh/m²/year
Delivered energy	19481.1	kWh/year
COP : 0.87	21.6	kWh/m²/year
Primary	1675.4	kgoe/year
fconv : 0.086	1.9	kgoe/m²/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 modulih A, C in D.



Vrednost okoljskega vpliva GWP za jekleno nosilno konstrukcijo z uporabljeno kvaliteto jekla S460 znaša 10,69 t CO_2-ekviv., kar v primerjavi z vrednostjo vpliva GWP za konstrukcijo iz jekla S235 pomeni neto znižanje vrednosti vpliva GWP za 2,69 t CO_2-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 tCO2eq	Module B tCO2eq	Module C tCO2eq	Module D tCO2eq	Total A to C tCO2eq	Total A to D tCO2eq
Steel total	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
Concrete total	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
Envelope	102.75	0.00	4.83	-27.43	107.58	80.15
Use phase total	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
Transport	2.09	0.00	0.00	0.00	2.09	2.09
Total impact of module	180.76	9432.38	12.09	-28.99	9625.23	9596.24

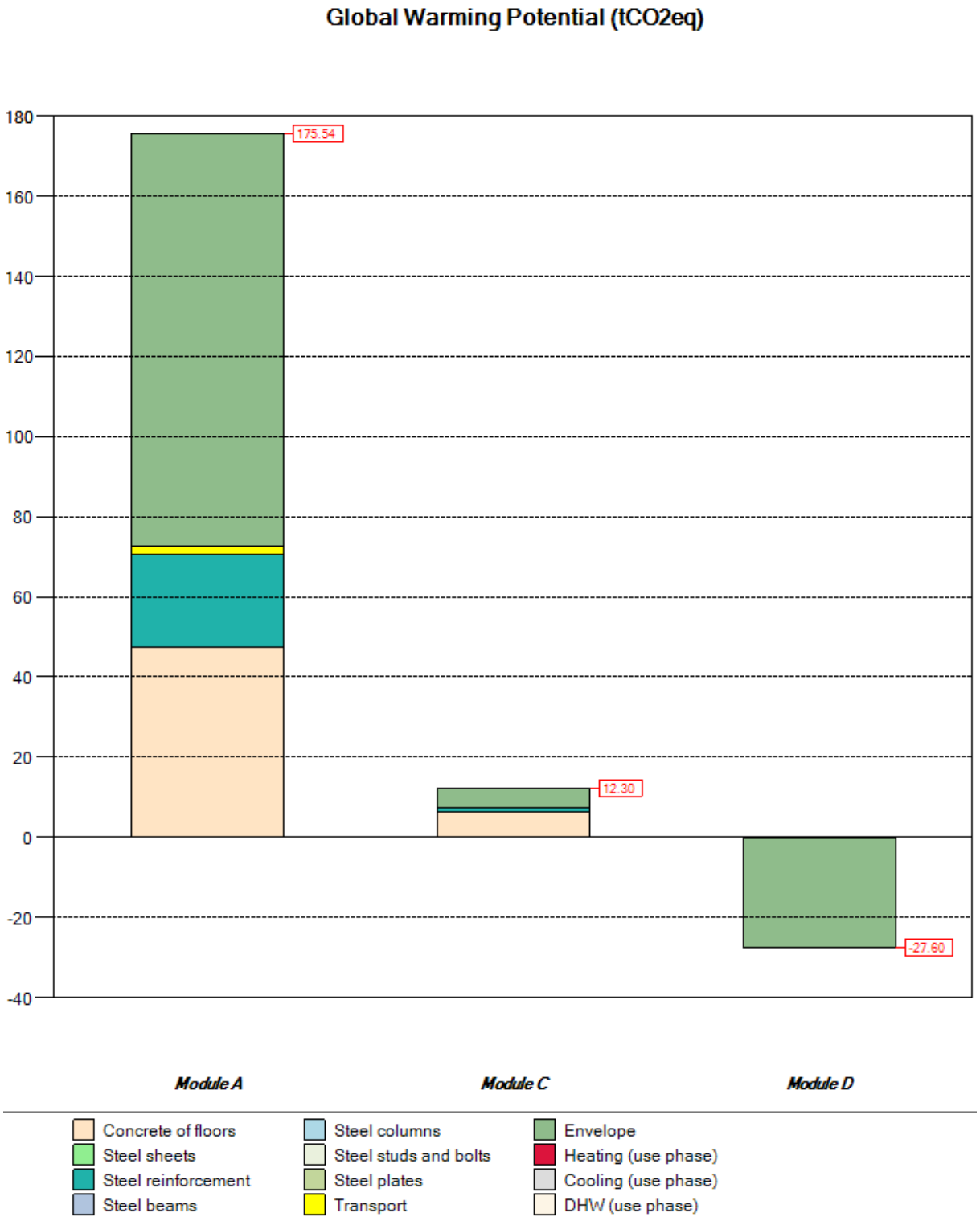
7.3.8.3 Nosilna konstrukcija iz betona

V spodnji tabeli so povzeti vsi okoljski vplivi industrijske hale izvedene z betonsko nosilno konstrukcijo.

Industrial hall		GWP (tCO2eq)
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
	Module A	**182.70**
Module B	Energy need for space heating	9432.38
	Energy need for space cooling	0.00
	Energy need for DHW production	0.00
	Module B	**9432.38**
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
	Module C	**13.07**
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
	Module D	**-27.69**
Total A to C	**Total A to C**	**9628.16**
Total A to D	**Total A to D**	**9600.47**

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.



Celoten prispevek modula A k vplivu GWP znaša 182,7 t CO_2-ekviv..

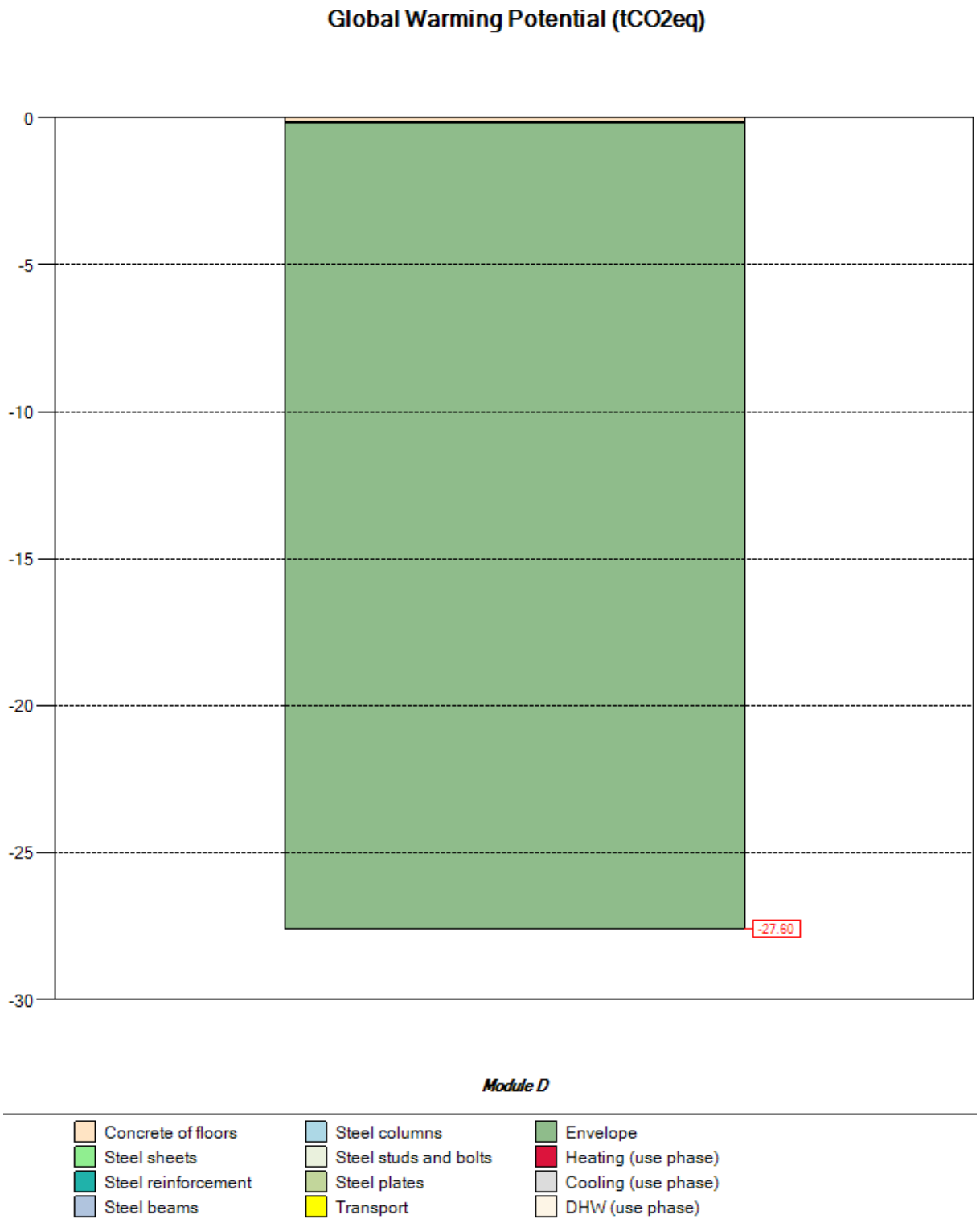
Pri tem je celoten prispevek nosilne konstrukcije k vplivu GWP 79,95 t CO_2-ekviv., pri čemer znaša delež za armaturo 29 %, kot je to prikazano spodaj:

Global Warming Potential

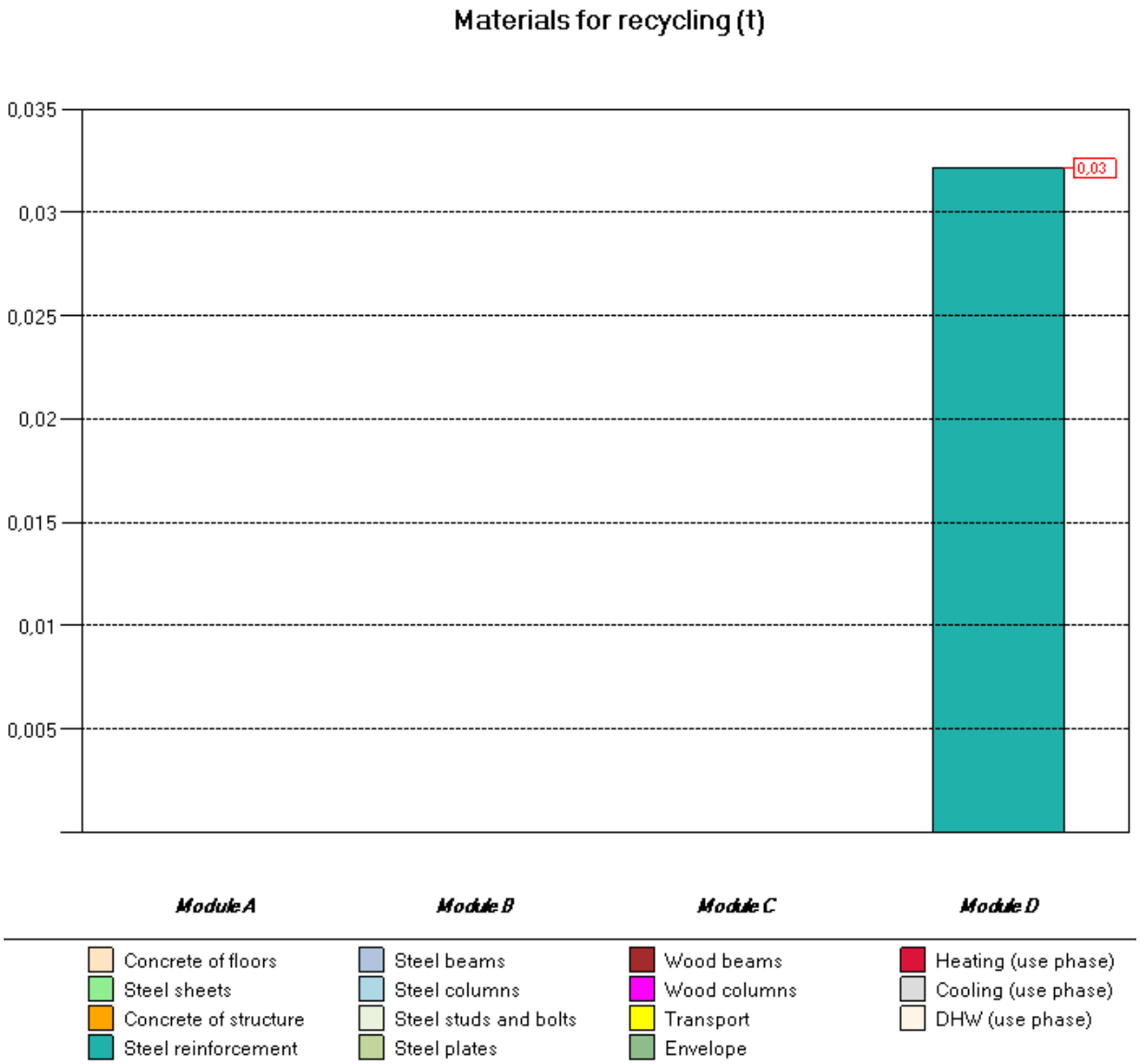
	Module A tCO2eq	Module B tCO2eq	Module C tCO2eq	Module D tCO2eq	Total A to C tCO2eq	Total A to D tCO2eq
Steel total	23.26	0.00	1.18	-0.05	24.44	24.39
Reinforcement	23.26	0.00	1.18	-0.05	24.44	24.39
Concrete total	54.48	0.00	7.06	-0.21	61.54	61.33
Concrete of structure	7.16	0.00	0.77	-0.09	7.93	7.84
Concrete 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
Use phase total	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
Total impact of module	182.70	24590.14	13.07	-27.69	24785.91	24758.22

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.

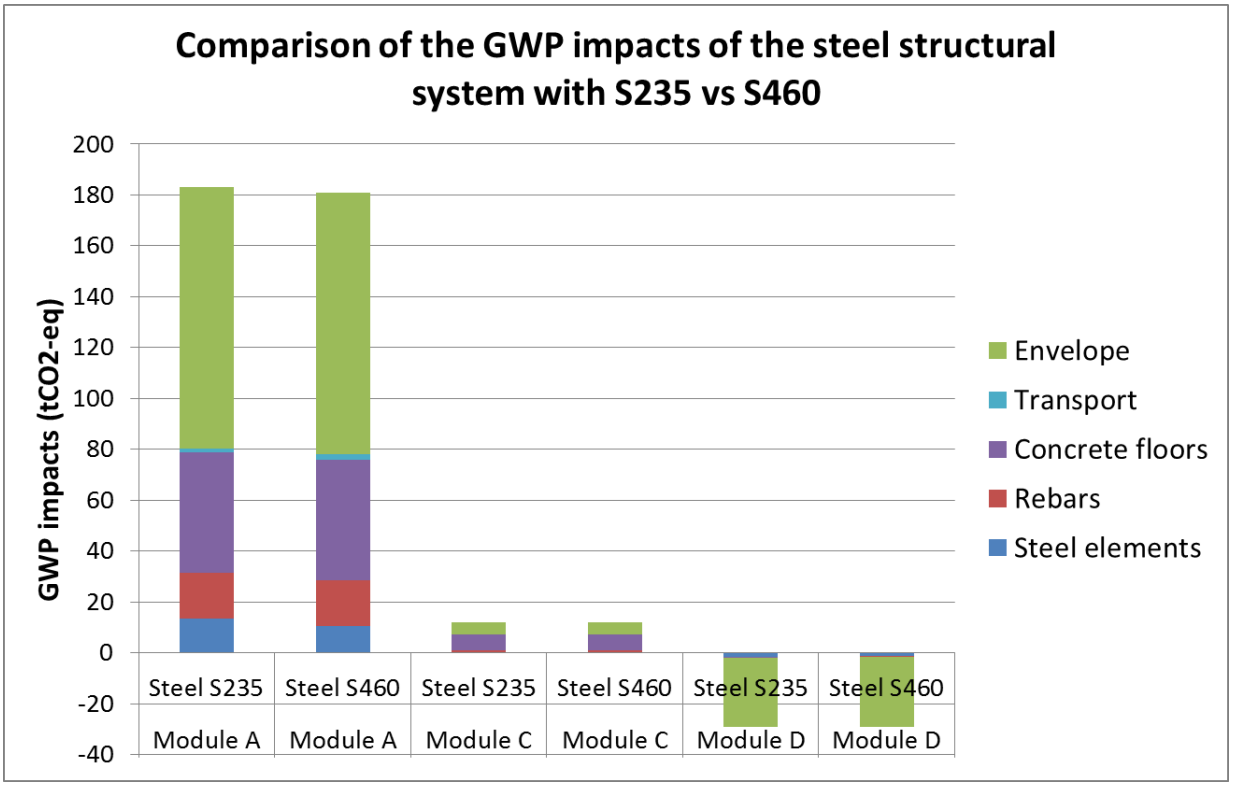


Material, ki je namenjen reciklaži, predstavlja 0,03 t, kar je manj kot v primeru industrijske hale iz jekla S235 (0,33 t).



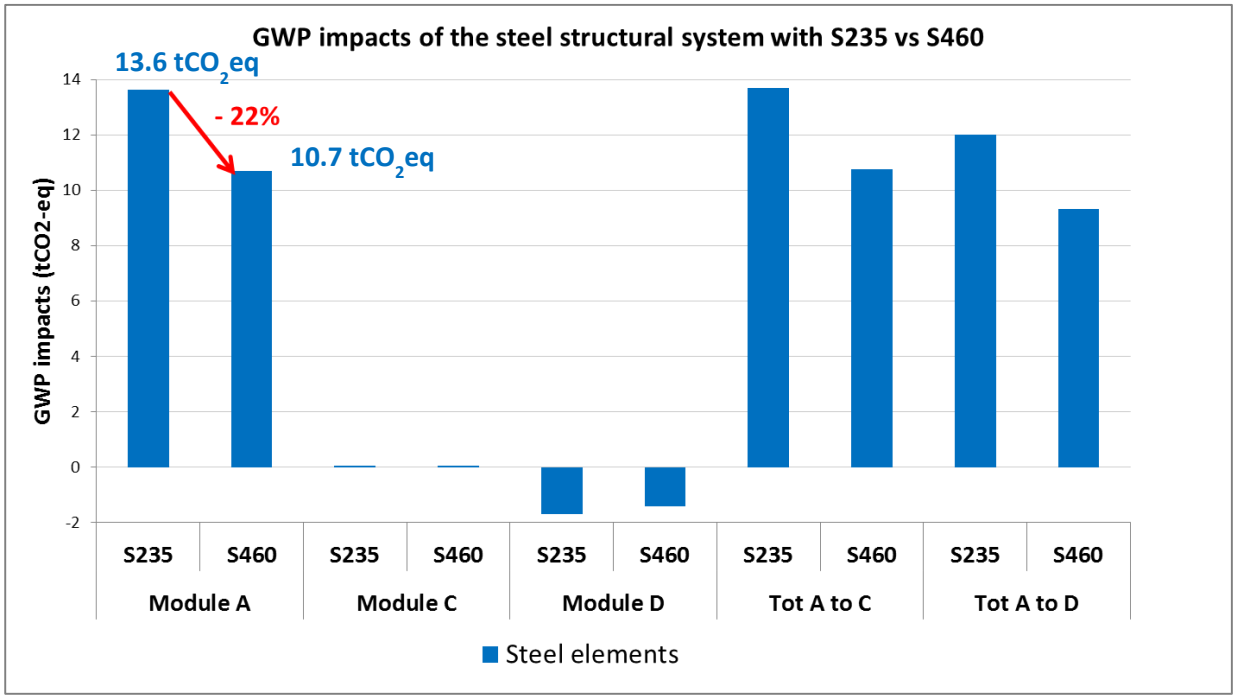
7.3.8.4 Primerjava vplivov GWP za nosilni konstrukciji izvedeni v jeklu S235 in S460

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 ovoju stavbe prispevajo okrog 56 % celotnega GWP vpliva v sklopu faze proizvodnje in gradnje (modul A).

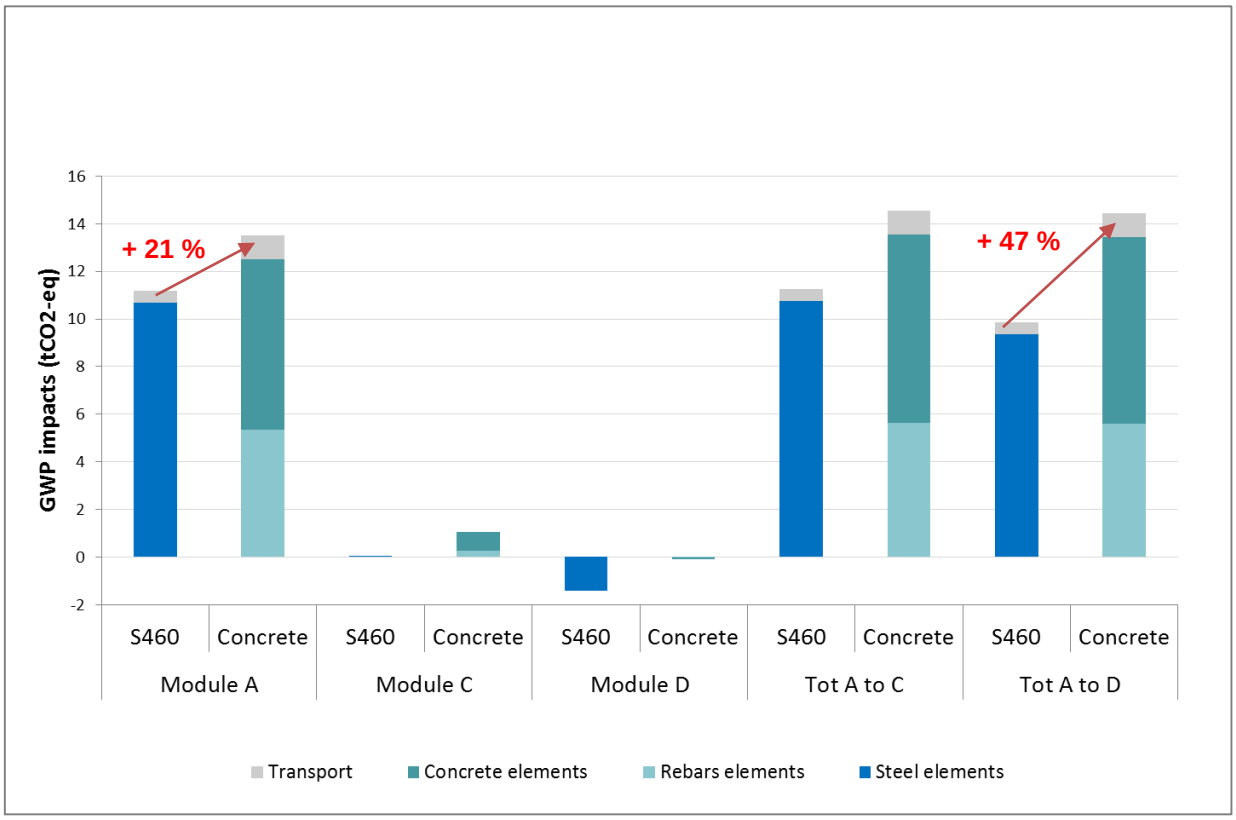
Spodnji graf prikazuje vplive GWP za jekleno konstrukcijo:



Uporaba jekla višje trdnosti omogoča zmanjšanje celotne mase jeklenih elementov za 2.3 tone, kar pomeni 22 % zmanjšanje t CO_2-ekviv. 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_2-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

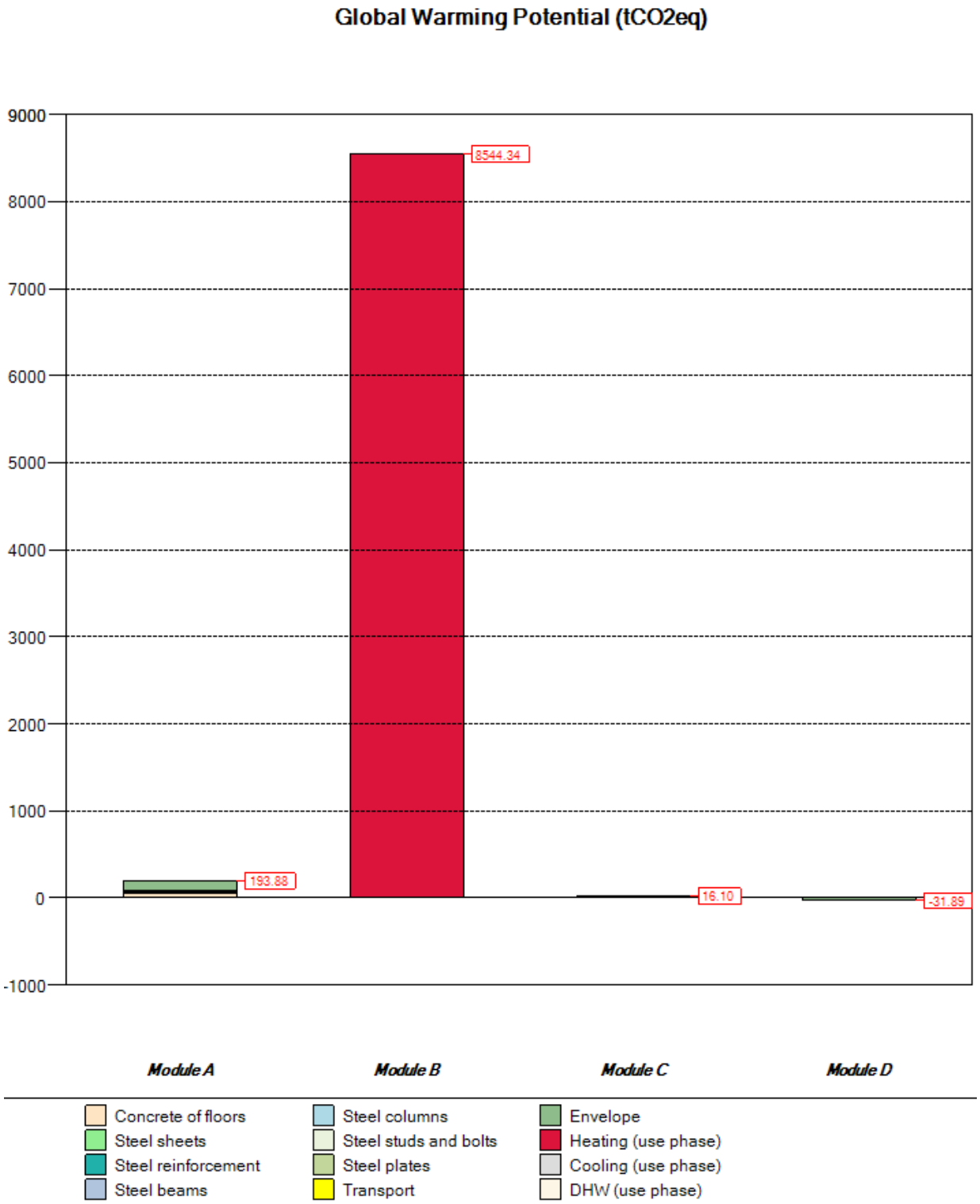
Kot je bilo opisano že v prejšnjem poglavju, faza uporabe prispeva več kot 99 % celotnega vpliva GWP v celotnem življenjskem ciklu stavbe.

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.

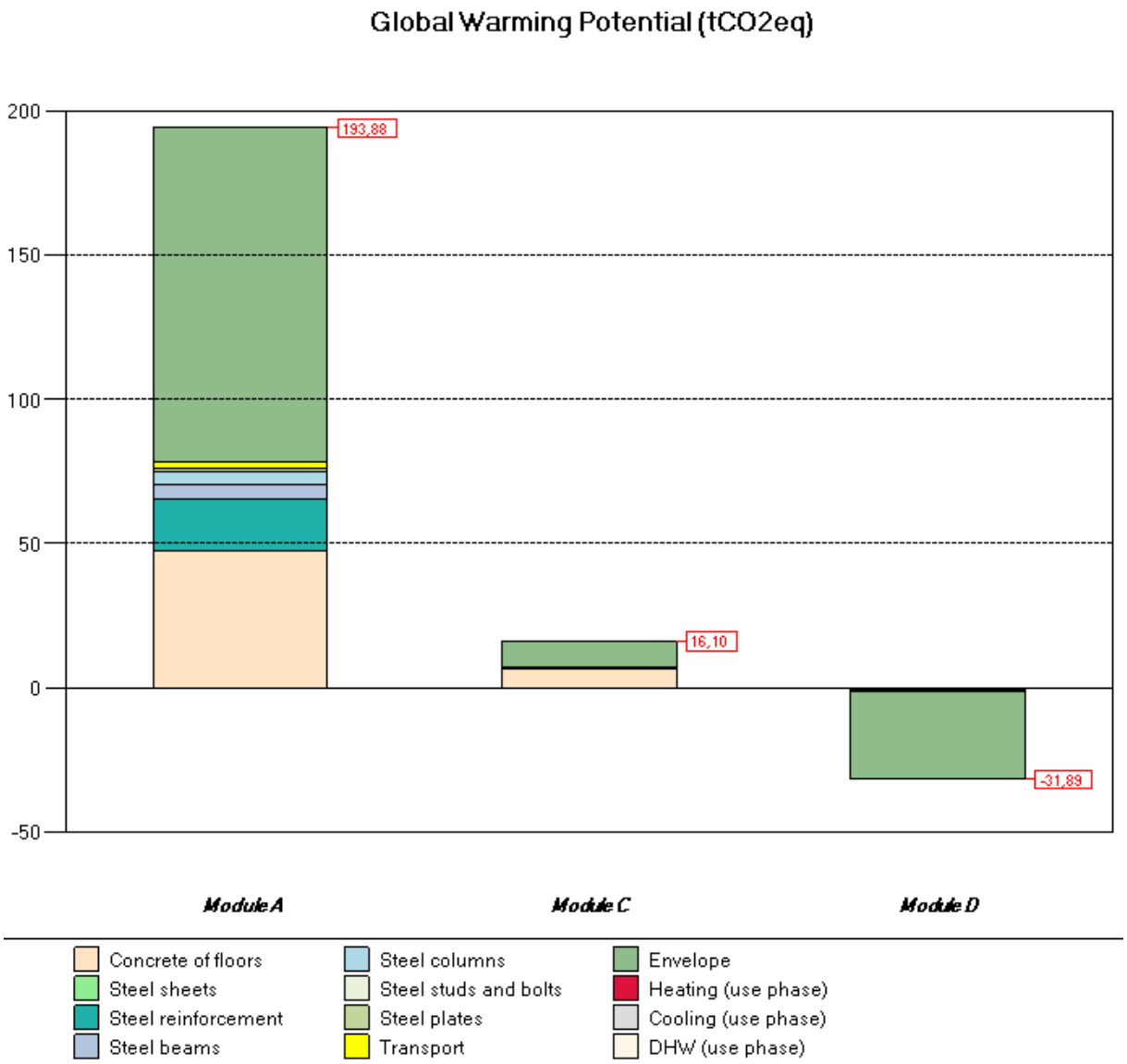
Izhodišna debelina toplotne izolacije fasadnih komponent, v tem primeru sendvič panelov z izolacijsko plastjo 80 mm, je bila povečana na 200 mm.

Vrednost vplivov GWP za fazo uporabe se je zmanjšala, pri čemer neto razlika znaša 888 t CO_2-ekviv.:



Industrial hall		GWP (tCO2eq)
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
	Module A	**193.88**
Module B	Energy need for space heating	8544.34
	Energy need for space cooling	0.00
	Energy need for DHW production	0.00
	Module B	**8544.34**
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
	Module C	**16.10**
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
	Module D	**-31.89**
Total A to C	**Total A to C**	**8754.33**
Total A to D	**Total A to D**	**8722.44**

Pri tem potrebna dodatna količina materiala za toplotno izolacijo poveča celoten vpliv GWP za modul A na 193,88 t CO_2-ekviv., kar ustreza povečanju za 13,12 t CO_2-ekviv..



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

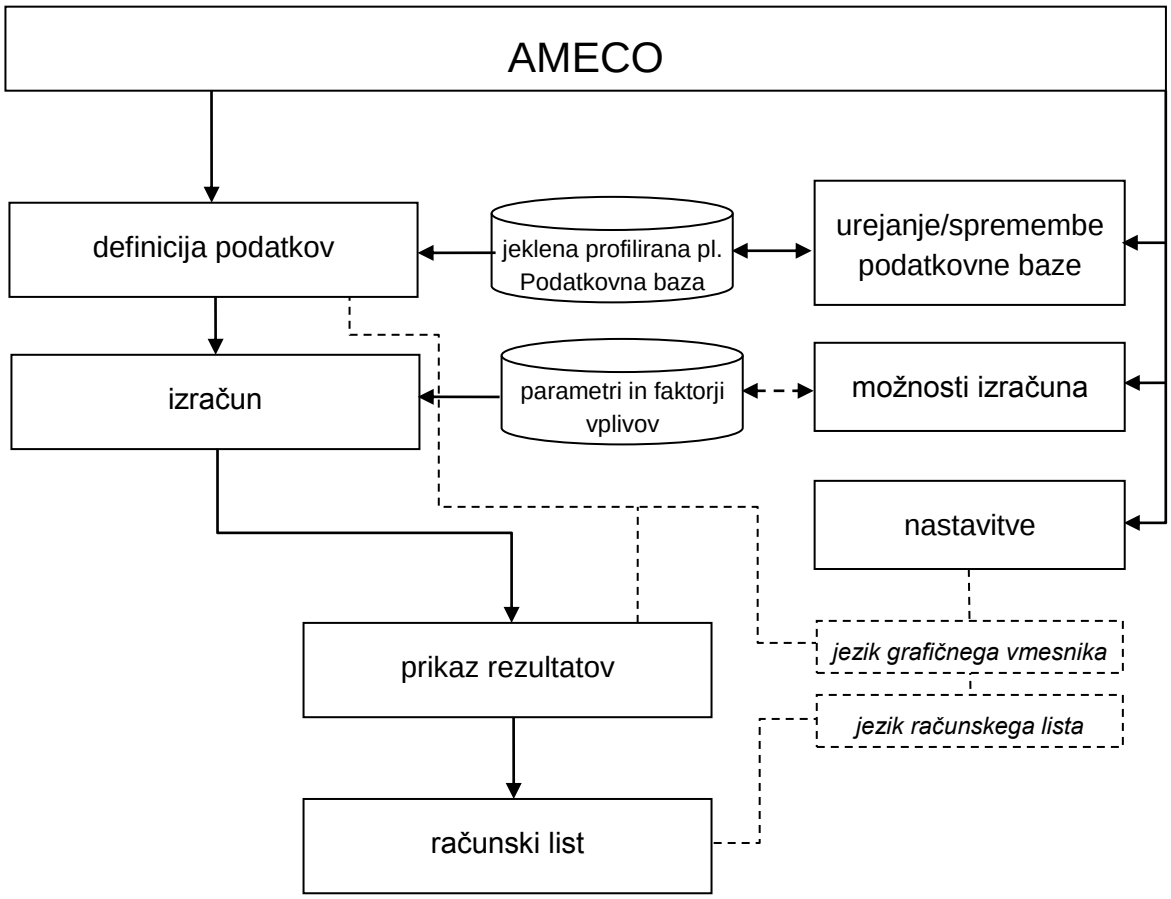
[1] P-O. MARTIN, AMECO SOFTWARE Technical Manual, report DRV/10-DRC-107/002-A, CTICM, 2010.

[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*

	m	*MonthLength*	*MonthDay*	*NbDayWorking*
JAN	1	2,6784	31	23
FEB	2	2,4192	28	20
MAR	3	2,6784	31	21
APR	4	2,592	30	22
MAJ	5	2,6784	31	23
JUN	6	2,592	30	20
JUL	7	2,6784	31	23
AVG	8	2,6784	31	22
SEP	9	2,592	30	21
OKT	10	2,6784	31	23
NOV	11	2,592	30	21
DEC	12	2,6784	31	22

Preglednica 12: Definicija površin v stavbi

tip stavbe	**Area 1**		**Area 2**	
	oznaka	privzeto %	oznaka	privzeto %
RB	stanovanjske površine	40	drugo	60
OB	poslovni prostori	80	drugo	20
CB	trgovski prostori	60	drugo	40
IB	hale	80	drugo	20

Preglednica 13: R_{sh}, ΔR_{high}, ΔR_{avg}, ΔR_{low}, dodatna toplotna upornost za določeno zračno prepustnost senčila

tip senčila	R_{sh} [m2.K/W]	zračna prepustnost		
		ΔR_{high}	ΔR_{avg}	ΔR_{low}
		[m2.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

	barva senčila		
naprava za senčenje	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
zunanji neprosojni rolo	0,04	0,06	0,08
zunanji 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)

	λ	ρ_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_{H0}	τ_{H0}	$k_{D,cor,H}$	$K_{cor,ve}$	$K_{cor,H}$	$K_{cor,int,H}$	a_{C0}	T_{C0}	$k_{D,cor,C}$	$K_{cor,ve,C}$	$K_{cor,C}$	$K_{cor,int,C}$
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_{H0}	τ_{H0}	$k_{D,cor,H}$	$K_{cor,ve}$	$K_{cor,H}$	$K_{cor,int,H}$	a_{C0}	T_{C0}	$k_{D,cor,C}$	$K_{cor,ve,C}$	$K_{cor,C}$	$K_{cor,int,C}$
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			proctor tipa 2: ostali prezračevani prostori		
			od	do	dobitek (W/m²)	od	do	dobitek (W/m²)
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/m2)	od	do	dobitek (W/m2)
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 trgovinske stavbe

			TRGOVSKE STAVBE					
			prostor tipa 1			prostor tipa 2		
			od	do	dobitek (W/m2)	od	do	dobitek (W/m2)
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/m2)	od	do	dobitek (W/m2)
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/m²					Temp. zraka [°C]	$f_{H,shut}$ [-]
	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/m²					Temp. zraka [°C]	$f_{H,shut}$ [-]
	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**

	$f_{sh\text{-}with}$			
	SEVER	VZHOD	JUG	ZAHOD
MESEC	[-]	[-]	[-]	[-]
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**

	$f_{sh\text{-}with}$			
	SEVER	VZHOD	JUG	ZAHOD
MESEC	[-]	[-]	[-]	[-]
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**

	$f_{sh\text{-}with}$			
	SEVER	VZHOD	JUG	ZAHOD
MESEC	[-]	[-]	[-]	[-]
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 energetsko 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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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_D	-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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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_D	-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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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_D	-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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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)	kD	-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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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)	kC4	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_D	-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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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_D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dvojni opečni zid (EPS)	k_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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)	kC4	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_D	-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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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_D	-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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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_D	-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_{A1A3}	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_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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_D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dvojni opečni zid (steklena volna)	k_{A4}	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_{C2}	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_{C4}	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_D	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