Research Fund for Coal & Steel

Research & Innovation
Research Fund for Coal and Steel

LVS^3

Teraskonstruktsioonide jätkusuutlikkuse valorisatsioon

Arvutusjuhend

FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

CRM GROUP

ArcelorMittal

cticm
Construire en métal, un art, notre métier

SISUKORD

1 Sissejuhatus ja eesmärk ... 5
2 Arvutikood ja keskkond ... 5
3 Programmi AMECO3 üldfunktsioonid ... 7
3.1 Eessõna ... 7
3.2 Seadistamine ... 9
3.3 Keeled ... 9
3.4 Ühikute haldamine ... 9
4 Tehniline kirjeldus ... 10
4.1 Projekti defineerimine ... 10
4.1.1 Hoonekonstruktsioonide defineerimine ja üldandmed ... 10
4.1.1.1 Üldised parameetrid ... 10
4.1.1.2 Põrandaplaadid ... 12
4.1.1.3 Kandekonstruktsioon ... 13
4.1.1.4 Transport ... 13
4.1.1.5 Elukaare lõpp ... 14
4.1.2 Silla andmed ... 15
4.1.2.1 Kandekonstruktsioon ... 15
4.1.2.2 Transpordi eeldatud tingimused ... 16
4.1.2.3 Elukaare lõpp ... 16
4.1.3 Hoone piirded ... 17
4.1.3.1 Fassaadi kuju ... 17
4.1.3.2 Fassaadi omadused ... 17
4.1.3.3 Alumine põrand ... 18
4.1.3.4 Lisanäitajad ... 19
4.1.3.5 Katus ... 19
4.1.4 Hoone kasutustingimused ... 19
4.1.5 Hoone tehnosüsteemid ... 20
4.1.5.1 Küttesüsteem ... 20
4.1.5.2 Jahutussüsteem ... 20
4.1.5.3 Ventilatsioonisüsteem ... 21
4.1.5.4 Sooja tarbevee (STV) süsteem ... 21
4.2 Konstandid ja spetsiifilised parameetrid ... 21
4.3 Arvutused konstruktsiooni keskkonnamõjudele ... 23
4.3.1 Põhimõtted ... 23
4.3.1.1 Parameetrid, mis kirjeldavad keskkonnamõju ... 24
4.3.1.2 Parameetrid, mis kirjeldavad ressursside kasutamist, teiseseid materjale ja kütuseid ning veekasutust ... 26
4.3.1.3 Muu keskkonnaalane informatsioon kirjeldamaks jäätmete kategooriaid ... 27
4.3.1.4 Muu keskkonnainfo kirjeldamaks väljastusvooge ... 27
4.3.2 Hoone mõju keskkonnale ... 28
4.3.2.1 Moodul A ... 28
4.3.2.2 Moodul B: Kasutusfaas ... 29
4.3.2.3 Moodul C ... 43

4.3.2.4 Moodul D 44
5 Tarkvara väljund 46
5.1 Kasutusfaasi detailsed väljundandmed 46
5.1.1 Ruumide kütmiseks kuluv energia 46
5.1.2 Energiavajadus jahutuseks 47
5.1.3 Energiavajadus STV tootmiseks 48
5.1.4 Koguenergia 48
5.1.5 Vabasoojus päikeseenergiast 49
5.2 Globaalsed väljundandmed kasutusfaasis 49
7 AMECO3 tarkvara kasutusjuhend 52
7.1 Projekt 52
7.2 Hoone 53
7.2.1 Üldparameetrid 53
7.2.2 Asukoht 56
7.2.3 Piirded 58
7.2.4 Alumine põrand 62
7.2.5 Katus 63
7.2.6 Kasutusrežiim 64
7.2.7 Süsteemid 65
7.2.8 Konstruktsioon 66
7.2.9 Vahelaed 67
7.2.10 Transport 67
7.2.11 Tulemused 69
7.2.11.1 Tulpdiagrammid 69
7.2.11.2 Tabel 72
7.2.11.3 Radiaalgraafik 73
7.2.11.4 Arvutusleht 74
8 Näidisjuhtumite analüüs 77
8.1 Büroohoone 77
8.1.1 Sissejuhatus 77
8.1.2 Hoone kirjeldus 77
8.1.3 Keskonnamõjude analüüs AMECO3 tarkvaraga 81
8.1.3.1 AMECO3 sisendandmed 81
8.1.3.2 AMECO3-ga saadud arvutustulemused 85
8.2 Elamu - CasaBuna elamu Rumeenias 89
8.2.1 Hoone kirjeldus 89
8.2.2 Sisendandmed AMECO3 tarkvarale 92
8.2.2.1 Üldandmed elamu kohta AMECO3-s 92
8.2.2.2 Andmed geomeetria kohta (Moodulid A-C-D) 92
8.2.2.3 Andmed hoone komponentide kohta (Moodulid A-B-C-D) 93
8.2.2.4 Andmed kasutusfaasi kohta (Moodul B) 94
8.2.2.5 Üldandmed kandekonstrutksiooni kohta (Moodulid A-C-D) 95
8.2.2.6 Andmed elementide transpordi kohta (Moodul A) 96
8.2.3 AMECO3-ga saadud arvutustulemused 97
8.3 Tööstushoone 102
8.3.1 Analüüsi ulatuse 102
8.3.2 Hoone kirjeldus 102
8.3.3 Konstruktsiooniskeem 102
8.3.4 Piirdekonstruktsiooni komponendid 104

8.3.5 Tehnoüsteemid 104
8.3.6 Põhihüpotees 104
8.3.7 Sisendandmed AMECO3 tarkvarale 105
8.3.7.1 Üldandmed tööstushoone jaoks AMECO3 tarkvaras 105
8.3.7.2 Andmed geometria kohta (Moodulid A-C-D) 105
8.3.7.3 Andmed hoone komponentide kohta (Mooduid A-B-C-D) 106
8.3.7.4 Andmed hoone kasutusfaasi kohta (Moodul B) 107
8.3.7.5 Üldandmed hoone konstruktsiooni kohta (Moodul A-C-D) 107
8.3.7.6 Andmed elementide transpordi kohta (Moodul A) 108
8.3.8 AMECO3-ga saadud arvutustulemused 109
8.3.8.1 S235 teraskarkassiga süsteem 109
8.3.8.2 S460 teraskarkassiga süsteem 114
8.3.8.3 Betoonist kandekonstruktsioon 115
8.3.8.4 3 konstruktsioonivariandi võrdlus GWP mõjude seisukohast 118
8.3.9 Soojustuse paksuse suurenemisest tingitud keskkonnasäästlikkuse analüüs 120
9 Kirjandus 124

1 Sissejuhatus ja eesmärk

Käesoleva dokumendi eesmärk on anda juhised teras- ja komposiithoonete keskkonnamõju hindamiseks AMECO tarkvaras. Pakkuda infot erinevate sammude kohta, mida kasutatakse teras- ja komposiithoonete keskkonnaalaseks hindamiseks Ameco tarkvaras.

Dokument loodi teabeleviprojekti LVS^3 raames: Teraskonstruktsioonide jätkusuutlikkuse valorisatsioon (RFS2-CT-2013-00016).
Projekteerimisjuhend keskendub:

- Arvutuskäigu kirjeldus: tehnilise kirjelduse lisamine etapiviisiliselt hoonete keskkonnamõju hindamiseks Ameco tarkvaras;
- AMECO tarkvara kasutamise juhend;
- AMECO rakendamine juhtumiuuringutes.

Meetodid, mida tarkvaras kasutatakse, arendati ja kehtestati Euroopa RFCS projekti SB-Teras piires: *Terashoonete jätkusuutlikkus (SB_Steel, 2014)*.
Need täiendavad meetodid on:

- makro-komponentide meetod, mis tegeleb hoonete ja/või hooneosade elutsükli hindamisega, aga jätab välja hoone energiatarbe kasutusfaasis;
- meetod, mis keskendub hoone kasutusfaasile ja võimaldab määrata hoone kasutusaegse energiatarbe.

Dokument **"Background document"**, mis on samuti RFCS LVS^3 projekti väljund, pakub detailset kirjeldust kasutatud lähenemisviiside kohta: elukaare keskkonnamõjude hindamiseks ja hoone energiavajaduse hindamiseks kasutusaja jooksul.

2 Arvutikood ja keskkond

AMECO on vahend, mis hindab terasest ja betoonist kandekonstruktsioonide keskkonnamõjusid. Ameco 3 on Ameco (versioon 2) edasiarendus, mis võimaldab arvesse võtta hoone kasutusfaasi.

Ameco 3 kasutab arvutikeelt VB200. See kel põhineb Microsofti .NET tehnoloogial. Eeldatakse, et kasutaja arvutisse on üles seatud Microsofti .NET Framework. .NET Framework tuleb automaatselt

kaasa (OS) Microsoft Vista ja Seitsme operatsioonisüsteemiga, aga puudub vanemates versioonides.. Ameco 3 kasutaja peab vajaliku operatsioonisüsteemi eelnevalt installima.

Arendustöö põhineb .NET Framework versioonil 2.0, mida saab seadistada järgmistesse operatsioonisüsteemidesse: Windows 2000 Service Pack 3; Windows 98; Windows 98 teine väljalase; Windows ME; Windows Server 2003, Windows XP hoolduspakett 2. Tuleb arvesse võtta, et Ameco 3 ei sobi ühelegi teisele konfiguratsioonile, mida pole eelnevalt mainitud.

3 Programmi AMECO3 üldfunktsioonid

3.1 Eessõna

Ameco 3 käsitleb kas hooneid või sildu, mis on tehtud terasest ja betoonist. Ta võtab arvesse 24 tüüpi näitajaid järgmistest gruppidest:

- Näitajad kirjeldamaks keskkonnamõjusid (GWP, ODP, AP, EP, POPCP, ADP-elemendid, ADP-fossiilkütused).
- Näitajad kirjeldamaks ressursikasutust, teisesed materjalid ja kütused, veekasutus (Taastuva primaarenergia kasutus välja arvatud taastuvad primaarenergiaallikad, mida kasutatakse toormaterjalina; taastuvad energiaallikad, mida kasutatakse toormaterjalina; taastuvate primaarenergiaallikate kasutus kokku (primaarenergia ja primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina); taastumatute primaarenergiaallikate kasutamine välja arvatud taastumatud primaarenergiaallikad, mida kasutatakse toormaterjalina; taastumatute energiaallikate kasutamine toormaterjalina; taastumatute primaarenergiaallikate kasutus kokku (primaarenergia ja primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina); teiseste materjalide kasutamine; taastuvate teiseste kütuste kasutamine; taastumatute teiseste kütuste kasutamine; magevee kasutamine).
- Muu keskkonnainfo kirjeldamaks jäätmete kategooriaid (ohtlike jäätmete kõrvaldamine, tavajäätmete kõrvaldamine, radioaktiivsete jäätmete kõrvaldamine).
- Muu keskkonnainfo kirjeldamaks väljastusvooge (korduvkasutatavad komponendid, materjalid ümbertöötlemiseks, materjalid energia taaskasutamiseks, eksporditud energia).

Peale selle on iga näitaja jaotatud nelja moodulisse (tootmis- ja ehitusetapp, kasutusfaas, elukaare lõpp, süsteemi piiridest väljuvad keskkonnamõjud).

Indeks	Andmed kättesaadavad	Lühend	Tähendus	Ühik
Keskkonnamõjud				
1	Jah	GWP	Globaalse soojenemise potentsiaal	tCO_2eq
2	Jah	ODP	Osoonikihi kahanemise potentsiaal	t_{CFCeq}
3	Jah	AP	Hapestumise potentsiaal	t_{SO2eq}
4	Jah	EP	Eutrofeerumise potentsiaal	t_{PO4eq}
5	Jah	POCP	Fotokeemilise osooni tekke potentsiaal	$t_{Etheneeq}$
6	Jah	ADP-e	Abiootilise kahanemise potentsiaal - elemendid	t_{Sbeq}
7	Jah	ADP-ff	Abiootilise kahanemise potentsiaal - fossiilkütused	GJ NCV

Ressursikasutus, teisesed materjalid ja kütused				
8	Ei	RPE	Taastuva primaarenergia kasutus va taastuvate primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina	GJ NCV
9	Ei	RER	Taastuvate primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina	GJ NCV
10	Jah	RPE-total	Taastuva primaarenergia kasutus kokku (primaarenergia ja primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina)	GJ NCV
11	Ei	Non-RPE	Taastumatu primaarenergia va taastumatud primaarenergiaallikad, mida kasutatakse toormaterjaliks	GJ NCV
12	Ei	Non-RER	Taastumatute primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina	GJ NCV
13	Jah	Non-RPE-total	Taastumatute primaarenergiaallikate kasutus kokku (primaarenergia ja primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina)	GJ NCV
14	Ei	SM	Teiseste materjalide kasutamine	t
15	Ei	RSF	Taastuvate teiseste kütuste kasutamine	GJ NCV
16	Ei	Non-RSF	Taastumatute teiseste kütuste kasutamine	GJ NCV
17	Jah	NFW	Magevee kasutamine	$10^3 m^3$
Muu keskkonnainfo kirjeldamaks jäätmete kategooriaid				
18	Jah	HWD	Ohtlike jäätmete kõrvaldamine	t
19	Jah	Non-HWD	Tavajäätmete kõrvaldamine	t
20	Jah	RWD	Radioaktiivsete jäätmete kõrvaldamine	t
Muu keskkonnainfo kirjeldamaks väljastusvooge				
21	Ei	CR	Korduvkasutatavad komponendid	t
22	Ei	MR	Materjalid ümbertöötlemiseks	t
23	Ei	MER	Materjalid energia taaskasutamiseks	t
24	Ei	EE	Eksporditud energia	t

Tabel 1 : Keskkonnamõjud

Ameco 3 põhiline lisafunktsioon on kasutusfaasi kasutuselevõtt keskkonnamõju arvutustes. See lubab hinnata energiavajadust mitmete hoonesüsteemide jaoks (küte, jahutus…). Arvutused põhinevad mitmel rahvusvahelisel standardil nagu ISO-13370, ISO-13789 ja ISO-13790 aga ka Euroopa standardil (EN 15316).

Amecos on võimalik valida hoone või silla vahel, kuid kasutusfaasi lisa on saadaval ainult hoonete jaoks.

3.2 Seadistamine

Ameco seadistuspakett, mis on tehtud tasuta rakendusega “Install Creator”, sisaldab:

- .exe faili
- kogu vajalikku dünaamikat ja komponentide raamatukogusid (.dll files)
- andmebaase
- abifaile
- keelefaile
- ikoone ja vajalikke pilte.

3.3 Keeled

Ameco on mitmekeelne rakendus. Kõik tekstid, mida kuvatakse GUI-s loetakse eraldi keelefailides, mis on kõik seotud ühe keelega. Tekst keelefailides on rühmitatud plokkidesse ja tuvastatakse märksõnade abil.

3.4 Ühikute haldamine

Parameetrite defineerimiseks on kehtestatud GUI jaoks järgmised ühikud:

Mass:	t
Mõõdud:	m
Plaadi paksused:	mm
Kaugused:	km
Tihedus:	kg/m^3
Korruste pindala	m^2
Energiavajadus	kWh

Keskkonnamõjude ühikud on antud Tabelis 10 (vt § 5.2 Kasutusfaasi globaalsed väljundandmed).

4 Tehniline kirjeldus

4.1 Projekti defineerimine

Mõjude arvutuseks on vaja mitmeid näitajaid, mis kirjeldavad hoonekonstruktsioone, elementide transporti ehitusplatsile ja informatsiooni kasutatud elementide käitlemise kohta peale ehitiselammutamist.

Kasutusfaasi arvutuseks on vaja hoone defineerimiseks mitmeid näitajaid, mida kirjeldatakse järgmistes peatükkides enne üksikasjalikke võrrandeid. Edaspidi märgib täht **m** kalendrikuud ja on vahemikus 1 kuni 12 ning lühend **dir** märgib kas põhja (N), lääne (W), ida (E) või lõuna (S) suunda.

4.1.1 Hoonekonstruktsioonide defineerimine ja üldandmed

4.1.1.1 Üldised parameetrid

Hoone defineeritakse parameetritega, mille määrab Kasutaja:

Pikkus	ℓ_b
Laius	w_b
Korruste arv	$n_{b,fl}$
Hoone kogupindala	$a_{b,fl,custom}$

Hoone kogupindala arvutatakse seosest:

$$a_{b,fl,default} = n_{b,fl}\ \ell_b\ w_b \qquad \text{(Eq 1)}$$

Vastavalt Kasutaja arvutusmeetodi valikule on arvutustes kasutatav põrandapindala järgmine:

$a_{b,fl} = a_{b,fl,custom}$	kui pindala on Kasutaja poolt defineeritud	(Eq 2)
$a_{b,fl} = a_{b,fl,default}$	muudel juhtudel	

Hoone asukoht tuleb valida linnade andmebaasis olevate linnade seast.

Andmebaasis on iga linna jaoks defineeritud järgmised parameetrid:

Riik	
$\theta_{ext}(m)$	välistemperatuur kalendrikuus m [°C]
$I_{sol,k}(m, dir)$	päikesekiirgus suunas *dir* kalendrikuus *m* [W/m²]
$I_{sol,k,roof}(m)$	päikesekiirgus katusel kalendrikuus *m* [W/m²]
$f_{H,shut}(m)$	öise aja osakaal kuus *m* kütterežiimil (kaalumaks lisasoojustust varjestusseadmetest) [-]
$f_{sh,with}(m, dir)$	varjestuselemendi rakendamise kaalutud aeg [-]
Latitude	linna laiuskraad
Climate	võib olla lähispolaarne, vahekliimavööde või troopiline
Geiger Climate	võib olla Csa, Csb, Cfb, Dfb, Dfc

Kliimaparameetrit teades saadakse järgmine parameeter

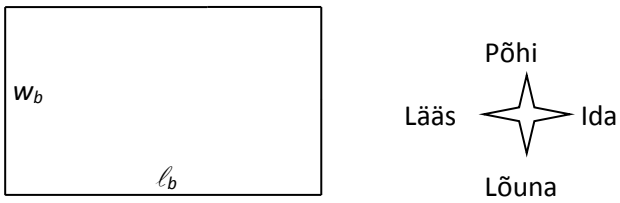
$\Delta\theta_{\mathrm{er}}$	välisõhu ja taeva kiirgustemperatuuride keskmine vahe sõltuvalt kliimast (vt **Tabel 12**) [°C]

Lisa 3 annab tabelid nende väärtuste kohta Coimbras, Tamperes ja Tisimoaras.

Hoonel on võimalik määrata kasutusotstarve (Elamuhoone (RB), Büroohoone (OB), Kaubandushoone (CB) ja Tööstushoone (IB)). Hoone tüübi valik mõjutab mitmeid vaikeväärtusi, mida käsitletakse järgmistes peatükkides.

Hoone on ristküliku kujuline. Sisestatavad andmed on järgmised:

ℓ_b	põhja - lõuna fassaadi pikkus [m]
w_b	ida – lääne fassaadi pikkus [m]
$n_{b,fl}$	vahelagede arv [-]
h_{floor}	korruse kõrgus (kõikide korruste puhul sama) [m]
$a_{b,fl,custom}$	kasutaja poolt sisestatav kogupindala [m²]



Joonis 1 : hoone kuju

Hoone kogupindala arvutatakse seosest:

$$a_{b,fl,default} = (n_{b,fl} + 1).(\ell_b . w_b - \ell_{b0} . w_{b0})$$

Hoone kogupindala, mida kasutatakse Moodulite A, C ja D arvutustes on vahelagede kogupindala. See pindala arvutatakse automaatselt valemist:

$$a_{b,fl,interm,,default} = n_{b,fl} .(\ell_b . w_b - \ell_{b0} . w_{b0})$$

Kasutatakse veel kolme piirkonda:

$A_{conditionedarea}$	konditsioneeritud tsoonide pindala [m²]
A_{area1}	põhiliste konditsioneeritud alade pindala [m²]
A_{area2}	muude konditsioneeritud alade pindala [m²]

Rahuldavad võrrandi:

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

$A_{conditionedarea}$ on võrdne hoone kogupindalaga $a_{b,fl,default}$,samas kui A_{area1} ja A_{area2} arvutataks protsendina suurusest $A_{conditionedarea}$ kasutades **Table 10 Lisas 2** (Piirkond 1 põhiliselt konditsioneeritud alade jaoks ja Piirkond 2 muude konditsioneeritud alade jaoks). Neid kolme piirkonda ei kuvata.

4.1.1.2 Põrandaplaadid

Teraselemendid:

Teraselemendid, mida kasutatakse hoone põrandaplaatide jaoks, defineeritakse järgmiste parameetritega.

Põrandaplaadi tüüp tuleb valida nimekirjast:

- Lihtne plaat (profiilplekita)
- Komposiitplaat
- Plaat, milles on plekk ainult raketisena
- Monteeritav plaat
- Betoonita põrand

Profiilplekid valitakse samast andmebaasist nagu Amecos [1].

Profiilpleki kogumass määratakse valemiga:

$$m_{tss} = m_{ssu}\, a_{b,fl} \qquad \text{(Eq 3)}$$

kus m_{ssu} profiilpleki mass (pindalaühiku kohta) nagu määratud andmebaasis;
$a_{b,fl}$ kogupindala (cf. **Error! Reference source not found.**)

Betoonelemendid:

Betoonelementide puhul kasutatakse järgmisi parameetreid:

Betooni tüübi valikud:

- Kohtbetoon
- Monteeritav

Betooni klassi valikud:

- C20/25
- C30/37

Põranda kogupaksus t_{tfl}
Armatuurteras m_{conrs}

Betooni kogukaal m_{consl} arvutatakse seosest:

$$m_{consl} = a_{b,fl}\, \rho_{consl}\, (t_{tfl} - t_{minss} + V_{tmin}) / 10^6 \qquad \text{(Eq 4)}$$

kus $a_{b,fl}$ põrandate pindala (cf. **Error! Reference source not found.**)
ρ_{consl} = 2360 kg/m^3
t_{mniss} plaadi profiilpleki minimaalne paksus, mis võetakse andmebaasist
V_{tmniss} betooni maht minimaalse plaadi paksuse korral, mis võetakse andmebaasist

Märkused:

- Betoonita põranda puhul, $m_{consl} = 0$
- Profiilplekita plaatide puhul arvestatakse valemis järgmisi väärtusi $t_{minss} = 0$ ja $V_{tmin} = 0$.

4.1.1.3 Kandekonstruktsioon

Teraselemendid:

Konstruktsiooni teraselemente kirjeldavad parameetrid defineeritakse Kasutaja poolt:

Talade kogumass	m_{tsb}
Postide kogumass	m_{tsc}
Tüüblite kogumass	m_{tst}
Poltide kogumass	m_{tbo}
Plaatliidete kogumass	m_{tpl}
Terasprofiilide kao osakaal	s_{plos}

Viimane tähendab, et profiili lõppmassi m saamiseks konstruktsioonis tuleb toota seda profiili m $(1 + s_{plos})$.

Betoonelemendid:

Betoonkonstruktsioonide parameetrid on samad, mis betoonplaatidel:

Betoontalade kogumass	m_{tcb}
Betoonpostide kogumass	m_{tcc}
Armatuurterase kogumass	m_{trs}

Betooni tüübi valikud:

- Kohtbetoon
- Monteeritav

Betooni klassi valikud:

- C20/25
- C30/37

Puitelemendid:

Amecoga alustades käsitletakse puidust elemente mitme näitaja läbi. Uued parameetrid puidust elementide kirjeldamiseks on järgmised:

Talade kogumass	m_{twb}
Postide kogumass	m_{twc}

4.1.1.4 Transport

Betooni transport tootmisest ehitusplatsile:

Betooni transporti määravad parameetrid:

Ehitusplatsil toodetava betooni kaugus	d_{conmix}
Monteeritava betooni kaugus	d_{conreg}

Ameco arvutab ehitusplatsil toodetavad või monteeritavad betoonelemendid järgmiselt:

Ehitusplatsil toodetavad betoonelemendid:	$m_{conmix} = m_1 + m_2$	(Eq 5)
Monteeritavad betoonelemendid:	$m_{conreg} = m_3 + m_4$	(Eq 6)

kus $m_1 = m_{consl}$ kui betoonplaatide betooni tüüp (cf. **Error! Reference source not found.**) on kohtbetoon; teistel juhtudel $m_1 = 0$

$m_2 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ kui betoonitüüp kandvate konstruktsioonielementide jaoks (cf. **Error! Reference source not found.**) on kontbetoon; teistel juhtudel $m_2 = 0$

$m_3 = m_{consl}$ kui betoonitüüp põrandaplaatide jaoks (cf. **Error! Reference source not found.**) on monteeritav; teistel juhtudel $m_3 = 0$

$m_4 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ kui betoonitüüp kandvate konstruktsioonielementide jaoks (cf. **Error! Reference source not found.**) on monteeritav; teistel juhtudel $m_4 = 0$

Terase transport tootmisest ehitusplatsile:

Kasutajal on võimalus rakendada terase transpordile Euroopa andmebaasist keskmisi väärtusi.

Ameco arvutab transporditava terase kogumassi järgnevalt:

$$m_{tstrtot} = m_{tss} + m_{conrs} + m_{tsb} + m_{tsc} + m_{tsst} + m_{tbo} + m_{tpl} + m_{trs} \quad \text{(Eq 7)}$$

Kui ei kasutata keskmisi väärtusi, siis on vajalikud järgmised parameetrid:

Raudteel transporditava terase mass	m_{str}
Raudteel transporditava terase kaugus	d_{str}
Tavaveokitega transporditava terase mass	m_{sreg}
Tavaveokitega transporditava terase kaugus	d_{sreg}

Peale selle peab olema täidetud järgmine seos:

$$m_{tstrtot} = m_{str} + m_{sreg} \quad \text{(Eq 8)}$$

Puidu transport tootmisest ehitusplatsile:

Puidu transporti määravad parameetrid:

Raudteel transporditava puidu mass	m_{wtr}
Raudteel transporditava puidu kaugus	d_{wtr}
Tavaveokitega transporditava puidu mass	m_{wreg}
Tavaveokitega transporditava puidu kaugus	d_{wreg}

Ameco arvutab transporditava puidu kogumassi:

$$m_{twtrtot} = m_{twb} + m_{twc} \quad \text{(Eq 9)}$$

Eq 9 puhul peab olema täidetud järgmine tingimus:

$$m_{twtrtot} = m_{wtr} + m_{wreg} \quad \text{(Eq 10)}$$

4.1.1.5 Elukaare lõpp

Kasutajal on võimalik kõiki elementide elukaare lõppu puudutavaid parameetreid muuta..

Teras:

Teraelementide puhul töödeldakse ümber ainult murdosa pärast hoone lammutamist. Taaskasutatavate elementide protsent on määratud $eol_{element}$. Peale selle saab taaskasutada mõningaid talasid ja poste ja neile rakendatakse kindlat suhtarvu re_{sbc}. See osa materjalist, mida ei töödelda ümber ega taaskasutata läheb kaduma.

Kasutaja poolt määratavad protsendid, mis määravad terase elukaare lõpu on järgmised:

Armatuurterase ümbertöötlus	eol_{srs}
Profiilpleki ümbertöötlus	eol_{sd}

Talade ja postide ümbertöötlus eol_{sbc}
Talade ja postide taaskasutus re_{sbc}
Tüüblite ja poltide taaskasutus eol_{sstbo}
Plaatliidete taaskasutus eol_{spl}

Betoon:

Betoonelemente ei töödelda ümber, aga neid saab väärtustada kruusana. Väärtustatud betoonelementide osakaalu tähistatakse $val_{element}$.

Kasutaja poolt määratud näitajad, mis määravad betooni väärtustamise on järgmised:
Põrandate väärtustamine val_{confl}
Konstruktsiooni väärtustamine val_{const}

Puit:

Pärast hoone lammutamist osa puitelementidest tuhastatakse. Selle protsessi käigus muudetakse osa põlemisel tekkinud energiast elektrienergiaks.

Kasutaja poolt määratud näitajad, mis määravad puidu elukaare lõpu on järgmised:
Puidust elementide tuhastamine energia taaskasutamisega inc_w

4.1.2 Silla andmed

4.1.2.1 Kandekonstruktsioon

Teraselemendid:

Kasutaja poolt määratud näitajad, mis määravad silla teraselemendid:

Profiilide kogumass m_{tspbr}
Tüüblite kogumass m_{tstbr}
Otsaplaatide kogumass m_{tepbr}
Muude profiilide kogumass m_{totbr}
Muu armatuuri kogumass m_{torbr}

Terasprofiilide kao osakaal s_{plos}

Viimane tähendab, et konstruktsiooni profiili lõppmassi m saamiseks tuleb toota seda profiili m $(1 + s_{plos})$.

Betoon:

Silla betoonelemente kirjeldavaid näitajaid modifitseeritakse järgmiselt:
Betooni kogumass m_{tcbr}
Armatuurterase kogumass m_{trsbr}

Betooni tüübi valikud:
- Kohtbetoon
- Monteeritav

Betooni klassi valikud:

- C20/25
- C30/37

4.1.2.2 Transpordi eeldatud tingimused

Betooni transport tootmisest ehitusplatsile:

Betooni transporti määravad näitajad on järgmised:

Ehitusplatsil toodetava betooni kaugus	$d_{conmixbr}$
Monteeritava betooni kaugus	$d_{conregbr}$

Ameco arvutab ehitusplatsil toodetavad või monteeritavad betoonelemendid järgmiselt:

Ehitusplatsil toodetavad betoonelemendid	$m_{conmixbr}$
Monteeritavad betoonelemendid	$m_{conregbr}$

kus $m_{conmixbr} = m_{tcbr}$ kui betoonitüüp elementide puhul on kohtbetoon; teistel juhtudel 0
$m_{conregbr} = m_{tcbr}$ kui betoonitüüp elementide puhul on monteeritav; teistel juhtudel 0

Terase transport tootmisest ehitusplatsile:

Kasutajal on võimalus arvestada terase transpordikeskmiste väärtustega Euroopa andmebaasis.

Ameco arvutab transporditava terase kogumassi järgnevalt:

$$m_{tstrtotbr} = m_{tspbr} + m_{tstbr} + m_{tepbr} + m_{totbr} + m_{torbr} + m_{trsbr} \quad \text{(Eq 11)}$$

Kui ei kasutata keskmisi väärtusi, siis on vajalikud järgmised parameetrid:

Raudteel transporditava terase mass	m_{strbr}
Raudteel transporditava terase kaugus	d_{strbr}
Tavaveokitega transporditava terase mass	m_{sregbr}
Tavaveokitega transporditava terase kaugus	d_{sregbr}

Peale selle peab olema täidetud järgmine seos:

$$m_{tstrtotbr} = m_{strbr} + m_{sregbr} \quad \text{(Eq 12)}$$

4.1.2.3 Elukaare lõpp

Kasutajal on võimalik muuta silla elukaare lõpu elementide näitajaid sarnaselt nagu hoonete puhul.

Teras:

Kasutaja peab määrama terase elukaare lõpu osakaalud sarnaselt nagu hoonete puhul:

Profiilide ümbertöötlus	eol_{spbr}
Profiilide taaskasutus	re_{spbr}
Tüüblite ümbertöötlus	eol_{stbr}
Plaatide ümbertöötlus	eol_{sepbr}
Muude profiilide ümbertöötlus	eol_{sotbr}
Muu armatuuri ümbertöötlus	eol_{sorbr}

Armatuurterase ümbertöötlus eol_{srsbr}

Betoon:

Kasutaja peab määrama betooni väärtustamise protsendi sarnaselt nagu hoonete puhul:
Betooni väärtustamine val_{conbr}

4.1.3 Hoone piirded

4.1.3.1 Fassaadi kuju

Seinade kirjeldus hõlmab endas järgmisi parameetreid:

$A_{lat,tot}(dir)$:	seinte pindala suunas *dir* arvutatakse automaatselt pikkuse ja kõrguse kaudu [m²]
$A_{lat,opening}(dir)$	seinaavade pindala *dir* seinas määratakse fassaadi kogupindala protsendina [m²]
$A_{lat}(dir)$:	seina netopindala suunas *dir* arvutatakse automaatselt $A_{lat,tot}(dir)$ ja $A_{lat,opening}(dir)$ vahena [m²]
$F_{glazing,sh}(dir)$	avade varjestuse takistustegur *dir* seinas, varjatud vaikeväärtus 1.
$F_{walls,sh}(dir)$	varjestuse takistustegur *dir* seinas, varjatud vaikeväärtus 1.

4.1.3.2 Fassaadi omadused

Kasutaja valib seinte ja avade tüübi (*WallType* and *OpeningType*) makro-komponentide nimekirjast (vt **Tabel 14** ja **Table 13** Lisas 2), mille tulemusel uuendatakse seotud muutujaid:

U_{walls}	seinte U-arv [W/(m².K)], mitte muudetav
$k_{m,walls}$	soojusinerts ruutmeetri kohta [J/(m².K)], varjatud ja mitte muudetav
$U_{mean,opening}$	avade U-arv [W/(m².K)], mitte muudetav
g_n	päikeseenergia läbivus kiirguse puhul risti klaasiga, varjatud näitaja (vt **Table 13** Lisas 2) [-]

Varjestuselemendi valik (*ShadingType* and *ShadingColor*, vt **Tabel 19** Lisas 2):

f_f	päikesekiirguse läbivus varjestuselemendiga akna korral [-]

Vaikeväärtused *ShadingType* ja *ShadingColor* jaoks on “Varjestus puudub” ja “Keskmine”. Väärtust ShadingColor ei näidata.
Varjestuselemendi valik (ShutterType, vt **Tabel 11** Lisas 2) mõjutab 4 muutuja väärtust:

R_{sh}	täiendav soojustakistus kindla õhuläbitavusega katete puhul [m².K/W]
ΔR_{high}	suur või väga suur läbitavus [m².K/W]
ΔR_{avg}	keskmine läbitavus [m².K/W]
ΔR_{low}	vähene läbitavus [m².K/W]

Need 4 muutujat on varjatud.
Järgmised muutujad on samuti varjatud:

$NightHeatingActivation$	katete juhtimiseks, kas nad on talveperioodil öösel soojakadude vähendamiseks kinni , on määratud vaikimisi **Tabel 21** järgi Lisas 2.
$DayCoolingActivation$	katete juhtimiseks, kas nad töötavad päeval, et vähendada suveperioodil soojusülekannet akende kaudu, on määratud vaikimisi **Tabel 21** järgi Lisas 2.
$FrameAreaFraction$	vaikimisi 0.3 [-]

4.1.3.3 Alumine põrand

Parameetrid alumise põranda määramiseks:

U_f	alumise põranda U-arv [W/(m².K)]
GroundFloorType	Kasutaja valib alumise põranda tüübi "Põrand pinnasel" või "Tuulutatav"
$D_{concretebasefloor}$	alumise põranda paksus, vaikimisi 0.2 [m]
$M_{steelbasefloor}$	armatuurterase mass, vaikimisi 0 [t]

SoilType (varjatud vaikeväärtus) hõlmab endas kahte muutujat:

(ρc)	pinnase soojusmahtuvus (vt **Tabel 20** Lisas 2), varjatud [J/(m^3.K)]
λ	pinnase soojusjuhtivus (vt **Tabel 20**), varjatud [W/(m.K)]

Teised varjatud muutujad:

w_{ground}	keldri seintepaksus, vaikimisi 0.2, [m]
$P_{eri,custom}$	alumise põranda perimeeter, [m]
$A_{ground,custom}$	alumise põranda pindala, [m²]

Perimeetrit ja alumise põranda pindala ei näidata ja arvutatakse automaatselt valemist:

$$P_{eri} = 2(w_b + l_b)$$
$$A_{ground} = w_b . l_b$$

Sõltuvalt alumisest põrandast (*GroundFloorType*), on määratud järgmised näitajad. Neid ei näidata.

- Põrand pinnasel
  Isolatsiooniks on mitmed võimalused (*Edgeinsulation*): "*puudub*", *horisontaalne*", "*vertikaalne*" või "*mõlemad*".
  Teised näitajad:

$d_{n,hor}$	horisontaalse serva isolatsiooni paksus [mm]
λ_{hor}	horisontaalse serva isolatsiooni soojusjuhtivus [W/(m.K)]
w_{hor}	horisontaalse serva isolatsiooni laius [m]
$d_{n,vert}$	vertikaalse serva isolatsiooni paksus [mm]
λ_{vert}	vertikaalse serva isolatsiooni soojusjuhtivus [W/(m.K)]
w_{vert}	vertikaalse serva isolatsiooni sügavus [m]

- Kelder
  Kelder (*BasementType*) võib olla kas "soojustatud" või "soojustamata".
  Täiendavad näitajad:

h	seina kõrgus maast [m]
h_z	seina kõrgus maa-all [m]

- Tuulutatav
  Näitajad alumise korruse tuulutatud põranda määramiseks:

h	seina kõrgus mast kõrgemal keldriga alumise korruse jaoks [m]
h_z	seina kõrgus maa-all [m]
A_{irflow}	õhuvool, vaikimisi 0.1 [ac/h]
A_{wind}	ventilatsiooniavade pindala perimeetri pikkuse kohta, seatud 1 peale, varjatud [m²/m]
$w_{avgspeed}$	keskmine tuulekiirus 10 m kõrgusel, varjatud [m/s]

  Viimased 3 on ühendatud:

$$w_{avgspeed} = \frac{A_{irflow} . A_{ground} . (h + h_z)}{3600 . P_{eri} . A_{wind}}$$

4.1.3.4 Lisanäitajad

Hoone piiretega on seotud mõned lisanäitajad. Need näitajad on varjatud.

R_{se}	välispinna takistus, vaikimisi 0.04 [m².K/W]
$\alpha_{s,c}$	päikesekiirguse neeldumistegur, vaikimisi 0.5 [-]
h_r	välispinna soojuslik kiirgusläbivus, vaikimisi 4.5 [W/(m².K)]
C_m	sisemine soojusmahtuvus [J/K], arvutatakse:

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

Kus:

$k_{m,walls}$	seinte sisemine soojusmahtuvus [J/K/m²], väärtus vastavalt valitud makro-komponendile
$k_{m,roof}$	katuse sisemine soojusmahtuvus [J/K/m²], väärtus vastavalt valitud makro-komponendile
$k_{m,ext,floor}$	väliste põrandate sisemine soojusmahtuvus [J/K/m²], vaikimisi 50000 J/K/m²
$k_{m,ground}$	alumiste põrandate sisemine soojusmahtuvus [J/K/m²], vaikimisi 50000 J/K/m²
$k_{m,interm,floor}$	vahelagede sisemine soojusmahtuvus [J/K/m²], vaikimisi 50000 J/K/m²
$k_{m,intern,walls}$	siseseinte sisemine soojusmahtuvus [J/K/m²], vaikimisi kahekordne $k_{m,walls}$ väärtus J/K/m²
$Ratio_{intern,walls}$	siseseinte pindaala ja fassaadipindala suhe, vaikimisi 40%

4.1.3.5 Katus

Kasutaja valib katuse makro-komponendid **Tabel 22** Lisas 2.
Katuse määravad järgmised näitajad:

U_{roof}	lamekatuse U-arv, vaikeväärtus sõltub makro-komponendist, pole muudetav [W/(m².K)]
$A_{ext,floor}$	välise põranda kogupindala, vaikimisi 0, varjatud [m²]
A_{roof}	katuse lameda osa kogupindala, vaikeväärtus arvutatakse vastavalt hoone mõõtmetele, varjatud [m²]
$A_{slopedroof}$	kaldkatuse kogupindala, vaikimisi 0, varjatud [m²]
$A_{roof,opening}$	katuseavade kogupindala, vaikimisi 0, varjatud [m²]
$F_{glazing,sh,roof}$	katuseavade varjestuse takistus, vaikimisi 0, varjatud
$U_{slopedroof}$	kaldkatuse U-arv, vaikimisi 0, varjatud [W/(m².K)]
$U_{ext,floor}$	välise põranda U-arv, vaikimisi 0, varjatud [W/(m².K)]
$U_{floorunconditionedspace}$	konditsioneerimata ruumi põranda U-arv, vaikimisi 0, varjatud [W/(m².K)]

4.1.4 Hoone kasutustingimused

Hoone kasutustingimused on jagatud päevas kolme perioodi; peale selle eristatakse töö- ja puhkepäevi. Lõpetuseks arvestatakse kasutustingimuste juures järgmisi elemente: ühelt poolt inimaktiivsust ja teiselt poolt valguse vajadust. Need valikud võivad olla erinevad primaarsetes konditsioneeritud alades (piirkond 1) ja teistes konditsioneeritud alades (piirkond 2).

Kõiki 24 valikut kirjeldavad 3 väärtust:

$h_{function,beg,place,Date,i}$ algusaeg [h]
$h_{function,end,place,Date,i}$ lõppaeg [h]
$Gain_{function,place,Date,i}$ sisemine vabasoojus [h]

Kus *function* Є {occupancy; light}, *place* Є {area 1; area 2}, *Date* Є {Monday to Friday; Saturday to Sunday}, i Є {1; 2; 3}.

Vaikeväärtused on näidatud **Tabel 24** kuni **Tabel 27** (Lisas 1) olenevalt hoonetüübist. Need 24 väärtust on varjatud.

Sisetingimused on seotud kasutusmugavusega ja määratud nelja parameetriga. Vaikeväärtused on määratud **Tabel 28** järgi Lisas 1 ja neid ei saa muuta:

$\theta_{int,set,H}$ küttetemperatuur [°C]
$\theta_{int,set,C}$ jahutustemperatuur [°C]
n_H õhuvoolu hulk kütterežiimis (per m²) [m^3/(h.m²)]
n_C õhuvoolu hulk jahutusrežiimis (per m²) [m^3/(h.m²)]

4.1.5 Hoone tehnosüsteemid

Käsitletakse nelja tehnosüsteemi.

4.1.5.1 Küttesüsteem

Kasutaja peab määrama küttesüsteemi tüübi ($\eta_{HeatingType_System}$, vt **Tabel 15** Lisas 2).

Valik mõjutab küttesüsteemi efektiivsust, mida kasutatakse arvutustes:

$\eta_{HeatingEfficiencySystem}$ küttesüsteemi efektiivsus, tavarežiimis varjatud [-]

Kasutatava energia ($EnergyType_{heating}$) vaikeväärtus määratud vastavalt **Tabel 30** Lisas 2, üleminekutegur lõplikust energiast primaarenergiale:

$k_{energytype,heating}$ energia tüüp (vt **Tabel 18** Lisas 2) [kgoe/kWh]

Need kaks välja on varjatud.

Järgmisi näitajaid kasutatakse, aga ei näidata. Väärtused on määratud vastavalt **Tabel 29** Lisas 2.

$h_{begd,heating}$ töögraafiku algusaeg [h]
$h_{end,heating}$ töögraafiku lõppaeg [h]
$NbDay_{working,heating}$ tööpäevade arv nädalas [-]

4.1.5.2 Jahutussüsteem

Kasutaja peab määrama jahutussüsteemi tüübi ($\eta_{CoolingType_System}$, vt **Tabel 16** Lisas 2).

Valik mõjutab jahutussüsteemi efektiivsust, mida kasutatakse arvutustes:

$\eta_{CoolingEfficiencySystem}$ jahutussüsteemi efektiivsus, tavarežiimis varjatud [-]

Kasutatava energia ($EnergyType_{cooling}$) vaikeväärtus määratud vastavalt **Tabel 30** Lisas 2, üleminekutegur lõplikust energiast primaarenergiale:

$k_{energytype,cooling}$ energia tüüp (vt **Tabel 18** Lisas 2) [kgoe/kWh]

Need kaks välja on varjatud.

Lõpetuseks nagu ka küttesüsteemide puhul on määratud sarnane näitaja, mis on varjatud ja mille vaikeväärtuse leiab **Tabel 31**:

$NbDay_{working,cooling}$ tööpäevade arv nädalas [-]

4.1.5.3 Ventilatsioonisüsteem

Ventilatsioonisüsteemi valik tugineb soojustagastussüsteemi kasutusele ($HeatRecovery$). Sellisel juhul on süsteemi omadused:

$HeatRecovery\%$ õhuvoolu osakaal, mis läbib soojustagastussüsteemi, vaikimisi 0.8, varjatud [-]

η_{hru} soojustagastussüsteemi efektiivsus, vaikimisi 0.6, varjatud [-]

4.1.5.4 Sooja tarbevee (STV) süsteem

STV süsteemi tüüp ($\eta_{TypeDHW}$, vt **Tabel 17** Lisas 2) on seotud STV süsteemi efektiivsusega:

η_{DHW} STV süsteemi efektiivsus, tavarežiimis varjatud [-]

Kasutatav energia ($EnergyType_{DHW}$), vaikeväärtus määratud vastavalt **Tabel 32**, üleminekutegur lõplikust energiast primaarenergiale:

$k_{energytype,DHW}$ energia tüüp (vt **Tabel 18**) [kgoe/kWh]

STV süsteem sõltub mitmest parameetrist:

$\theta_{w,t}$ soovitud veetemperatuur kraanis, vaikimisi 60, varjatud [°C]

$\theta_{w,outside}$ soovitud veetemperatuur, vaikimisi 15, varjatud [°C]

$DHW_{energyreduction}$ taastuva energia osakaal STV tarbitavas energias, vaikimisi 0, varjatud [-]

4.2 Konstandid ja spetsiifilised parameetrid

Üldised konstandid:

$MonthLength(m)$ sekundite arv kuus *m* megasekundites

$MonthDay(m)$ päevade arv kuus *m* [-]

$NbDayWorking(m)$ tööpäevade arv kuus *m* [-]

Järgnevaid spetsiifilisi näitajad käsitletakse konkreetsel viisil. Esialgselt on nad sisestatavad andmed, aga kuna nende mõte ei pruugi kasutaja jaoks selge olla käsitletakse neid AMECO 3-s kui konstante.

F_w parandustegur selgele klaasile [-]

f_w tuulevarju tegur [-]

$b_{tr,U}$ parandustegur konditsioneerimata ruumidele [-]

$\mathrm{F_{r,v}}$ kiirgustegur vertikaalsele katusele [-]

$\mathrm{F_{r,h}}$ kiirgustegur horisontaalsele seinale [-]

Spetsiifilised parameetrid **kütterežiimile**:

$k_{D,cor,H}$	parandustegur pinna soojusülekandele läbivuse teel [-]
$k_{cor,ve,H}$	parandustegur soojusülekandele ventilatsiooni kaudu [-]
$k_{cor,int,H}$	parandustegur sisemisele vabale soojusele [-]
$k_{cor,H}$	parandustegur päikesest tulenevale vabasoojusele [-]
a_{H0}	dimensioonita arvuline baasparameeter [-]
τ_{H0}	baasaja konstant [h]
$b_{H,red}$	empiiriline parandustegur (seatud kolmele) [-]

Mõned nendest parameetritest sõltuvad Geigeri kliimaklassifikatsioonist ja varjestuselemendi olemasolust (vt **Tabel 23**).

Spetsiifilised parameetrid **jahutusrežiimile:**

$k_{D,cor,C}$	parandustegur pinna soojusülekandele läbivuse teel [-]
$k_{cor,ve,C}$	parandustegur soojusülekandele ventilatsiooni kaudu [-]
$k_{cor,int,C}$	parandustegur sisemisele vabale soojusele [-]
$k_{cor,C}$	parandustegur päikesest tulenevale vabasoojusele [-]
a_{C0}	dimensioonita arvuline baasparameeter [-]
τ_{C0}	baasaja konstant [h]
$b_{C,red}$	empiiriline parandustegur (seatud kolmele) [-]

Mõned nendest parameetritest sõltuvad Geigeri kliimaklassifikatsioonist ja varjestuselemendi olemasolust (vt **Tabel 23**).

Konstant sooja tarbevee jaoks:

EN15316-3-1-le vastavalt defineeritakse järgmised kolm konstanti (elamud).

$X = 62$ [l/(day.m²)]

$Y = 160$ [l/(day.m²)]

$Z = 2$ [l/(day.m²)]

4.3 Arvutused konstruktsiooni keskkonnamõjudele

4.3.1 Põhimõtted

Ameco kasutatav meetod sisaldab 24 keskkonnamõju näitajat, mis on kõik jagatud nelja moodulisse:

- Moodul A: Tootmis- ja ehitusetapp
- Moodul B: Kasutusfaas
- Moodul C: Elukaare lõpp
- Moodul D: Süsteemi piiridest väljuvad keskkonnamõjud

24 indikaatorit järgivad samu arvutusi. Nende ainus vahe seisneb kordajate väärtustes, mis on antud tabelites 2 ja 3.

Iga kordaja nimetus on antud Tabelis 2 ja väärtused järgmistes peatükkides. Ameco siin peatükis määratud parameetrid on nähtavad ka Amecos. Kõikide siin peatükis olevate parameetrite väärtused kehtivad nii hoonete kui ka sildade puhul. Neid ei ole võimalik muuta.

Mõjutegurite väärtused on Amecos määratud kümne indikaatoriga. Ülejäänud 14 puhul on nad seatud nulliks.

Arvestatavad mõjutegurite väärtused	Nimetus
RER: Terasplaat worldsteel	$k_{RERStPl}$
RER: Terasprofiilid worldsteel	$k_{RERStSec}$
GLO: Terasarmatuur worldsteel	k_{GLOSt}
RER: Tsingitud teras worldsteel	$K_{RERStHDG}$
DE: Betoon C20/25 PE	$k_{DEConC20}$
DE: Betoon C30/37 PE	$k_{DEConC30}$
DE: Liimpuit PE [1 kg kohta]	k_{DEW}
GLO: Väärtused vanarauale worldsteel	k_{GLO}
Terashoonete lammutamine – 1 kg töötlemise mõju	$k_{StBldgDem}$
CH: kõrvaldamine, hoone, betoon, armeerimata, lõplik kõrvaldamine	k_{CHCon}
CH: kõrvaldamine, hoone, armatuurteras, lõplik kõrvaldamine	k_{CHSt}
CH: kõrvaldamine, hoone, betoon, armeerimata, sorteerimisjaama [s.h. 40% sanitaarprügila]	$k_{CHConPlt}$
CH: kõrvaldamine, hoone, armatuurteras, sorteerimisjaama	$k_{CHStPlt}$
CH: kõrvaldamine, betoon, 5% vett, inertmaterjali jäätmehoidlasse	$k_{CHConLdf}$
CH: kruus, määramata, kaevanduses	k_{CHGr}
RER: Inertmaterjalide (Teras) ladestamine PE	$k_{RERStLdf}$
EU-27: Puidupõhiste jäätmete põletus (OSB, kiudplaat) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg puitu]	k_{EUWWa}
Krediit jäätmete põletuse puhul (agg minus p-agg)	k_{Wa}
EU-27: Puidujäätmete prügila (OSB, kiudplaat) PE <p-agg>	k_{EUWLdf}
CH: kõrvaldamine, inertmaterjal, 0% vett, sanitaarprügilasse	k_{CHLdf}
RER: Veoki transport PE [1t km kohta]	k_{RERALT}
Rongitransport [1 t km kohta]	k_{Tr}
Betooni transport veokiga [100 kg km kohta]	k_{Cont}
Keskmine Euroopa terase transport [1 t kohta Euroopa keskmisel distantsil]	k_{StAvg}
EU-27: Elektrivõrgu tarbimise PE [1 kWh]	k_{EUElec}
Elektrienergia tarbimise taastamine	k_{EOR}
RER: Terasplaat worldsteel (vanaraua sisend)	$k_{RERStPl0}$

RER: Terasprofiil worldsteel (vanaraua sisend)	$k_{RERStSec0}$
RER: Kuumtsingitud teras (vanaraua sisend)	$k_{RERStHDG0}$
GLO: Terasarmatuur worldsteel (vanaraua sisend)	k_{GLOSt0}

Tabel 2 : Kordaja nimetus

Lühendid, mida kasutatakse **Tabel 2** :

- GLO : Globaalne (keskmine)
- DE : Saksamaa (keskmine)
- CH : Šveits (keskmine)

Viiel viimasel kordajal (ühikuta) on sama väärtus kõikide näitajate puhul:

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

Tabel 3 : Vanaraua sisendi väärtuste koefitsendid

4.3.1.1 Parameetrid, mis kirjeldavad keskkonnamõju

Tabel 4 sisaldab kordajate väärtusi näitajatele GWP, ODP, AP, EP, POCP, ADP-elemendid, ADP-fossiilkütused.

	GWP	ODP	AP	EP	POCP	APD-e	ADP-ff
	t CO2 eq / t	t CFC eq / t	t SO2 eq / t	t Ethene eq / t	t PO4 eq / t	t Sb eq / 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

Tabel 4 : Keskkonnategurite väärtused

4.3.1.2 Parameetrid, mis kirjeldavad ressursside kasutamist, teiseseid materjale ja kütuseid ning veekasutust

Tabelis 5 on kolme näitaja kordajad:

- Taastuva primaarenergia kasutus (primaarenergia ja primaarenergia allikaid kasutatakse toormaterjalina) [RPE-Total].
- Taastumatu primaarenergia kasutus (primaarenergia ja primaarenergia allikaid kasutatakse toormaterjalina) [Non RPE-Total].
- Magevee kasutus [NFW].

	RPE-Total	Non RPE total	NFW
	GJ NCV / t	GJ NCV / t	$10^3 m^3$ / 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

Tabel 5 : Kasutatavate ressursside väärtused, teisesed materjalid ja kütused, ning veekasutuse kordajad

Andmete puudumise tõttu on järgmiste näitajate väärtused seatud nulliks (mis muudab mõju väärtuse nulliks):

- Taastuvate primaarenergiaallikate kasutamine va taastuvate primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina [RPE].
- Taastuvate energiaallikate kasutamine toormaterjalina [RER].
- Taastumatu primaarenergia va taastumatud primaarenergiaallikad, mida kasutatakse toormaterjaliks [Non-RPE].
- Taastumatute energiaallikate kasutamine toormaterjalina [Non-RER].
- Teiseste materjalide kasutamine [SM].
- Taastuvate teiseste kütuste kasutamine [RSF].

- Taastumatute teiseste kütuste kasutamine [Non-RSF].

4.3.1.3 Muu keskkonnaalane informatsioon kirjeldamaks jäätmete kategooriaid

Tab sisaldab järgmiste näitajate kordajaid:
- Ohtlike jäätmete kõrvaldamine.
- Tavajäätmete kõrvaldamine.
- Radioaktiivsete jäätmete kõrvaldamine.

	Ohtlike jäätmete kõrvaldamine	Tavajäätmete kõrvaldamine	Radioaktiivsete jäätmete kõrvaldamine
	t /t	t / t	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
$k_{DEConC20}$	0.000E+00	0.000E+00	-1.859E-05
$k_{DEConC30}$	0.000E+00	0.000E+00	-2.164E-05
k_{DEW}	0.000E+00	1.483E+00	4.461E-04
k_{GLO}	-1.536E-05	-3.524E-06	5.177E-04
$k_{StBldgDem}$	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
k_{CHCon}	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
k_{CHSt}	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
$k_{CHConPlt}$	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
$k_{CHStPlt}$	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
$k_{CHConLdf}$	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
k_{CHGr}	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
$k_{RERStLdf}$	0.000E+00	1.000E+00	-3.459E-06
k_{EUWWa}	0.000E+00	-6.430E-02	-3.659E-05
k_{Wa}	0.000E+00	1.940E+00	9.767E-04
k_{EUWLdf}	0.000E+00	4.813E-01	-1.972E-05
k_{CHLdf}	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
k_{RERALT}	0.000E+00	0.000E+00	-9.099E-07
k_{Tr}	0.000E+00	0.000E+00	-3.383E-05
k_{Cont}	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
k_{StAvg}	0.000E+00	0.000E+00	-5.190E-03
k_{EUElec}	0.000E+00	-1.827E+00	-1.220E-03

Tabel 6 : Muu keskkonnaalase informatsiooni väärtused kirjeldamaks jäätmete kategooriaid

4.3.1.4 Muu keskkonnainfo kirjeldamaks väljastusvooge

Järgneva nelja näitaja kordajad pole teada ja on Ameco 3 süsteemis võrdsustatud nulliga:
- Korduvkasutatavad komponendid.
- Materjalid ümbertöötlemiseks.
- Materjalid energia taaskasutamiseks.
- Eksporditud energia.

4.3.2 Hoone mõju keskkonnale

4.3.2.1 Moodul A

Valemid keskkonnamõjude hindamiseks moodulis A:

Moodul A			
Tootmisetapp	A1 Toormaterjali varu	Põrandate betoon	$m_{consl}\ k_{DECon}$
		Profiilplekk	$m_{tss}\ k_{RERStHDG}$
		Konstruktsioonibetoon	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ k_{DECon}$
		Terasarmatuur	$(m_{conrs} + m_{trs})\ k_{GLOSt}$
		Terastalad	$m_{tsb}\ (1 + S_{plos})\ k_{RERStSec}$
		Teraspostid	$m_{tsc}\ (1 + S_{plos})\ k_{RERStSec}$
		Puittalad	$m_{twb}\ k_{DEW}$
		Puitpostid	$m_{twc}\ k_{DEW}$
	A3 Tootmine	Tootmiskaod	$(m_{tsb} + m_{tsc})\ S_{plos}\ k_{RERALT}$ / 10
		Terastüüblid ja poldid	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{GLOSt}$
		Plaatliited	$m_{tpl}\ k_{RERStPl}$
	A1-A3	Makro-komponent	
Ehitusprotsessi staadium	A4 Transport	Betoon - segistiveok	$m_{conmix}\ d_{conmix}\ k_{Cont}$ / 100
		Betoon - tavaveok	$m_{conreg}\ d_{conreg}\ k_{RERALT}$ / 1000
		Teras - tavaveok	$m_{sreg}\ d_{sreg}\ k_{RERALT}$ / 1000
		Teras - raudtee	$m_{str}\ d_{str}\ k_{Tr}$ / 1000
		Teras – keskmine transport	$m_{tstrtot}\ k_{StAvg}$
		Puit - raudtee	$m_{wtr}\ d_{wtr}\ k_{Tr}$ / 1000
		Puit - tavaveok	$m_{wreg}\ d_{wreg}\ k_{RERALT}$ / 1000
		Makro-komponent	
Moodul A kokku			Moodul A koguste summa

Tabel 6 : keskkonnamõjud Moodulile A

Tabelis esile tõstetud võrrandid näitavad LVS3 projekti raames muudetud või lisatud seoseid.

Arvestades lisatud parameetreid alumisele põrandale, on muudetud järgmisi võrrandeid:

Betooni kogumass $m_{consl,LVS3}$:

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

Terasarmatuuri kogumass:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor})\ k_{GLOSt}$$

Tootmisetapis võetakse arvesse lisaosa:

$$Macro - component_{A1-A3} = \sum_{dir} A_{lat}(dir)\,.\,k_{A1-A3,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir)\,.\,k_{A1-A3,opening}$$

Transporditud terase kogumass $m_{tstrtot,LVS3}$ on nüüd:

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

Ehitusprotsessis arvestatakse lisaosa:

$$Macro - component_{A4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \,.\, k_{A4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \,.\, k_{A4,opening}$$

Näitajate $k_{A1\text{-}A3,wall}$, $k_{A4,wall}$, $k_{A1\text{-}A3,opening}$ ja $k_{A4,opening}$ väärtused on toodud Lisas 4.

4.3.2.2 Moodul B: Kasutusfaas

Kasutusfaasi arvutus on mitmeosaline. Esimese sammuna arvutatakse alumise korruse omadused.

Seejärel hinnatakse ruumide kütteks kuluvat energiat ja päikesest tulenevat vabasoojust.

Sarnast protseduuri kasutatakse ruumide jahutuse ja päikesest tuleneva vabasoojuse arvutamiseks.

Järgmine samm on pühendatud sooja tarbevee süsteemile.

Viimasena kõik need arvutused summeeritakse.

4.3.2.2.1 Alumise korruse omaduste hindamine (ISO 13370)

Selle osa eesmärk on arvutada H_g,H_{pi}, H_{pe}, α ja β.

Sõltumata *GroundFloorType*'ist on järgmised vahepealsed väärtused hinnangulised:

$$B' = \frac{A_{ground}}{0.5P_{eri}}$$

$$d_{ground} = w_{ground} + \frac{\lambda}{U_f}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{3.15\ 10^7\lambda}{\pi(\rho c)}}$$

$$U_g = \frac{2.\lambda}{\pi B' + d_{ground}} \,.\, ln\left(1 + \frac{\pi B'}{d_{ground}}\right)$$

- Kuna sisetemperatuur eeldatakse olevat konstant, siis järelikult:

$$H_{pi} = 0$$

- Peale selle peetakse väärtust α alumise põranda tüübi jaoks unikaalseks:

$$\alpha = 0$$

Teised näitajad sõltuvad esimese korruse põranda tüübist.

- **Põrand pinnasel**

- β on 1 alumise korruse plaadi korral:
$\beta = 1$

<u>H_g arvutus:</u>

$$U = \begin{cases} U_g & if\ d_{ground} < B' \\ \dfrac{\lambda}{0.457\mathrm{B}' + d_{ground}} & \text{teistel juhtudel} \end{cases}$$

Sellest järeldub:

$$H_g = U.A_{ground}$$

<u>H_{pe} arvutus:</u>

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

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

$$H_{pe,hor} = 0.37P_{eri}.\lambda.\left[\left(1 - exp\left(-\frac{w_{hor}}{\delta}\right)\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,hor}}\right) + exp\left(-\frac{w_{hor}}{\delta}\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right)\right]$$

$$H_{pe,vert} = 0.37P_{eri}.\lambda.\left[\left(1 - exp\left(-\frac{2.w_{vert}}{\delta}\right)\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,vert}}\right) + exp\left(-\frac{2.w_{vert}}{\delta}\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right)\right]$$

$$H_{pe} = \begin{cases} 0.37P_{eri}.\lambda.ln\left(1 + \dfrac{\delta}{d_{ground}}\right) & kui\ edgeinsulation = puudub \\ H_{pe,hor} & kui\ edgeinsulation = horisontaalne \\ H_{pe,vert} & kui\ edgeinsulation = vertikaalne \\ min(H_{pe,hor}; H_{pe,vert}) & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

- **Kelder**

- β on üks keldri korral:
$\beta = 1$

<u>H_g arvutus:</u>

$$U_{bf} = \begin{cases} \dfrac{2\lambda}{\pi B' + d_{ground} + 0.5h_z}\ln\left(1 + \dfrac{\pi B'}{d_{ground} + 0.5h_z}\right) & if\ d_{ground} + 0.5h_z < B' \\ \dfrac{\lambda}{0.457\mathrm{B}' + d_{ground} + 0.5h_z} & else \end{cases}$$

$$d_w = \frac{\lambda}{U_{walls}}$$

$$U_{bw} = \begin{cases} \dfrac{2\lambda}{\pi h_z}.\left(1 + 0.5\dfrac{d_w}{d_w + h_z}\right).\ln\left(1 + \dfrac{h_z}{d_w}\right) & if\ d_w < d_{ground} \\ \dfrac{2\lambda}{\pi h_z}.\left(1 + 0.5\dfrac{d_{ground}}{d_{ground} + h_z}\right).\ln\left(1 + \dfrac{h_z}{d_{ground}}\right) & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

$$V = A_{ground}.(h + h_z)$$

$$U'_H = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{A_{ground}}{A_{ground}.U_{bf} + h_z.P_{eri}.U_{bw} + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_H.V}}$$

$$U'_C = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{A_{ground}}{A_{ground}.U_{bf} + h_z.P_{eri}.U_{bw} + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_C.V}}$$

$$H_g = \begin{cases} A_{ground}.U_{bf} + h_z.P_{eri}.U_{bw} & kui\ BasementType = köetud \\ U'_H.A_{ground} & kui\ BasementType = kütmata\ ja\ kütte\ arvutamiseks \\ U'_C.A_{ground} & kui\ BasementType = kütmata\ ja\ jahutuse\ arvutamiseks \end{cases}$$

<u>H_{pe} arvutus:</u>

$$H_{pe} = \begin{cases} 0.37P_{eri}.\lambda.\left[exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + 2.\left(1 - exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_w}\right)\right] & kui\ BasementType = köetud \\ A_{ground}.U_f.\frac{0.37P_{eri}.\lambda.\left(2 - exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_H.V}{\frac{(A_{ground} + h_z.P_{eri}).\lambda}{\delta} + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_H.V + A_{ground}.U_f} & kui\ BasementType = kütmata\ ja\ kütte\ arvutamiseks \\ A_{ground}.U_f.\frac{0.37P_{eri}.\lambda.\left(2 - exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_C.V}{\frac{(A_{ground} + h_z.P_{eri}).\lambda}{\delta} + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_C.V + A_{ground}.U_f} & kui\ BasementType = kütmata\ ja\ jahutuse\ arvutamiseks \end{cases}$$

- **Tuulutatav põrand**

- β on null tuulutatava põranda korral:
$\beta = 0$

<u>H_g arvutus</u>

$$U_x = \frac{2.h.U_{walls}}{B'} + \frac{1450.A_{wind}.w_{avgspeed}.f_w}{B'}$$

$$U_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g}}$$

$$H_g = U_{eq}.A_{ground}$$

<u>H_{pe} arvutus</u>

$$H_{pe} = U_f . \frac{0.37 P_{eri} . \lambda . ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + U_x . A_{ground}}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x + U_f}$$

4.3.2.2.2 Energiavajadus ruumi kütmiseks ja vabasoojus päikeseenergiast

Energiavajaduse ja päikeseenergia vabasoojuse arvutused on kütte ja jahutuse jaoks üsna sarnased. Ainult paar võrrandit erinevad ja osadel muutujatel on kindel väärtus olenevalt kasutatavast režiimist. Seega põhinevad arvutused programmis Ameco 3 samal moodulil ja mõlema režiimi eripära võetakse arvesse.

- **Eelülesanne**

Enne ruumide kütteks kuluva energia arvutuste tegemist määratakse kütterežiimiga seotud muutujad. Need on:

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

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

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

$$\overline{\theta_\iota} = \theta_{int,set,H}$$

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

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

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

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

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

$$AFR_{floor} = n_H$$

$$a_0 = a_{H0}$$

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

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

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

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

- **Soojusülekanne läbivuse teel**

Järgmised valemid keskenduvad soojusülekandele pinnasesse.

Keskmine aastane välistemperatuur:

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

Muutuste amplituudid igakuisest keskmisest temperatuurist:

$$\widehat{\theta_\iota} = 0$$

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

Kuu keskmised temperatuurid kuu *m* jaoks:

$$\theta_i(m) = \overline{\theta_\iota} - \widehat{\theta_\iota}.cos\left(2\pi\frac{m-\tau_m}{12}\right)$$

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

Kus τ_m tähistab kuud, mil välistemperatuur on madalaim.

Kuupõhine soojusvoo hulk:

$$\emptyset(m) = H_g.(\overline{\theta_\iota} - \overline{\theta_e}) - H_{pi}\widehat{\theta_\iota}.cos\left(2\pi\frac{m-\tau_m+\alpha}{12}\right) + H_{pe}\widehat{\theta_e}.cos\left(2\pi\frac{m-\tau_m-\beta}{12}\right)$$

Millest saab arvutada kuupõhise soojuserikadu:

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

Lõpuks saab välja arvutada kogu soojusülekande:

$$Q_{tr,g}(m) = \frac{24}{1000}.\emptyset(m).MonthDay(m)\ [\mathrm{kWh}]$$

Soojusülekannet läbivuse teel hinnatakse mitmete hoone välispiirete puhul, kuid põhiliselt seinte, klaaspindade, katuse, välise põranda ja alumise põranda puhul.

<u>Seinad</u>

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

Kasutades seinte kogu külgpindala arvutatakse seinte soojusülekanne väliskeskkonda läbivuse teel:

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

Seejärel seinte kogu soojusülekanne läbivuse teel:

$$Q_{tr,walls}(m) = \frac{H_{D,walls}}{3.6}\left(\overline{\theta_\iota} - \theta_{ext}(m)\right).MonthLength(m)\ [\mathrm{kWh}]$$

<u>Klaaspinnad</u>

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

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

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

Klaaspindade soojusülekanne väliskeskkonda läbivuse teel:

$$H_{D,glazing}(m) = \begin{cases} U_{W+shut}(m).A_{lat,opening}.k_{D,cor} & if\ NightHeatdingActivation = YES \\ U_{mean,opening}.A_{lat,opening}.k_{D,cor} & \text{teistel juhtudel} \end{cases}$$

Seotud klaaspindade kogu soojusülekanne läbivuse teel:

$$Q_{tr,glazing}(m) = \frac{H_{D,glazing}(m)}{3.6}\left(\overline{\theta_i} - \theta_{ext}(m)\right).MonthLength(m)\ [\text{kWh}]$$

<u>Väline põrand ja alumine põrand</u>

Välise põranda soojusülekande koefitsent läbivuse teel:

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

Välise põranda kogu soojusülekanne läbivuse teel:

$$Q_{tr,ext,floor}(m) = \frac{H_{D,ext,floor}}{3.6}\left(\overline{\theta_i} - \theta_{ext}(m)\right).MonthLength(m)\ [\text{kWh}]$$

Kogu soojusülekanne maapinda läbivuse teel:

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

<u>Katus</u>

Katuse soojusülekanne läbivuse teel arvutatakse sarnaselt teiste koefitsentidega:

$$H_{D,roof} = U_{roof}.A_{roof}.k_{D,cor}$$

$$H_{D,pitchedroof} = U_{slopedroof}.A_{slopedroof}.b_{tr,U}.k_{D,cor}$$

Katuse kogu soojusülekanne läbivuse teel:

$$Q_{tr,roof}(m) = \frac{H_{D,roof}}{3.6}\left(\overline{\theta_i} - \theta_{ext}(m)\right).MonthLength(m)\ [\text{kWh}]$$

$$Q_{tr,pitchedroof}(m) = \frac{H_{D,pitchedroof}}{3.6}\left(\overline{\theta_i} - \theta_{ext}(m)\right).MonthLength(m)\ [\text{kWh}]$$

Kogu soojusülekanne läbivuse teel arvutatakse:

$$Q_{tr}(m) = Q_{tr,walls}(m) + Q_{tr,glazing}(m) + Q_{tr,ext,floor}(m) + Q_{tr,roof}(m) + Q_{tr,ground}(m) + Q_{tr,pitchedroof}(m) \quad [\text{kWh}]$$

Soojusülekande koefitsendid läbivuse teel maapinda ja konditsioneerimata ruumidesse:

$$H_{g,cor}(m) = H_g(m).k_{D,cor}$$

$$H_u = A_{slopedroof}.U_{unconditionedarea}.b_{tr,U}.k_{D,cor}$$

Üldine soojusülekande koefitsent läbivuse teel arvutatakse:

$$H_D(m) = H_{D,walls} + H_{D,glazing}(m) + H_{D,ext,floor} + H_{D,roof}$$

$$H_{tr,adj}(m) = H_D(m) + H_{g,cor}(m) + H_u$$

- **Soojusülekanne ventilatsiooni kaudu**

Soojusülekanne ventilatsiooni kaudu hõlmab järgmisi valemeid:

Õhuvoolu hulk (m^3/s):

$$q_{ve,k} = \frac{AFR_{floor}.h_{floor}.A_{conditionedarea}}{3600}$$

Temperatuuri korrigeerimise tegurid:

$$b_{ve,k} = \begin{cases} 1 & if\ HeatRecovery = NO \\ 1 - \frac{HeatRecovery\%}{100}.\eta_{hru} & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

Keskmine õhuvool ajaühikus (m^3/s):

$$q_{ve,k,mn} = q_{ve,k}.f_{ve,t,k}$$

Kus õhuvoolu toimimisaja suhteline osakaal päevas on:

$$f_{ve,t,k} = 1 - \frac{HeatRecovery\%}{100}$$

See koefitsent varieerub 0.99 ja 1.0 vahel, sest η_{hru} jääb 0 ja 1 vahele.

Soojusülekande koefitsent ventilatsiooni kaudu on:

$$H_{ve,adj} = 1200.b_{ve,k}.q_{ve,k,mn}$$

Kogu soojusülekanne ventilatsiooni kaudu:

$$Q_{ve}(m) = \frac{H_{ve,adj}}{3.6}\left(\overline{\theta_i} - \theta_{ext}(m)\right).MonthLength(m).k_{cor,ve}\ [\text{kWh}]$$

- **Sisemine vabasoojus**

Sisemine vabasoojus arvutatakse sama meetodiga tingituna nii olemasolevatest seadmetest, kasutusest kui ka hoone valgustust.

Mõned vahepealsed muutujad:

$$\begin{aligned} PartA = A_{area1}.\Big[&\left|h_{occ,beg,kitch,MtoF,1} - h_{occ,end,kitch,MtoF,1}\right|.Gain_{occ,kitch,MtoF,1} \\ &+ \left|h_{occ,beg,kitch,MtoF,2} - h_{occ,end,kitch,MtoF,2}\right|.Gain_{occ,kitch,MtoF,2} \\ &+ \left|24 - h_{occ,beg,kitch,MtoF,3} + h_{occ,end,kitch,MtoF,3}\right|.Gain_{occ,kitch,MtoF,3}\Big] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PartB = A_{area2}.\Big[&\left|h_{occ,beg,other,MtoF,1} - h_{occ,end,other,MtoF,1}\right|.Gain_{occ,other,MtoF,1} \\ &+ \left|h_{occ,beg,other,MtoF,2} - h_{occ,end,other,MtoF,2}\right|.Gain_{occ,other,MtoF,2} \\ &+ \left|24 - h_{occ,beg,other,MtoF,3} + h_{occ,end,other,MtoF,3}\right|.Gain_{occ,kitch,MtoF,3}\Big] \end{aligned}$$

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

$$PartD = A_{area2}.\left[\left|h_{occ,beg,other,StoS,1} - h_{occ,end,other,StoS,1}\right|.Gain_{occ,other,StoS,1} + \left|h_{occ,beg,other,StoS,2} - h_{occ,end,other,StoS,2}\right|.Gain_{occ,other,StoS,2} + \left|24 - h_{occ,beg,other,StoS,3} + h_{occ,end,other,StoS,3}\right|.Gain_{occ,kitch,StoS,3}\right]$$

Tuletatakse kasutustest ja seadmetest tulenev vabasoojus:

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

PartA2, PartB2, PartC2, PartD2 arvutatakse samamoodi nagu *PartA, PartB, PartC, PartD* , aga "valguse" väärtuste asemel kasutatakse "kasutuse" väärtusi.

Valgustusest tulenev vabasoojus:

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

Kogu sisemine vabasoojus:

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

- **Päikesest tulenev vabasoojus**

Päikeseenergiast tuleneva vabasoojuse arvutused võib jagada kaheks osaks. Esimene tegeleb klaaspindadega ja teine keskendub seintele.

<u>Klaaspinnad</u>

Klaasi läbiva päikesekiirguse hindamine:

$$F_{glazing,sh,ok,k}A_kI_{sol,k}(m,dir) = k_{cor}.A_{lat,opening}(dir).F_{glazing,sh}(dir).I_{sol,k}(m,dir).g_n.F_w.(1 - FrameAreaFraction)$$

$$F_{glazing,sh,ok,k}A_kI_{sol,k,hor}(m) = A_{roof,opening}.F_{glazing,sh,roof}.I_{sol,k,roof}(m).g_n.F_w.(1 - FrameAreaFraction)$$

Taevakiirguse arvutus:

$$\phi_{r,glazing}(dir) = U_{mean,opening}.R_{se}.A_{lat,opening}(dir).h_r.\Delta\theta_{\mathrm{er}}.\mathrm{F_{r,v}}$$

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

Päikesekiirgusest tulenev soojusvoog tuletatakse:

$$\phi_{glazing,sol,mn,k}(m,dir) = F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m,dir) - \phi_{r,glazing}(dir)$$

$$\phi_{glazing,sol,mn,k,hor}(m) = F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) - \phi_{r,glazing,hor}$$

Üldine päikesest tulenev vabasoojus läbi klaaspindade:

$$Q_{sol,glazing}(m) = \frac{MonthLength(m)}{3.6} . \left[\sum_{dir} \phi_{glazing,sol,mn,k}(m,dir) + \phi_{glazing,sol,mn,k,hor}(m) \right] \text{[kWh]}$$

<u>Seinad</u>

Eeldatav päikesekiirgus seintele:

$$F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m,dir) = \alpha_{s,c} . R_{se} . U_{walls} . A_{lat}(dir) . F_{walls,sh}(dir) . I_{sol,k}(m,dir) . k_{cor}$$

$$F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) = \alpha_{s,c} . R_{se} . U_{roof} . A_{roof} . I_{sol,k,roof}(m)$$

Taevakiirguse arvutus:

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

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

Nagu ka klaaspindade puhul on päikesekiirgusest tulenev vabasoojus seinte puhul (seinte varjestusest tulenevat vähendustegurit ei arvestata):

$$\phi_{walls,sol,mn,k}(m,dir) = F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m,dir) - \phi_{r,walls}(dir)$$

$$\phi_{walls,sol,mn,k,hor}(m) = F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) - \phi_{r,walls,hor}$$

Üldine päikesest tulenev vabasoojus läbi seinte:

$$Q_{sol,walls}(m) = \frac{MonthLength(m)}{3.6} . \left[\sum_{dir} \phi_{walls,sol,mn,k}(m,dir) + \phi_{walls,sol,mn,k,hor}(m) \right] \text{[kWh]}$$

- **Kogu soojusülekanne ja vabasoojus**

Kogu soojusülekanne Q_{ht} ja vabasoojus Q_{gn} arvutatakse vastavalt:

$$Q_{ht}(m) = Q_{tr}(m) + Q_{ve}(m)$$

$$Q_{gn}(m) = Q_{sol,glazing}(m) + Q_{sol,walls}(m) + Q_{int}(m)$$

- **Energiavajadus kütteks**

Viimane osa on pühendatud kütteks vajaliku energia arvutuseks. See tugineb kahele alletapile: dünaamiliste parameetrite ligikaudne arvutus ja küttekuu pikkus.

Dünaamilised parameetrid

Esimene ülekande kasutegur:

$$\gamma_H(m) = \frac{Q_{gn}(m)}{Q_{ht}(m)}$$

Hoone ajategur on defineeritud:

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

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

Kasutatakse ka teist ülekande kasutegurit:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \dfrac{a}{a+1} & kui\ \gamma_H(m) = 1 \\ \dfrac{1}{\gamma_H(m)} & kui\ \gamma_H(m) < 0 \\ \dfrac{1-\gamma_H(m)^a}{1-\gamma_H(m)^{1+a}} & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

Küttekuu pikkus:

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

$$\gamma_H(m+0.5) = \frac{\gamma_H(m) + \gamma_H(m+1)}{2}$$

$$\gamma_H(m-0.5) = \frac{\gamma_H(m-1) + \gamma_H(m)}{2}$$

$$\gamma_1(m) = \min\big(\gamma_H(m-0.5); \gamma_H(m+0.5)\big)$$

$$\gamma_2(m) = \max\big(\gamma_H(m-0.5); \gamma_H(m+0.5)\big)$$

$$\gamma_{1bool}(m) = \begin{cases} 0 & if\ \gamma_1(m) > \gamma_{lim}\ or\ \gamma_1(m) < 0 \\ \text{“}LESS\text{”} & else \end{cases}$$

$$\gamma_{2bool}(m) = \begin{cases} \text{”}MORE\text{”} & if\ \gamma_2(m) > \gamma_{lim} \\ 0 & if\ \gamma_2(m) < 0 \\ 1 & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

Määratakse kaks vaheväärtust:

$$val(m) = \frac{1}{2}\frac{\gamma_{lim} - \gamma_1(m)}{\gamma_H(m) - \gamma_1(m)}$$

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

Määratakse tingimus, mis sõltub küttekuu arvutuse väärtustest:

$$cond(m) = \begin{cases} 0 & kui\ \gamma_{1bool}(m) \neq "LESS" \\ 1 & kui\ \gamma_{2bool}(m) \neq "MORE" \\ val(m) & kui\ \gamma_H(m) > \gamma_{lim} \\ interm(m) & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

Et saaks arvutada viimase muutuja $\gamma_{cor}(m)$:

$$\gamma_{cor}(m) = \begin{cases} cond(m) & if\ \gamma_1(m) > 0\ or\ \gamma_2(m) > 0 \\ 0 & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

<u>Energiavajadus kütteks</u>

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

$$a_{red}(m) = \begin{cases} f_{hr} & if\ 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} < f_{hr} \\ 1 & if\ 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} > 1 \\ 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

Järgneb igakuine energiavajadus:

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

Sellest tuleneb aastane energiavajadus:

$$Q_{nd} = \sum_m Q_{month}(m)\ \ [\text{kWh/aastas}]$$

Aastane tarnitav energia:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & kui\ kasutaja\ pole\ valinud\ küttesüsteemi \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{aasta}}\right] & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

Aastane primaarenergia vajadus kütmiseks:

$$Q_{prim} = Q_{delivered} . k_{energytype}\ [\text{kgoe/aasta}]$$

4.3.2.2.3 Energiavajadus jahutuseks ja päikesest tulenev vabasoojus

Nagu öeldud peatükis 4.3.2.2.2, kehtib suurem osa valemeid, mida kasutatakse kütteks, ka jahutusrežiimis. Järgnevalt kirjeldatakse ainult valemeid, mida muudetakse.

- **Eelülesanne**

Esimese sammuna määratakse jahutusrežiimiga seotud muutujad:

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

- **Soojusülekanne pinnasesse**

Selles osas valemeid ei muudeta.

- **Soojusülekanne läbivuse teel**

Klaaspinna soojusülekanne väliskeskkonda läbivuse teel muutub:

$$H_{D,glazing}(m) = U_{mean,opening}.A_{lat,opening}.k_{D,cor}$$

- **Soojusülekanne ventilatsiooni kaudu**

Järgmised valemid on lihtsustatud jahutusrežiimi jaoks:

$$f_{ve,t,k} = 1$$
$$b_{ve,k} = 1$$

- **Sisemine vabasoojus**

Võrrandid jäävad samaks nagu kütterežiimil.

- **Vabasoojus päikeseenergiast**

Klaaspindade puhul valemid päikesekiirguse jaoks arenevad:

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

$$A_{sol,c}(m,dir) = \begin{cases} F_{C,sh,gl}(m,dir).g_n.F_w.(1 - FrameAreaFraction) & if\ DayCoolingActivation = YES \\ g_n.F_w.(1 - FrameAreaFraction) & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

$$F_{glazing,sh,ok,k}A_k I_{sol,k}(m,dir) = A_{lat,opening}(dir).F_{glazing,sh}(dir).I_{sol,k}(m,dir).A_{sol,c}(m,dir).k_{cor}$$

- **Kogu soojusülekanne ja lisaküte**

Valemid on identsed.

- **Dünaamilised parameetrid**

Teine ülekande kasutegur on nüüd:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \dfrac{a}{a+1} & if\ \gamma_H(m) = 1 \\ 1 & if\ \gamma_H(m) < 0 \\ \dfrac{1 - \gamma_H(m)^{-a}}{1 - \gamma_H(m)^{-(1+a)}} & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

- **Jahutuskuu pikkus**

Küttekuu pikkus nimetatakse ümber jahutuskuu pikkuseks. Isegi kui lähenemine on üldjoontes sama, on uuteks võrranditeks:

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

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

$$inv\gamma_H(m+0.5) = \frac{inv\gamma_H(m) + inv\gamma_H(m+1)}{2}$$

$$inv\gamma_H(m-0.5) = \frac{inv\gamma_H(m-1) + inv\gamma_H(m)}{2}$$

$$inv\gamma_1(m) = \min\big(inv\gamma_H(m-0.5); inv\gamma_H(m+0.5)\big)$$

$$inv\gamma_2(m) = \max\big(inv\gamma_H(m-0.5); inv\gamma_H(m+0.5)\big)$$

$$inv\gamma_{1bool}(m) = \begin{cases} 0 & if\ inv\gamma_1(m) > inv\gamma_{lim} \\ \text{“}LESS\text{”} & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

$$invγ_{2bool}(m) = \begin{cases} "MORE" & if\ invγ_2(m) > invγ_{lim} \\ 1 & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

$$invval(m) = \frac{1}{2}\frac{invγ_{lim} - invγ_1(m)}{invγ_H(m) - invγ_1(m)}$$

$$invinterm(m) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\frac{invγ_{lim} - invγ_H(m)}{invγ_2(m) - invγ_H(m)}$$

$$invcond(m) = \begin{cases} 0 & if\ invγ_{1bool}(m) \neq LESS \\ 1 & if\ invγ_{2bool}(m) \neq \text{MORE} \\ invval(m) & if\ invγ_H(m) > invγ_{lim} \\ invinterm(m) & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

$$γ_{cor}(m) = \begin{cases} invcond(m) & if\ invγ_1(m) > 0\ or\ invγ_2(m) > 0 \\ 1 & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

- **Energiavajadus jahutuseks**

Energiavajadus jahutuseks on tuletatud kütmiseks vaja minevast energiast.

Muudetakse ainult kaht valemit:

$$f_{hr} = \frac{NbDay_{working,cooling}}{7}$$

Igakuine energiavajadus jahutuseks:

$$Q_{C,month}(m) = a_{red}(m).max\left(0; Q_{gn}(m) - max(0; \eta_{gn}).Q_{ht}(m)\right).γ_{cor}(m)$$

Aastane primaarenergia vajadus jahutuseks:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & kui\ kasutaja\ pole\ valinud\ jahutussüsteemi \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{aasta}}\right] & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

4.3.2.2.4 Energiavajadus STV tootmiseks

Esimese sammuna arvutatakse mõned vahepealsed muutujad:

$$a = \begin{cases} \frac{X.ln(A_{conditionedarea}) - Y}{A_{conditionedarea}} & kui\ A_{conditionedarea} > 30 \\ Z & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

$$V_w = a.A_{conditionedarea}$$

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

$$Q_w(m) = \frac{4.182}{3.6}\frac{V_w}{1000}\Delta T_{\text{req}}.MonthDay(m)\ [\text{kWh}]$$

Aastane energiavajadus STV tarbeks:

$$Q_{DHW,nd} = \sum_{m} Q_w(m) \ \ [\text{kWh/aasta}]$$

Aastane tarnitav energia STV tarbeks:

$$Q_{DHW,delivered} = \begin{cases} 0 & kui\ Kasutaja\ pole\ valinud\ \ STV\ süsteemi \\ Q_{DHW,nd} \cdot \dfrac{1 - DHW_{energyreduction}}{\eta_{DHW}} \left[\dfrac{\text{kWh}}{\text{aasta}}\right] & teistel\ juhtudel \end{cases}$$

Seega aastane primaarenergia vajadus STV jaoks on:

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

4.3.2.3 Moodul C

Võrrandid keskkonnamõjude hindamiseks moodulis C:

Moodul C			
Elukaare lõpp	C1 Dekonstruktsioon	Profiilplekk	$m_{tss}\ k_{StBldgDem}$
		Terastalad	$m_{tsb}\ k_{StBldgDem}$
		Teraspostid	$m_{tsc}\ k_{StBldgDem}$
		Terastüüblid ja poldid	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{StBldgDem}$
		Plaatliited	$m_{tpl}\ k_{StBldgDem}$
	C2 Transport	Profiilplekk	$m_{tss}\ k_{RERALT}$ / 10
		Terastalad	$m_{tsb}\ k_{RERALT}$ / 10
		Teraspostid	$m_{tsc}\ k_{RERALT}$ / 10
		Terastüüblid ja poldid	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{RERALT}$ / 10
		Plaatliited	$m_{tpl}\ k_{RERALT}$ / 10
		Puittalad	$m_{twb}\ k_{RERALT}$ / 10
		Puitpostid	$m_{twc}\ k_{RERALT}$ / 10
		Makro-komponent	
	C3 Jäätmekäitlus	Põrandate betoon sorteerimisjaama	$m_{consl}\ eol_{srs}\ k_{Corr}$
		Konstruktsioonibetoon sorteerimisjaama	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ eol_{srs}\ k_{Corr}$
		Armatuur sorteerimisjaama	$(m_{conrs} + m_{trs})\ eol_{srs}\ k_{CHStPlt}$
	C4 Utiliseerimine	Profiilplekk	$m_{tss}\ (1 - eol_{sd})\ k_{RERStLdf}$
		Terastalad	$m_{tsb}\ (1 - eol_{sbc})\ k_{RERStLdf}$
		Teraspostid	$m_{tsc}\ (1 - eol_{sbc})\ k_{RERStLdf}$
		Terastüüblid ja poldid	$(m_{tst} + m_{tbo})\ (1 - eol_{stbo})\ k_{RERStLdf}$
		Plaatliited	$m_{tpl}\ (1 - eol_{spl})\ k_{RERStLdf}$
		Jäätmena ladestatav põrandate betoon	$m_{consl}\ [\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{confl})\ k_{CHConLdf}\ ]$
		Jäätmena ladestatav konstruktsioonibetoon	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ [\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const})\ k_{CHConLdf}\ ]$
		Jäätmena ladestatav armatuur	$(m_{conrs} + m_{trs})\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHSt}$
		Puittalad	$m_{twb}\ (inc_w\ k_{EUWWa} + (1 - inc_w)\ k_{EUWLdf})$
		Puitpostid	$m_{twc}\ (inc_w\ k_{EUWWa} + (1 - inc_w)\ k_{EUWLdf})$
		Makro-komponent	
Moodul C kokku			Moodul C koguste summa

Tabel 7 : keskkonnamõjud moodulile C

Tabelis esile tõstetud võrrandid näitavad LVS3 projekti raames muudetud või lisatud seoseid.

Arvestades alumise põranda jaoks lisatud parameetreid muudetakse järgmisi võrrandeid:

Transpordi jaoks arvestatakse lisaosa:

$$Makro - komponent_{C2} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \,.\, k_{C2,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \,.\, k_{C2,opening} + A_{roof} \,.\, k_{C2,roof}$$

Betooni kogumass $m_{consl,LVS3}$:

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

Armatuur sorteerimisjaama

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

Ladestatud armatuur:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor})\, (1 - eol_{srs})\, k_{CHSt}$$

Transpordi jaoks arvestatakse lisaosa:

$$Makro - komponent_{C4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \,.\, k_{C4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \,.\, k_{C4,opening} + A_{roof} \,.\, k_{C4,roof}$$

Väärtused $k_{C2,wall}$, $k_{C4,wall}$, $k_{C2,opening}$ ja $k_{C4,opening}$ on näidatud **0**.

4.3.2.4 Moodul D

Võrrandid keskkonnamõjude hindamiseks moodulis D:

Moodul D			
Süsteemi piiridest väljuvad keskkonnamõjud	D Kasu	Põrandate betoon	$- m_{consl}\, val_{confl}\, k_{CHGr}$
		Profiilplekk	$- m_{tss}\, (eol_{sd} - k_{RERStHDG0})\, k_{GLO}$
		Kandekonstruktsiooni betoon	$- (m_{tcb} + m_{tcc})\, val_{const}\, k_{CHGr}$
		Terasarmatuur	$- (m_{conrs} + m_{trs})\, (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$
		Terastalad	$- m_{tsb}\, [\, (eol_{sbc} - k_{RERStSec0})\, k_{GLO} + re_{sbc}\, (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)\,]$
		Teraspostid	$- m_{tsc}\, [\, (eol_{sbc} - k_{RERStHDG0})\, k_{GLO} + re_{sbc}\, (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)\,]$
		Terastüüblid ja poldid	$- (m_{tst} + m_{tbo})\, (eol_{stbo} - k_{GLOSt0})\, k_{GLO}$
		Plaatliited	$- m_{tpl}\, (eol_{spl} - k_{RERStPl0})\, k_{GLO}$
		Puittalad	$- m_{twb}\, (inc_w\, k_{Wa} + (1 - inc_w)\, k_{EOR}\, k_{EUElec} / 3.6)$
		Puitpostid	$- m_{twc}\, (inc_w\, k_{Wa} + (1 - inc_w)\, k_{EOR}\, k_{EUElec} / 3.6)$
		Makro-komponent	
Moodul D kokku			Moodul D koguste summa

Table 8 : keskkonnamõjud Moodulile D

Tabelis esile tõstetud võrrandid näitavad LVS3 projekti raames muudetud või lisatud seoseid.

Arvestades alumise põranda jaoks lisatud parameetreid muudetakse järgmisi võrrandeid:

Betooni kogukaal $m_{consl,LVS3}$:

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

Terasarmatuuri mõju:

$- (m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor})\, (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$

Transpordi jaoks arvestatakse lisaosa:

$$Macro - component_D = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \,.\, k_{D,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \,.\, k_{D,opening}$$

Väärtused $k_{D,wall}$, $k_{D,wall}$, $k_{D,opening}$ ja $k_{D,opening}$ on määratud **0**.

5 Tarkvara väljund

Ameco tarkvaraga saadud tulemusi näidatakse tulemuste lehel sõltuvalt kasutaja valikutest järgmiselt:

- arvutuslehena;
- tulpdiagrammi või tabelina valitud keskkonnamõju kohta. Tulpdiagramm eristab mooduleid A, C, D ja samuti A-st C-ni ja A-st D-ni kogusummasid.
- spiraaldiagrammina (radiaaldiagrammina), mis summeerib kogusummad A-st C-ni ja A-st D-ni kõikide keskkonnamõjude puhul.

Kasutusfaasi detailsed tulemused kuvatakse spetsiaalsetes tabelites arvutuste lehel, millele järgnevad kirjeldused osas 5.1. Keskkonnamõjude tulemused kuvatakse nii arvutuste lehel kui ka graafilises liideses.

5.1 Kasutusfaasi detailsed väljundandmed

Kasutusfaasi tulemuste tabelid kuvatakse arvutuste lehel. Üks tabel näitab energiavajadust kütteks, üks energiavajadust jahutuseks, üks energiavajadust sooja tarbevee tootmiseks, üks summeerib koguenergia ja üks näitab päikesest tulenevat vabasoojust. Graafiline paigutus põhineb Coimbra Ülikooli poolt loodud exceli failil nagu esitatud järgnevates paragrahvides.

5.1.1 Ruumide kütmiseks kuluv energia

Läbivuse teel toimuva soojusülekande korral esitatakse kuu positiivsete elementide summa. See hõlmab:

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

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

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

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

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

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

Ventilatsiooni kaudu toimuva soojusülekande ja vabasoojuse korral arvutatakse summad järgmiselt:

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

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

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

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

Peale selle kuvatakse soojusülekande jaotused (soojusülekanne läbivuse ja ventilatsiooni teel) tulpdiagrammina.

Lisaks nendele väärtustele näidatakse kuist energiavajadust kütteks ja muid seotud väärtusi. Arvutatakse ka konditsioneerimata piirkondade väärtused ruutmeetri kohta.

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/m^2	1.7	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4

ENERGY BREAKDOWNS

BUILDING TOTALS FOR HEATING		
ENERGY NEED	681.8	kWh/year
	5.5	kWh/m^2/year

DELIVERED ENERGY		170.4	kWh/yea
COP:	4	1.4	kWh/m^2/

PRIMARY		49.4	kgoe/yea
f_{conv}:	0.29	0.4	kgoe/m^2/

Joonis 1 : exceli lehekülg, mis annab ülevaate energiavajadusest kütteks

5.1.2 Energiavajadus jahutuseks

Kuna kütte ja jahutuse puhul arvutatakse samu väärtuseid, siis esitatakse ka tulemused samal kujul (vt jooniselt 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/m^2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	5.5	6.9	5.8	4.7	0.6	0.0	0.0

BUILDING TOTALS FOR COOLING		
ENERGY NEED	3239.1	kWh/year
	26.2	kWh/m^2/year

DELIVERED ENERGY		1079.7	kWh/yea
COP:	3	8.7	kWh/m^2/

PRIMARY		313.1	kgoe/yea
f_{conv}:	0.29	2.5	kgoe/m^2/

Joonis 2 : exceli lehekülg, mis annab ülevaate energiavajadusest jahutuseks

5.1.3 Energiavajadus STV tootmiseks

Sooja tarbevee tootmisel arvestatakse ainult energiat kuu lõikes ja aastast liidetud väärtust nagu näidatud joonisel 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

Joonis 3 : exceli lehekülg, mis annab ülevaate energiavajadusest STV tootmiseks

5.1.4 Koguenergia

Üks osa tulemuste lehest on pühendatud koguväärtustele, mis on arvutatud järgmiselt:

$$Q_{H+C,nd}(m) = Q_{H,month}(m) + Q_{C,month}(m)$$

$$Q_{T,nd}(m) = Q_{H,month}(m) + Q_{C,month}(m) + Q_{DHW,month}(m)$$

Aastane kogu energia vajadus on kokkuvõte aastasest energia vajadusest ruumide kütteks ja aastasest energia vajadusest ruumide jahutamiseks ning STV tootmiseks. Kogu tarnitav energia ja primaarenergia arvutatakse samamoodi.

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

Joonis 4 : exceli lehekülg, mis annab kokkuvõtliku ülevaate kogu energiast

5.1.5 Vabasoojus päikeseenergiast

Vabasoojused kuu lõikes klaaspindade ja seinte puhul on välja toodud kahes tabelis (vt joonis 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

Joonis 5 : exceli leht päikeseenergia vabasoojuse tulemustega

5.2 Globaalsed väljundandmed kasutusfaasis

Ameco eesmärk on hinnata keskkonnamõjusid seega kasutusfaasis arvutatud detailset informatsiooni tuleb hinnata nende keskkonnamõjude suhtes. Selleks kasutatakse järgmist protseduuri kõigi 24 keskkonnamõju korral:

$$MoodulB_{impact} = Q_{heating,delivered} \cdot k_{heating} + Q_{cooling,delivered} \cdot k_{cooling} + Q_{DHW,delivered} \cdot k_{DHW}$$

Kus $k_{heating}, k_{cooling}, k_{DHW}$ sõltuvad energiatüübist ja mõjust vastavalt tabelile

Lühend	Tähendus	Elekter	Gaas	Vedel	Tahke	Biomass	Ühik
Keskkonnamõjud							
GWP	Globaalse soojenemise potentsiaal	4.82E-01	4.84E-01	4.33E-01	2.92E-01	0	tCO2eq
ODP	Osoonikihi kahanemise potentsiaal	4.32E-10	7.97E-11	3.11E-11	3.02E-11	0	t_{CFCeq}
AP	Hapestumise potentsiaal	2.28E-03	1.61E-03	2.95E-03	1.34E-03	0	t_{SO2eq}
EP	Eutrofeerumise potentsiaal	1.20E-04	7.85E-05	1.46E-04	1.70E-04	0	t_{PO4eq}
POCP	Fotokeemilise osooni tekke potentsiaal	1.34E-04	3.49E-04	4.41E-04	1.43E-04	0	$t_{Etheneeq}$
ADP-e	Abiootilise kahanemise potentsiaal - elemendid	6.63E-08	1.18E-07	1.04E-07	5.01E-09	0	t_{Sbeq}
ADP-ff	Abiootilise kahanemise potentsiaal - fossiilkütused	8.48E+00	5.02E+01	5.07E+01	2.79E+01	0	GJ NCV

Ressursikasutus, teisesed materjalid ja kütused							
RPE	Taastuva primaarenergia kasutus va taastuvate primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina	1.41E+00	2.41E-01	8.53E-02	5.72E-02	0	GJ NCV
RER	Taastuvate primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina	0	0	0	0	0	GJ NCV
RPE-total	Taastuva primaarenergia kasutus kokku (primaarenergia ja primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina)	1.41E+00	2.41E-01	8.53E-02	5.72E-02	0	GJ NCV
Non-RPE	Taastumatu primaarenergia va taastumatud primaarenergiaallikad, mida kasutatakse toormaterjaliks	4.90E+00	5.05E+00	8.06E+00	1.28E+00	0	GJ NCV
Non-RER	Taastumatute energiaallikate kasutamine toormaterjalina	3.60E+00	4.52E+01	4.26E+01	2.66E+01	0	GJ NCV
Non-RPE-total	Taastumatute primaarenergiaallikate kasutus kokku (primaarenergia ja primaarenergiaallikate kasutamine toormaterjalina)	8.50E+00	5.03E+01	5.07E+01	2.79E+01	0	GJ NCV
SM	Teiseste materjalide kasutamine	0	0	0	0	0	t
RSF	Taastuvate teiseste kütuste kasutamine	1.73E-04	3.37E-04	2.97E-04	1.53E-05	0	GJ NCV
Non-RSF	Taastumatute teiseste kütuste kasutamine	1.82E-03	3.54E-03	3.13E-03	1.60E-04	0	GJ NCV
NFW	Magevee kasutamine	1.84E+00	3.12E-01	1.36E-01	6.88E-02	0	$10^3 m^3$

Muu keskkonnainfo kirjeldamaks jäätmete kategooriaid							
HWD	Ohtlike jäätmete kõrvaldamine	0	0	0	0	0	t
Non-HWD	Tavajäätmete kõrvaldamine	1.92E+00	3.32E-01	1.10E-01	4.94E+00	0	t
RWD	Radioaktiivsete jäätmete kõrvaldamine	1.25E-03	2.07E-04	6.31E-05	2.47E-05	0	t

Muu keskkonnainfo kirjeldamaks väljastusvooge							
CR	Korduvkasutatavad komponendid	0	0	0	0	0	t

MR	Materjalid ümbertöötlemiseks	0	0	0	0	0	t
MER	Materjalid energia taaskasutamiseks	0	0	0	0	0	t
EE	Eksporditud energia	0	0	0	0	0	t

Tabel 10 : kasutusfaasi mõju näitajad

7 AMECO3 tarkvara kasutusjuhend

AMECO3 võimaldab arvutada keskkonnamõjusid mistahes tüüpi hoonetle ja sildadele. Hoonete puhul saab AMECO 3 abil määrata ka kasutusfaasi energiakulu, s.h. küte, jahutus ja soe tarbevesi.

Käesoleva juhendi eesmärgiks on kohandada eelmiste versioonide help menüü vastavalt täiendustele, mis on tehtud projekti LVS^3 raames.

Parameetrite sisestamiseks ja käsitlemiseks on mõeldud erinevad moodulid. Moodulid valitakse Uuri tööriistaribalt ja kuvatakse töötsoonis. Hoone tervikanalüüsi tegemiseks koos kasutusfaasiga, käsitletakse järgmisi mooduleid.:

- Projekt
- Hoone
- Piirded
- Alumine põrand
- Katus
- Kasutusrežiim
- Süsteemid
- Vahelaed
- Konstruktsioon
- Transport
- Tulemused

Kui valida väljas “Ainult konstruktsioon” valik “Ja”, siis on kättesaadavad ainult moodulid:

- Projekt
- Hoone
- Vahelaed
- Konstruktsioon
- Transport

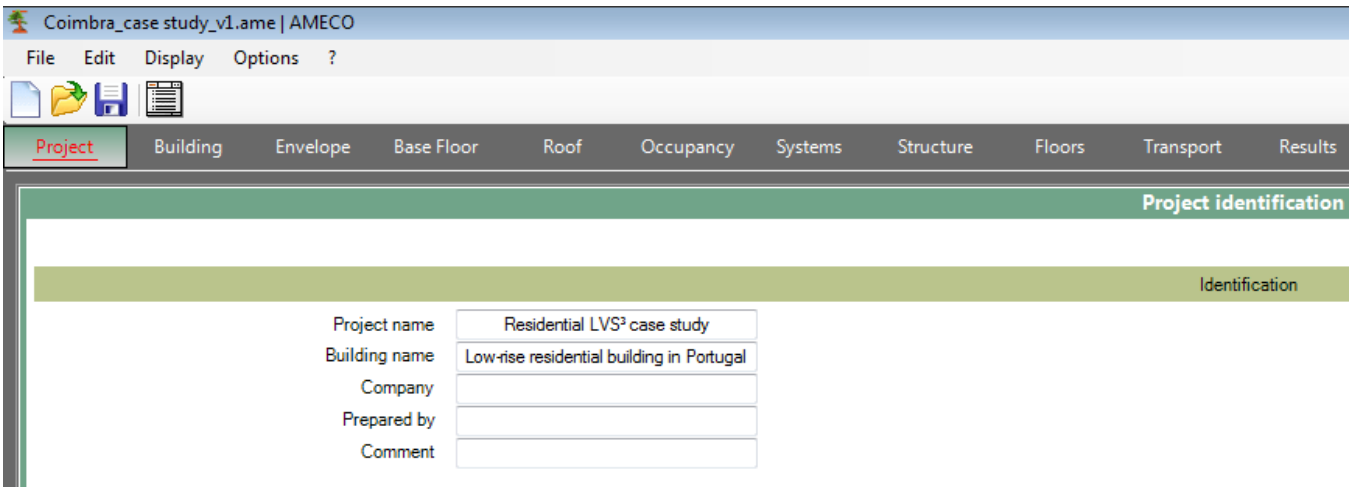
Kasutaja saab valida arvutuse eesmärgi Hoone moodulis.

7.1 Projekt

Selles moodulis sisestatakse valikuliselt parameetrid hoone kirjeldamiseks. Neid parameetredi kasutatakse tulemuste lehel hoone määratlemiseks, kuid need võivad ka tühjaks jääda. Võimalik on sisestada need 5 parameetrit:

- projekti nimi
- hoone nimi
- analüüsi eest vastutav firma
- kasutaja nimi
- kommentaar.

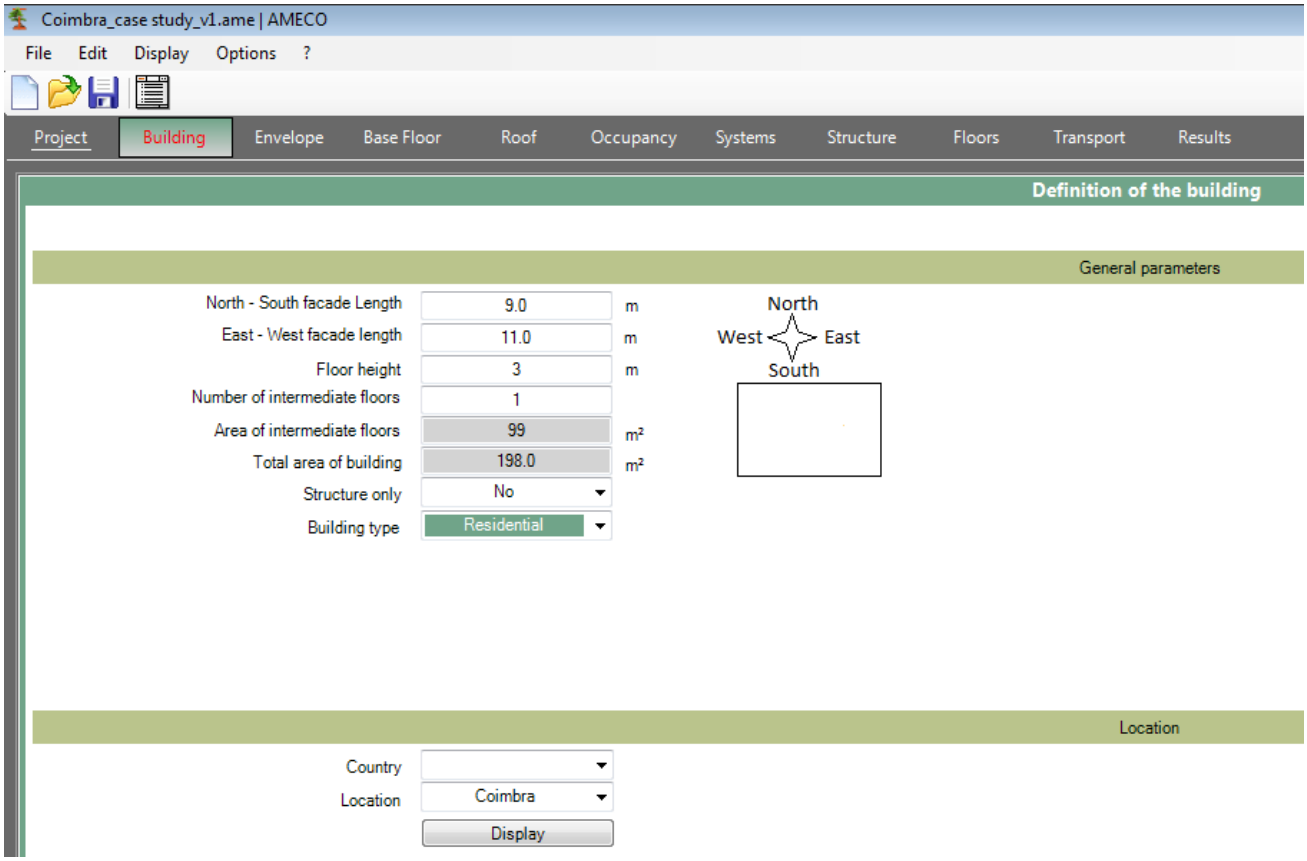
Need väljad on valikulised ja võivad jääda tühjaks, ilma et see mõjutaks arvutusi.



Joonis 6 : Projekti määratlus

7.2 Hoone

7.2.1 Üldparameetrid

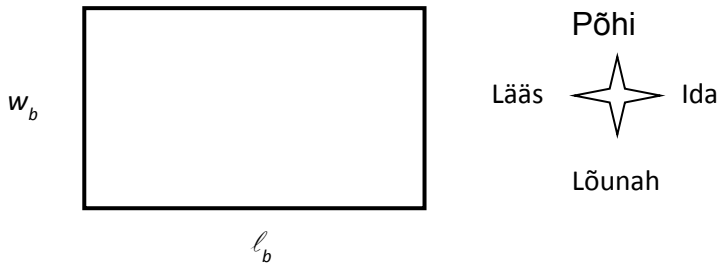


Joonis 8 : hoone põhiparametrid, kasutusfaasi arvutus on ka selle töö osa.

Selles moodulis määrab kasutaja hoone üldparameetrid:

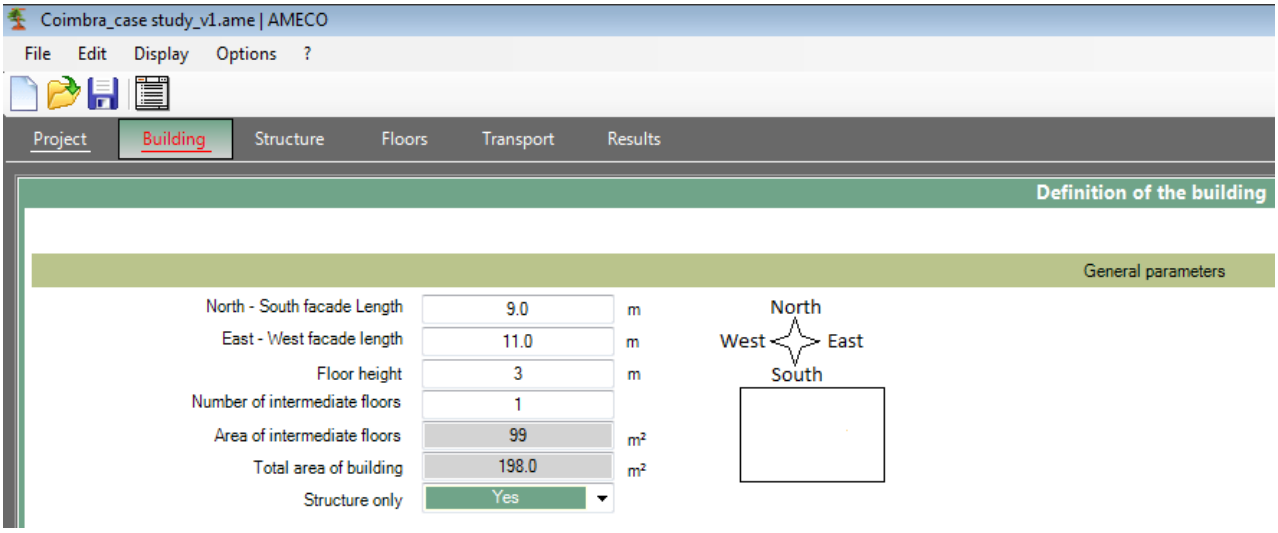
- Põhja-lõuna fassaadi pikkuse □$_b$;
- Ida-lääne fassaadi pikkuse w_b;

Nende mõõtude määratlemine määrab ka hoone orientatsiooni. AMECO 3 saab analüüsida ainult ristkülikukujulist hoonet.



Joonis 7 : hoone kuju

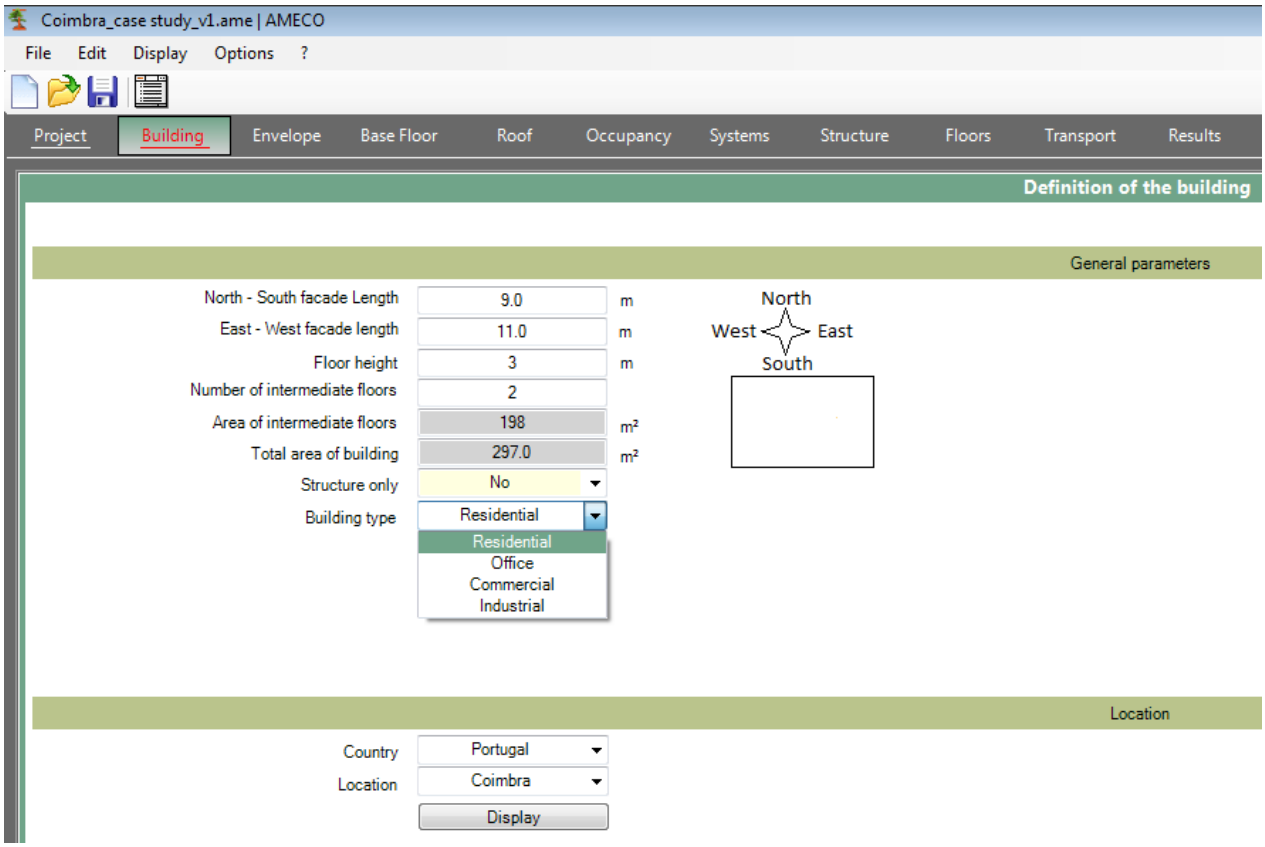
- korruse kõrgus;
- korruste arv n;
- vahelagede kogupindala, mis arutatakse juba sisestatud parameetrite järgi. Arvutuse aluseks on $a_{def,floors} = n\ \ell_b\ w_b$, eeldades, et kõik korrused on sama pindalaga. Selles pindalas ei ole arvestatud alumise põranda pindalaga;
- hoone kogupindala, arvutatakse, võttes arvesse N+1 vahelage;
- Arvutuse eesmärk sisestatakse väljast "Konstruktsioon ainult".
  See valik, valides "Ja" võimaldab kasutajal vahele jätta energiatarbimise arvutused. Sel juhul arvutatakse keskkonnamõjud ainult hoonesse paigaldatud materjalide kohta, nagu näiteks peatalad, postid, vahelaed ja nende transpordi kohta.



Joonis 8 : Hoone põhiparameetrid, kasutusfaasi arvutust ei tehta

Kui kasutaja valib "Ei", kuvatakse vasavtad moodulid, mida on vaja, et läbi viia kasutusenergia arvutust. Esimene väli, mida kuvatakse, kui kasutusfaas siiski kaasatakse, on hoone tüüp;

- Hoone tüübi saab valida rippmenüüst järgmiste valikute hulgast:
    - Elamu
    - Büroo
    - Kaubandus
    - Tööstus;



Joonis 9 : Hoone tüübi valik

Hoone tüüp mõjutab ainult kasutusfaasi arvutusi. Muidugi mõjutavad hoone kasutajad kasutusfaasi energiatarvet. Näiteks valgustus toodab lisa soojusenergiat büroos, mis võib tingida suurema jahutuse vajaduse.

Iga hoonetüübi jaoks määratletakse spetsiifiline kasutusstsenaarium, nagu kasutusrežiim, valgustus ja jaotus hoone erineva otstarbega tsoonide vahel, mida väljendatakse protsentides kogupindalast. Kasutusstsenaariumite üksikasju erinevate hoone tüüpide jaoks tutvustatakse järgnevates peaükkides.

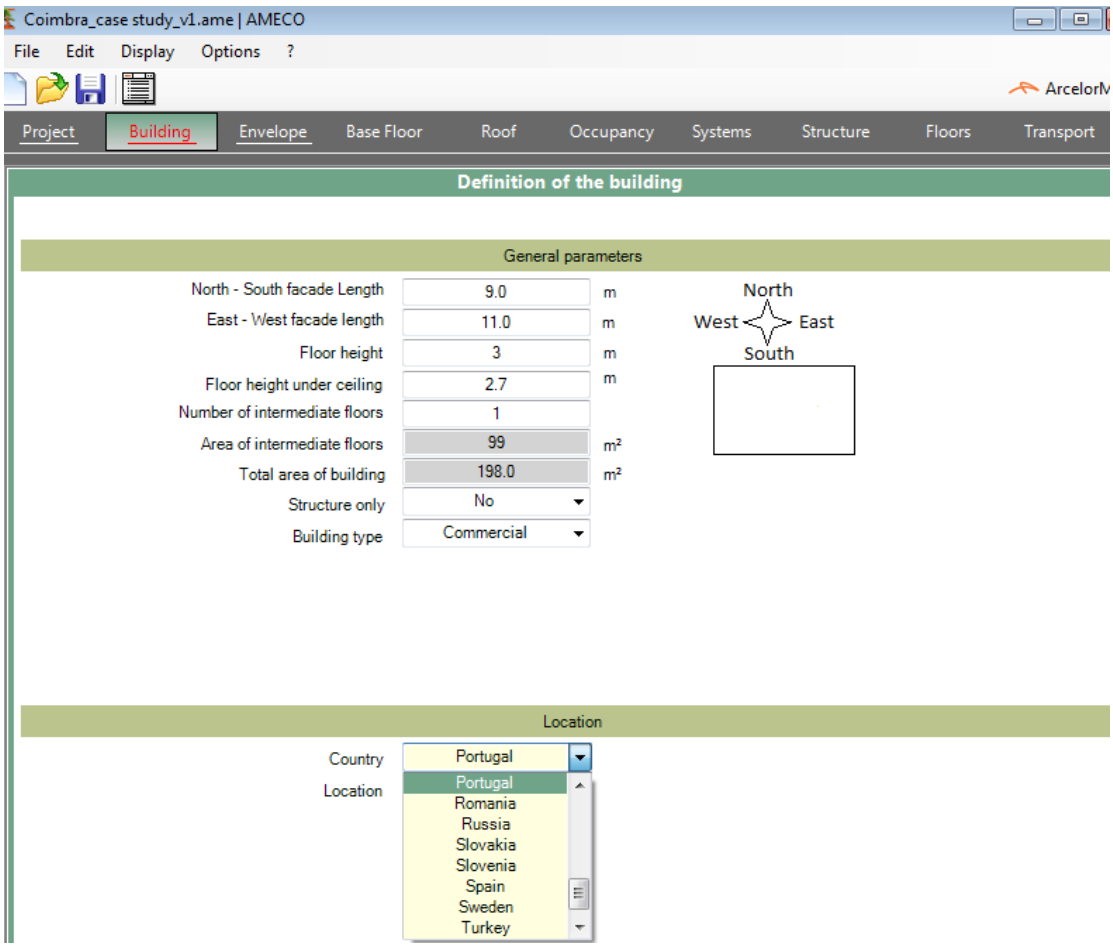
7.2.2 Asukoht

Selle mooduli alumises osas määratleb kasutaja hoone asukoha, valides:

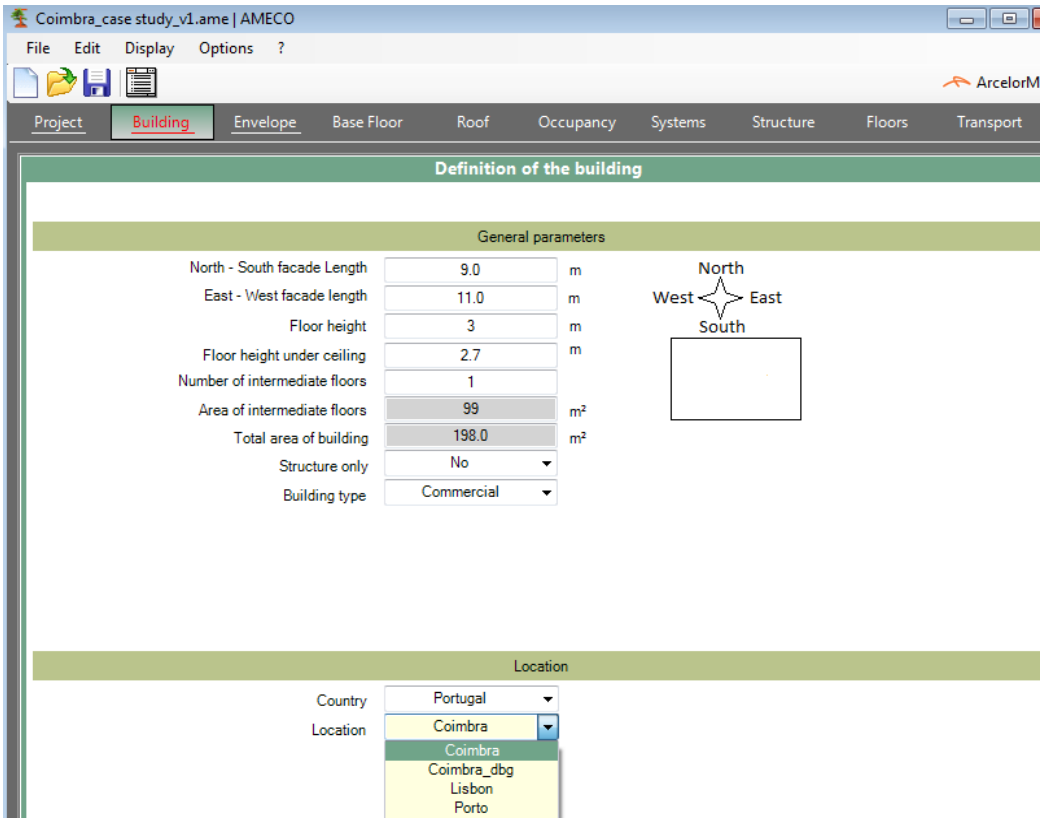
- riigi;
- linna;

23 riiki ja 48 linna on võimalik valida AMECO3-s:

Riik	Linn
Austria	Vienna, Graz
Belarus	Minsk
Belgium	Brussells
Czech Republic	Prague
England	London
Finland	Helsinki, Tampere
France	Nantes, Paris, Montpellier, Marseille, Nice
Germany	Berlin, Munich, Hamburg
Greece	Thessaloniki, Athens
Italy	Milan, Rome, Sanremo, Genova
Netherlands	Amsterdam
Norway	Oslo
Poland	Warsaw
Portugal	Lisbon, Porto, Coimbra
Romania	Bucharest, Timisoara
Russia	Moscow, Arhanglesk
Slovakia	Bratislava
Slovenia	Ljubljana
Spain	Madrid, Barcelona, Sevilla, La Coruna, Salamanca, Vigo, Bilbao
Sweden	Stockholm, Kiruna, Ostersund
Switzerland	Zurich
Turkey	Istambul, Ankara
Ukraine	Kiev

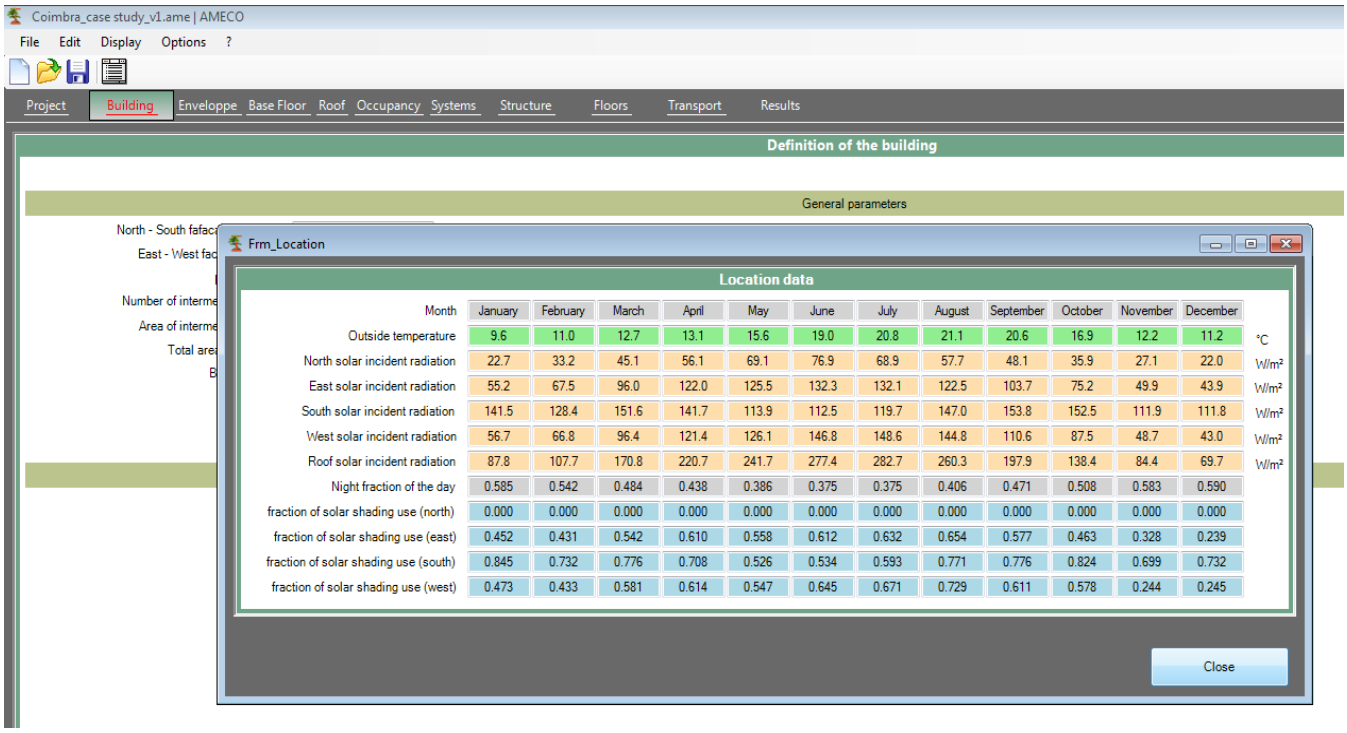


Joonis 10 : Riigi valik



Joonis 11 : Linna valik

By clicking on the button “Display”, the user can see the climate data related to the selected location, as displayed on the next figure:



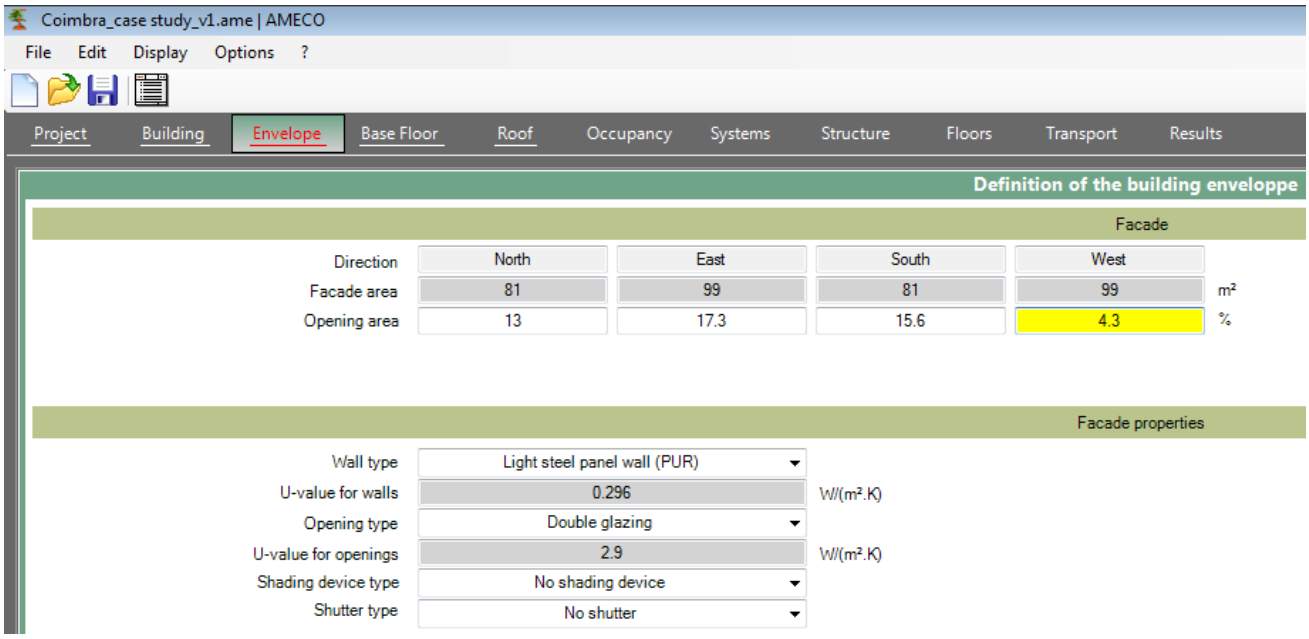
Month	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
Outside temperature	9.6	11.0	12.7	13.1	15.6	19.0	20.8	21.1	20.6	16.9	12.2	11.2	°C
North solar incident radiation	22.7	33.2	45.1	56.1	69.1	76.9	68.9	57.7	48.1	35.9	27.1	22.0	W/m²
East solar incident radiation	55.2	67.5	96.0	122.0	125.5	132.3	132.1	122.5	103.7	75.2	49.9	43.9	W/m²
South solar incident radiation	141.5	128.4	151.6	141.7	113.9	112.5	119.7	147.0	153.8	152.5	111.9	111.8	W/m²
West solar incident radiation	56.7	66.8	96.4	121.4	126.1	146.8	148.6	144.8	110.6	87.5	48.7	43.0	W/m²
Roof solar incident radiation	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
Night fraction of the day	0.585	0.542	0.484	0.438	0.386	0.375	0.375	0.406	0.471	0.508	0.583	0.590	
fraction of solar shading use (north)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
fraction of solar shading use (east)	0.452	0.431	0.542	0.610	0.558	0.612	0.632	0.654	0.577	0.463	0.328	0.239	
fraction of solar shading use (south)	0.845	0.732	0.776	0.708	0.526	0.534	0.593	0.771	0.776	0.824	0.699	0.732	
fraction of solar shading use (west)	0.473	0.433	0.581	0.614	0.547	0.645	0.671	0.729	0.611	0.578	0.244	0.245	

Joonis 12 : Asukoha andmed

7.2.3 Piirded

Piirete mooduli ülemises osas saab kasutaja määratleda fassaadi omadusi:

- Seinte pindalad arvutatakse automaatselt iga ilmakaare jaoks. Need pindalad saadakse, korrutades vastava asendi seina pikkuse (vahelagede arv + 1)-ga;
- Iga ilmakaare poolse fassaadi avade pindala protsendina fassaadi kogupindalast.



Direction	North	East	South	West	
Facade area	81	99	81	99	m²
Opening area	13	17.3	15.6	4.3	%

Wall type	Light steel panel wall (PUR)	
U-value for walls	0.296	W/(m².K)
Opening type	Double glazing	
U-value for openings	2.9	W/(m².K)
Shading device type	No shading device	
Shutter type	No shutter	

Joonis 13 : piirete kirjeldus

Piirete sektsiooni alumises osas määratletakse fasaadi omadused:

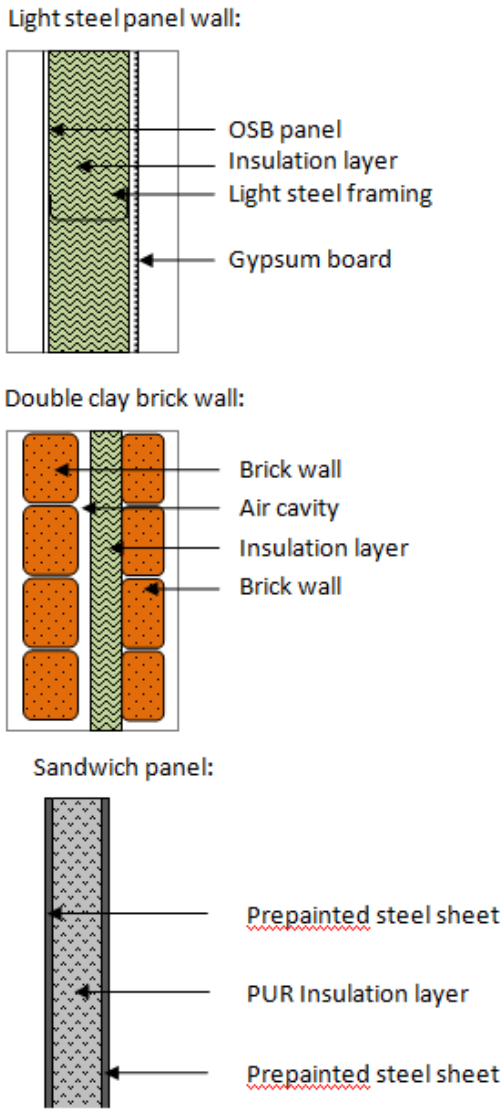
- Seina tüüp, mis näitab piirde koostisosi.
  AMECO3-s on seinte jaoks 3 põhitüüpi:
  - Seinapaneel kergel teraskarkassil;
  - Kahekordne tellissein;
  - Sandwich paneel.

Seinapaneel kergel teraskarkassil ja kahekodne tellissein on võimalik määratleda erinevast materjalist soojustusega:

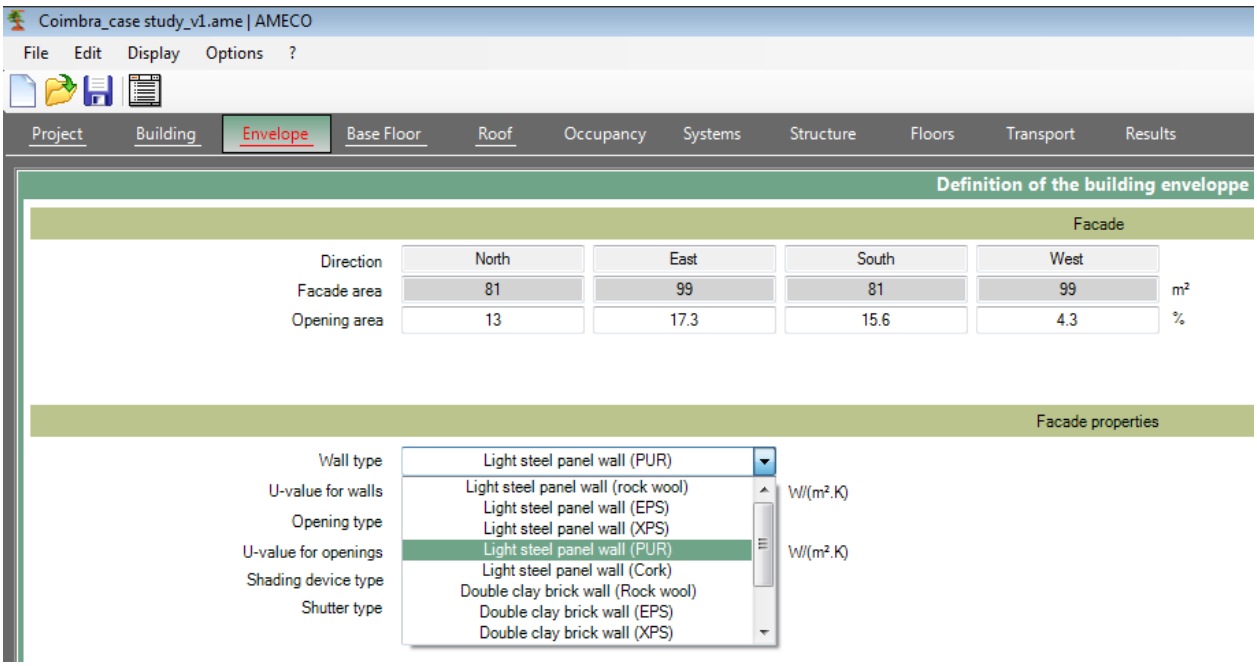
- Kivivill;
- EPS (vahtpolüstüreen);
- XPS (pressitud polüstüreen);
- PUR (polüuretaan).

Sandwich paneeli soojustuseks on polüuretaan erineva võimaliku oaksusega: 80mm ja 200 mm.

Seinatüüpe iseloomustab järgnev joonis:



Joonis 14 : AMECO3-s kasutatavate seinakomponentide skeemid ja kirjeldus

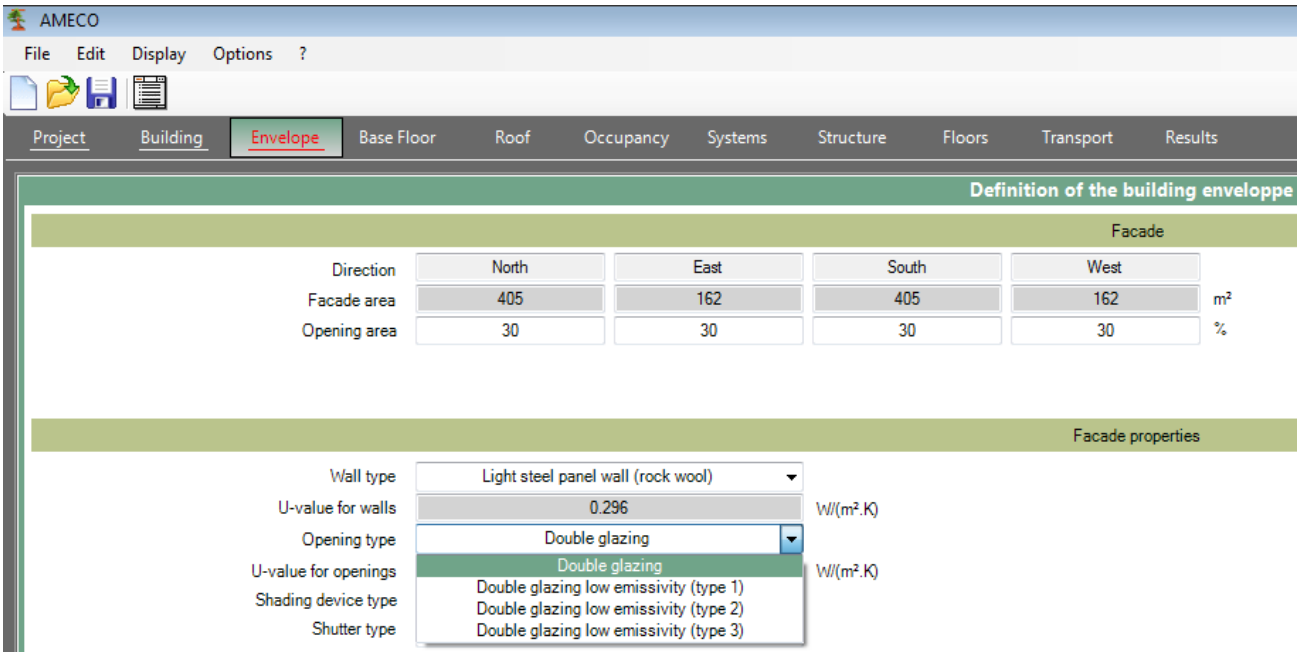


Joonis 17 : Seinatüübi valik

Kõikide seinatüüpide jaoks on vastavad keskkonnamõjud kirjeldatud teoreetilises taustadokumendis.

- U-arv, mida tuntakse ka soojusläbivusena, kuvatakse vastavalt kasutaja soovile. Seinatüüpide U-arvude arvutamisel võetakse arvesse neile omased külmasillad.

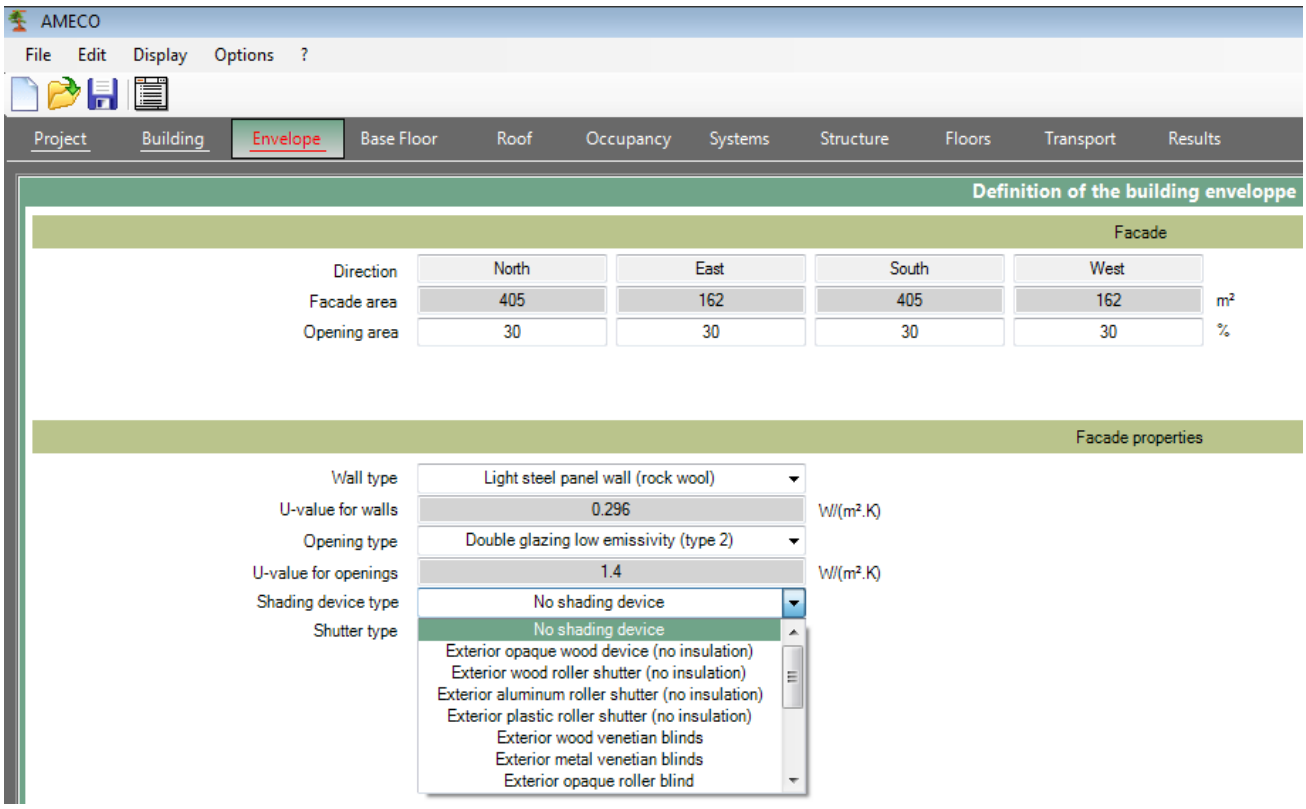
- Avade tüübid erinevate U-arvudega:
    - Topeltklaasiga
    - Topeltklaasiga madala kiirgusteguriga (tüüp 1)
    - Topeltklaasiga madala kiirgusteguriga (tüüp 2)
    - Topeltklaasiga madala kiirgusteguriga (tüüp 3)



Joonis 15 : Avade valiku sektsioon

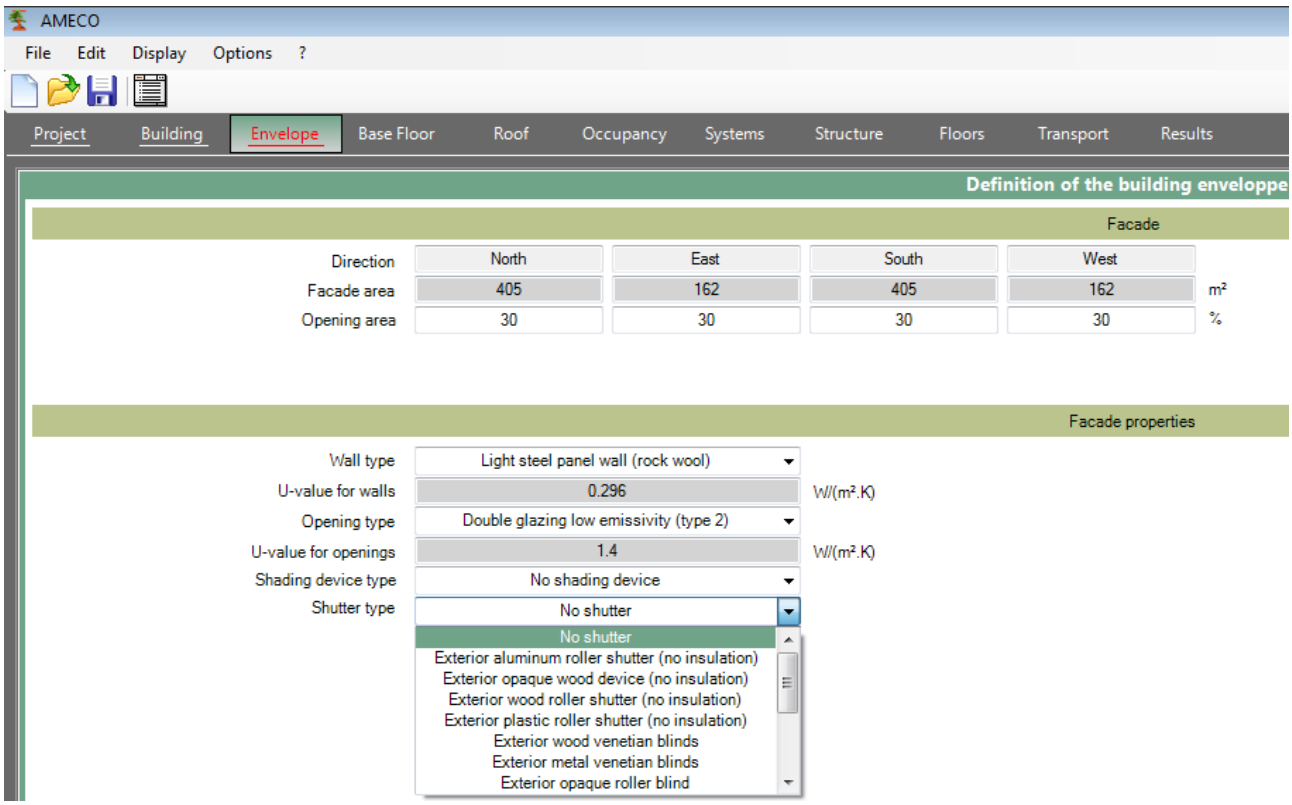
;

- varjestuse tüüp, näiteks:
    - Varjestus puudub
    - Väline läbipaistmatu puidust element (isolatsioon puudub)
    - Väline puidust rullitav ruloo (isolatsioon puudub)
    - Väline alumiiniumist rullitav ruloo (isolatsioon puudub)
    - Väline plastic rullitav ruloo (isolatsioon puudub)
    - Välised puidust ribakardinad
    - Välised metallist ribakardinad
    - Välised läbipaistmatud rullitavad katted



Joonis 16 : Varjestuselemendi tüübi valik

- Katte tüübi saab valida järgmisest nimekirjast:
    - Varjestus puudub
    - Vline läbipaistmatu puidust element (isolatsioon puudub)
    - Väline puidust rullitav ruloo (isolatsioon puudub)
    - Väline alumiiniumist rullitav ruloo (isolatsioon puudub)
    - Väline plastic rullitav ruloo (isolatsioon puudub)
    - Välised puidust ribakardinad
    - Välised metallist ribakardinad
    - Välised läbipaistmatud rullitavad katted



Joonis 17 : Katte tüübi valik

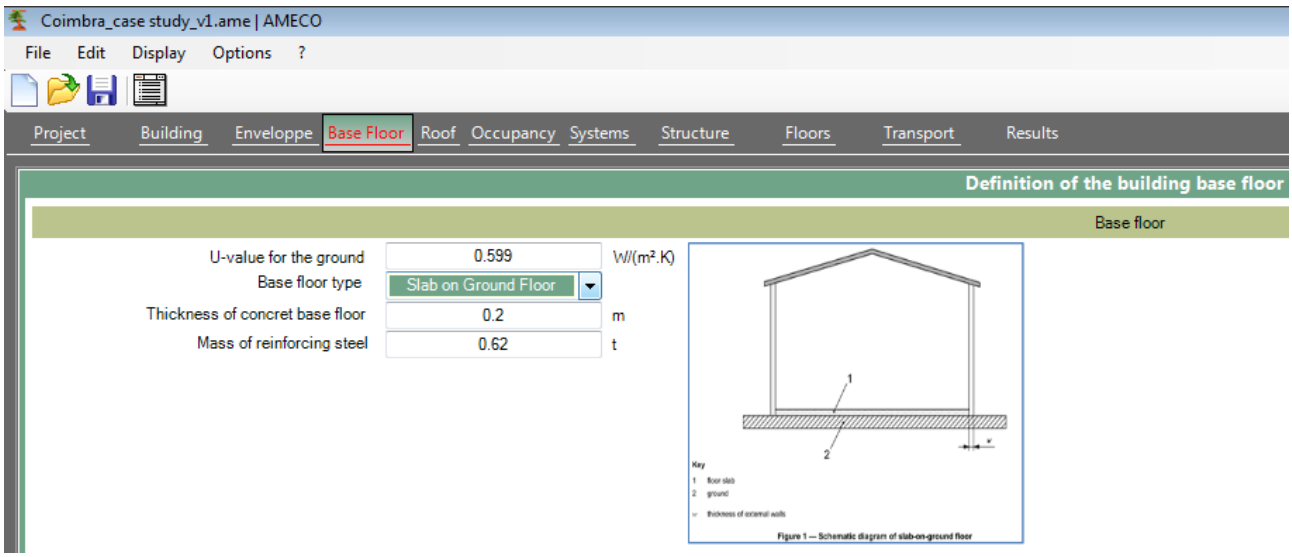
7.2.4 Alumine põrand

See moodul on alumise põranda määratlemiseks:

- alumise põranda U-arv, sõltuvalt isolatsiooni paksusest
- alumise põranda tüüp, tuleb valida järgnevate hulgast:
  - o plaat põrandal
  - o keldrilagi

Alumise põranda konstrutksioon mõjutab hoone termilist toimimist ja on määratud parameetrite vaikeväärtustega, et liidest lihtsustada. Neid vaikeväärtusi kirjeldatakse taustadokumendis.

- põrandaplaadi paksus meetrites ja
- raudbetoonplaadis olevate armatuurvarraste kogumass, tonnides.



Joonis 18 : alumise põranda kirjeldus

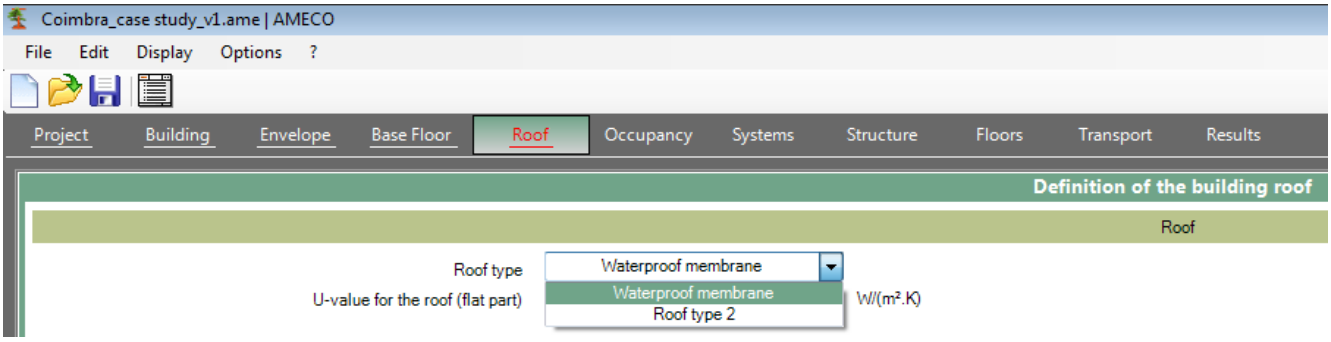
7.2.5 Katus

Selles moodulis määratletakse katusekomponent:

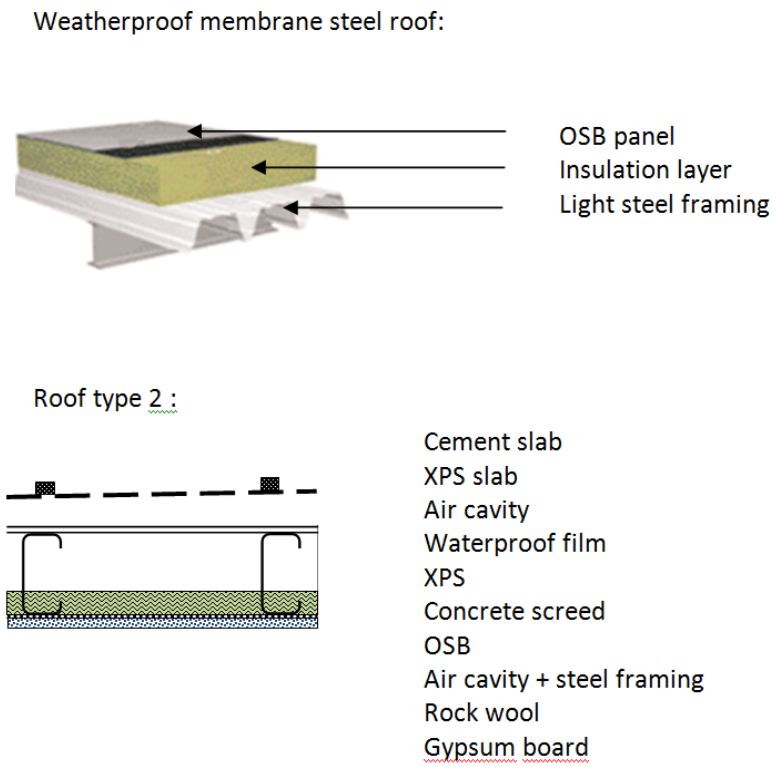
- Katuse tüüp;
- Kuvatakse vastavad U-arvud.

On kaht tüüpi katuseid:

- Veekindla membraaniga teraskatus
- Katuse tüüp 2



Joonis 19 : Katuse komponendi valik

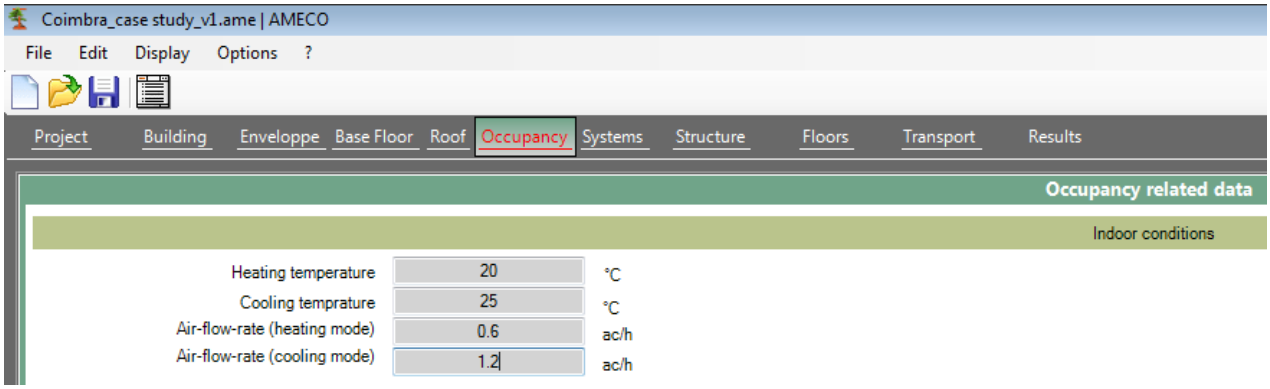


Joonis 20 : katuse tüübi skeem AMECO3-s

7.2.6 Kasutusrežiim

Selles moodulis määratletakse siseruumide tingimused, mida arvutustes arvestatakse:

- Küttesüsteemi käivitustemperatuur kraadides, mis käivitab küttesüsteemi, kui temperatuur langeb alla selle väärtuse;
- Jahutussüsteemi käivitustemperatuur kraadides, mis käivitab jahutussüsteemi, kui temperatuur tõuseb üle selle väärtuse;
- Õhuvoolu hulk, õhuvahetuste arv tunnis küterežiimil;
- Õhuvoolu hulk jahutusrežiimil;



Joonis 21 : elamu kasutusstsenaariumi parameetrid

Neid parameetreid ei saa muuta, nende väärtused on määratud hoone tüübiga, milla kasutaja on valinud.

7.2.7 Süsteemid

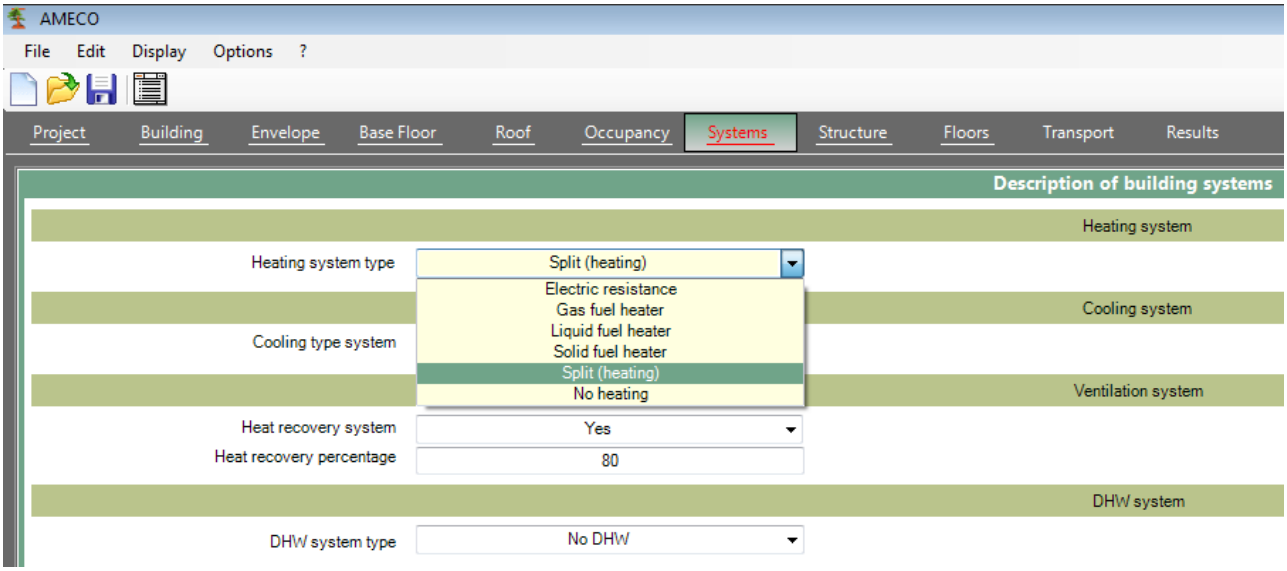
Selles moodulis määratletakse aktiivsed tehnosüsteemid:

- Küttesüsteemi tüüp:
  - Elektriküte
  - Gaasiküte
  - Vedelkütus
  - Tahkekütus
  - Soojuspump
  - Küttesüsteem puudub

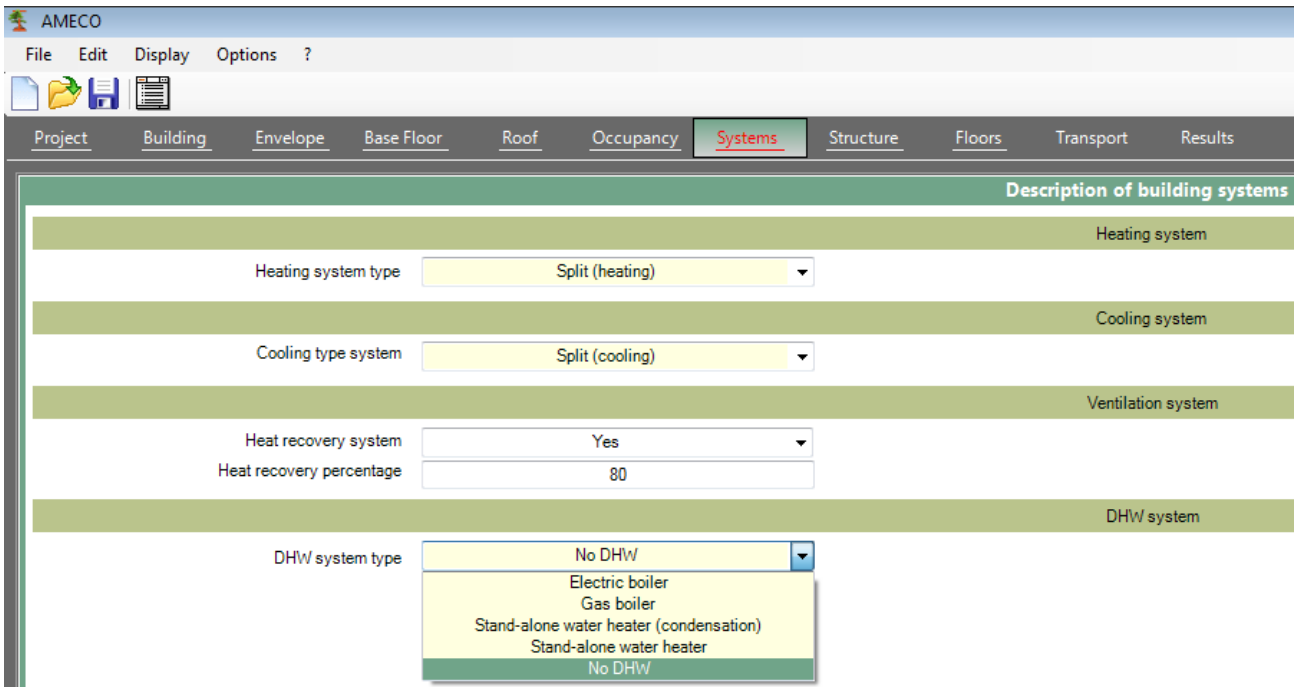
- Jahutussüsteemi tüüp:
  - Soojuspump
  - Jahutusseade (kompressioonitsükliga)
  - Jahutusseade (absorbtsioonitsükliga)
  - Jahutusseade puudub

- Soojustagastussüsteem. See parameeter, väljendatuna protsentides, tuleb määratleda, kui hones on topelt vooluga ventilatsioonisüsteem. Loomuliku ventilatsiooni puhul hoones soojustagastussüsteemi ei ole.

- Sooja tarbevee süsteem, milleks on järgnevad valikud:
  - Elektriboiler
  - Gaasiboiler
  - Erladiseisev veesoojendi (kondensatsioon)
  - Eraldiseisev veesoojendi
  - Sooja tarbevett ei ole



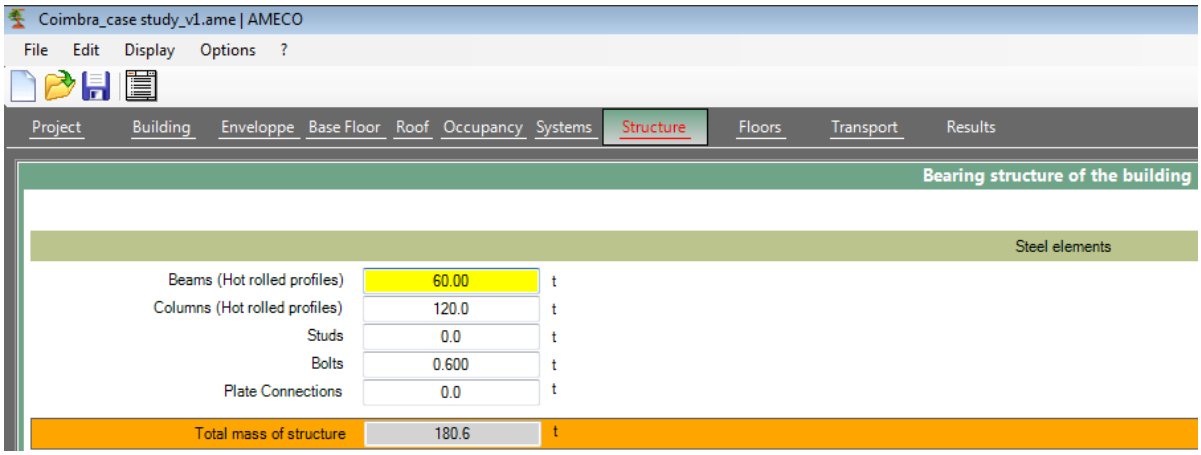
Joonis 22 : küttesüsteemi valik



Joonis 23 : sooja tarbevee süsteemi tüübid

7.2.8 Konstruktsioon

Selles moodulis määratletakse teraselemendid, väljendatuna tonnides.



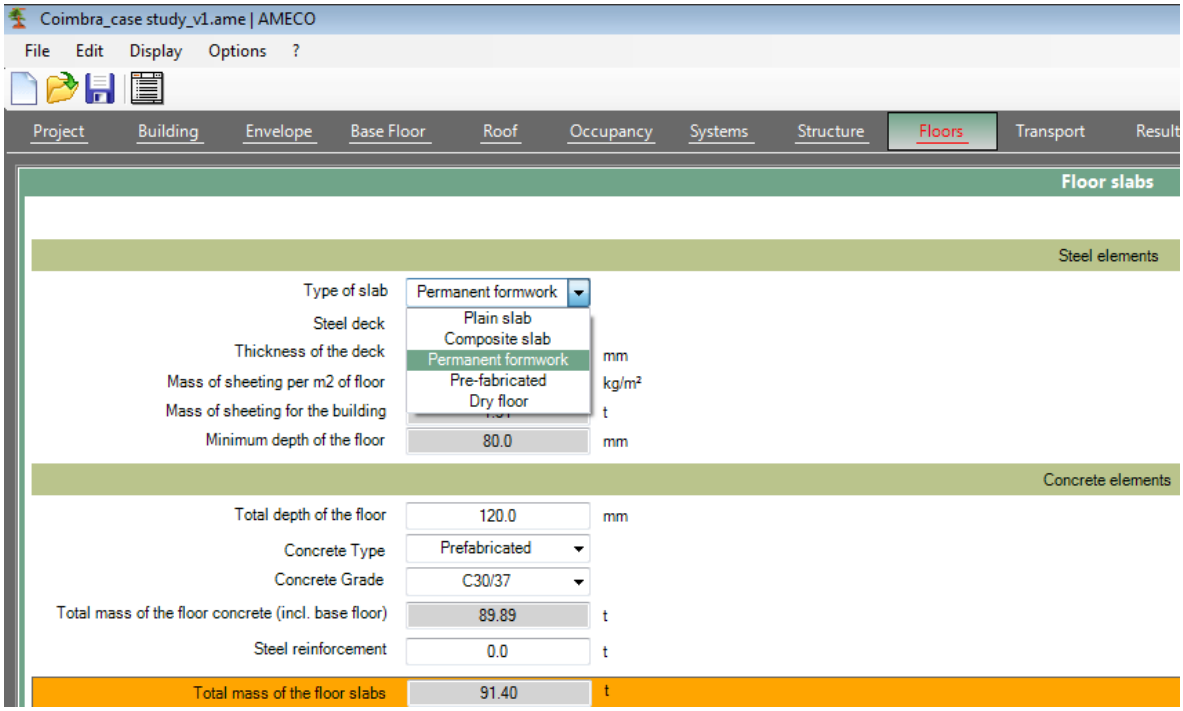
Joonis 24 : Erinevate teraselementide määratlus kaalu järgi

Teraselemendid

- terastalade kogumass;
- teraspostide kogumass;
- tüüblite mass;
- poltide kogumass;
- muude terasdetailide kogumass (plaadid, nurgad ...);

7.2.9 Vahelaed

Selles moodulis määratletakse vahelagede konstruktsiooni parameetrid.



Joonis 25 : Vahelaeplaatide elementide valik.

Sõltuvalt tehnoloogiast tuleb kasutajal määrata vahelae teras- ja/või beoonelementide omadused.

Teraselemendid
- plaadi tüüp:
  - tavaline betoonplaat,
  - komposiitplaat,
  - püsiraketis,
  - monteeritav
  - kuiv (plaatidest) põrand.

Kõik need väljaarvatud esmene eeldavad mingit tüüpi terasest profiilpleki kasutamist.
- profiilplekk tuleb vastavalt tüübile valida profiilpleki andmebaasist.
- profiilpleki paksus valida vastavalt tüübile profiilplekkide andmebaasist.
- profiipleki massi näidatakse kogu hoone profiilpleki kogumassina.

Betoonelemendid
- tsemendi sisaldus vahelae betoonis
- betooni tihedus arvutatakse automaatselt tsemendi sisalduse järgi
- vahelagede betooni tihedus loetakse võrdseks vaikeväärtusega või sisestab selle kasutaja.
- vahelagede kogupaksus (s.h. profiilplekk, kui see on)
- sellest arvutatakse ja kuvatakse betooni tihedus, vahelagede pindala ja betooni kogumass.
- samuti tuleb sisestada armatuuri kogumass vahelagedele.

Kui hoones ei ole vahelagesid, peaks kasutaja suunduma järgmise mooduli juurde seda moodulit vahele jättes.

7.2.10 Transport

Selles moodulis sisestatakse hoone elementide transportimisega seotud parmaeetrid.

Teraselementide transport

Kasutaja saab valida, kas kasutada Euroopa transpordi keskmisi väärtusi või sisestada ise andmed. Esimesel juhul kasutatakse vaikeväärtusi, mille koht on andmed toodud taustadokumendis. Teisel juhul määrab kasutaja andmed järgmiselt:

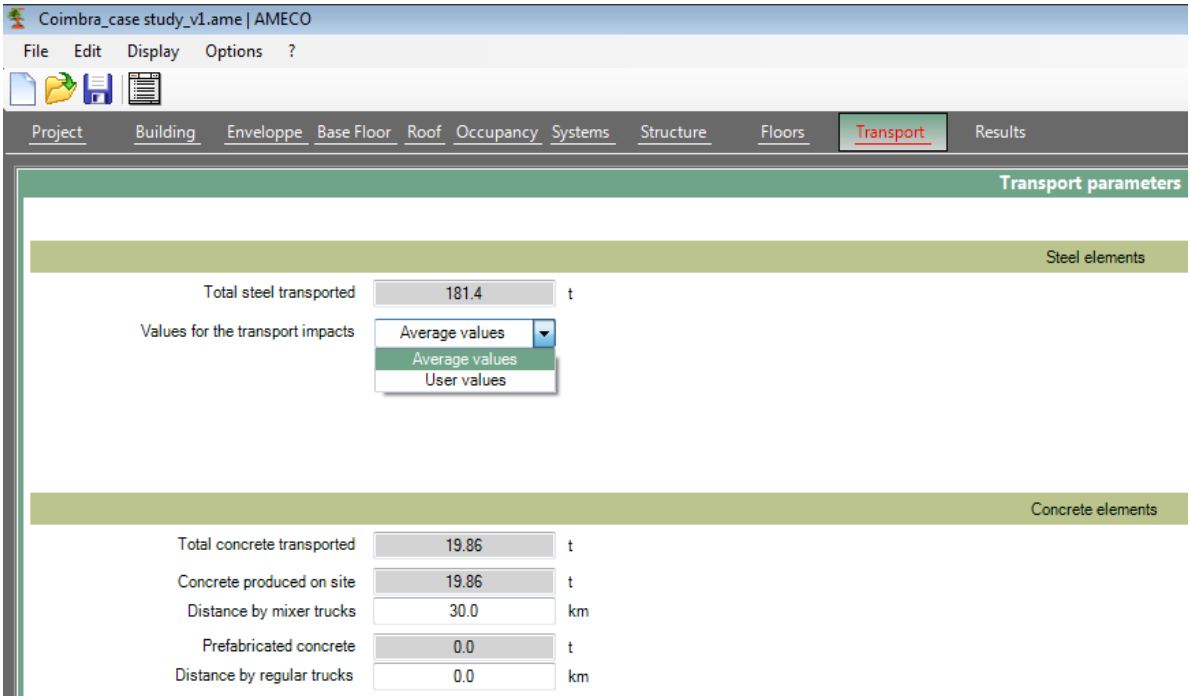
- elektriraudteel veetava trase mass;
- elektriraudteel veetava terase veokaugus (üks suund tehasest ehitusplatsile);
- tavaveokitega veetava terase mass
- tavaveokitega veetava terase veokaugus (üks suund tehasest ehitusplatsile);
- raudteel ja maanteel veetava terase kogumass peab võrduma hoones kasutatava terase kogumassiga, s.h. talad, postid, poldid, mud terasosad, profiilplekk ja armatuur.

Betoonelemendid

Betooni transpordiks on kaks võimalust: kas betoon valmistatakse ehitusplatsil, s.t. vedela betooni transport segistiveokitega, või betoontooted on valmistatud tehases ja tavaveokitega veetakse monteeritavaid elemente. Järgmised parameetrid tuleb kasutaja poolt määrata.:

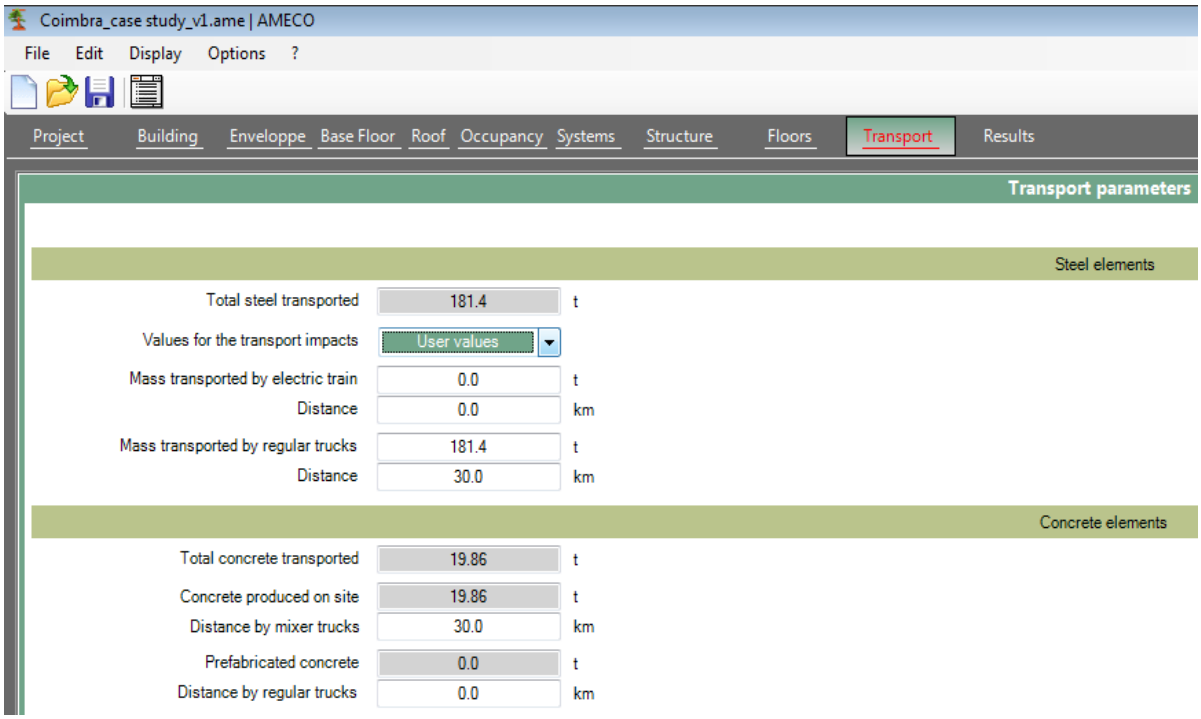
- segistiveokitega veetava betooni mass;
- segisitveokitega veetava betooni kaugus (üks suund betoonitehasest ehitusplatsile);
- monteeritava betooni mass, mida veetakse tavaveokitega;
- tavaveokitega veetava betooni kaugus (üks suund tehasest ehitusplatsile);
- Kohapeal valatava ja monteeritava betooni mass peab võrduma kogu hoones kasutatava betooni massiga (vahelaed ja nende kandekonstruktsioon).

Kasutatavaid keskmisi väärtusi kirjeldatakse taustadokumendis.



Joonis 26 : materjalide transporti kirjeldavad parameetrid

Kui valitakse “kasutaja väärtused”, tuleb määrata järgmised parameetrid:



Joonis 27 : materjalide transpordiga seotud kasutaja poolt määratavad

7.2.11 Tulemused

Arvutus käivitatakse, kui kasutaja vajutab nuppu “Tulemused”.

Arvutustulemused võib lasta kirjutada tulemuste dokumenti või kuvada ekraanile Tulemuste moodulisse. Viimasel juhul, mid aka siin kirjeldatakse, võib tulemusi esitada tulpdiagrammi, radiaaldiagrammi või tabelina.

7.2.11.1 Tulpdiagrammid

Iga indikaatori jaoks saab koostada ühe spetsiifilise tulpdiagrammi:

- Keskkonnamõjusid kirjeldavad indikaatorid (EN15978)
  - Globaalne soojenemise potentsiaal, GWP (kg CO_2 equiv)
  - Stratosfääri osooni lagunemise potentsiaal, ODP (kg CFC 11 ekviv)
  - Pinnase ja vee hapestumise potentsiaal; AP (kg SO_2- ekviv)
  - Eutrofikatsioonipotentsiaal, EP (kg $(PO_4)_3$- ekviv)
  - Troposfääri osooni fotokeemilise tekke potentsiaal, POCP (kg Ethene ekviv)
  - Abiootiline ressursi lagunemise potentsiaal, ADP_elemendid (kg Sb ekviv)
  - Abiootiline fossiilsete kütuste lagunemise potentsiaal, ADP_fossiilsed_ kütused (MJ)

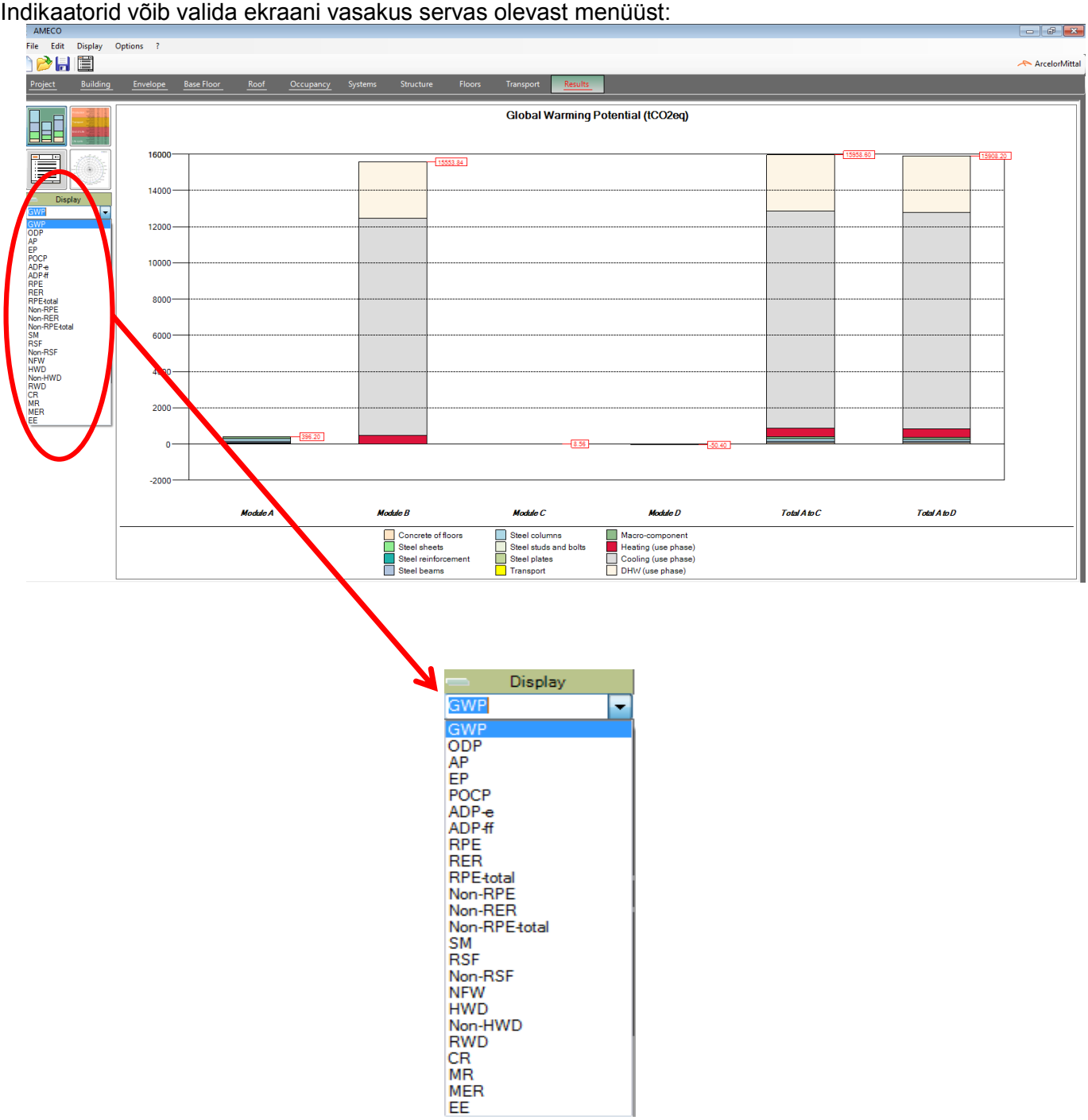
- Ressursi kulusid kirjeldavad indikaatorid (EN15978)
  - Taastuva primaarenergia kulu, v.a. energiaressurss, mida kasutatakse toorainena (MJ, neto kütteväärtus)
  - Taastuva primaarenergia kulu, mida kasutatakse toorainena (MJ, neto kütteväärtus)
  - Taastumatu primaarenergia kulu, v.a. energia ressurss, mida kasutatakse toorainena (MJ, neto kütteväärtus)
  - Taastumate primaarenergia kulu, mida kasutatakse toorainena (MJ, neto kütteväärtus)
  - Sekundaarmaterjali kulu (kg)
  - Taastuva sekundaarkütuse kulu (MJ)
  - Taastumatu sekundaarkütuse kulu (MJ)

  - Puhta vee kulu (m³)

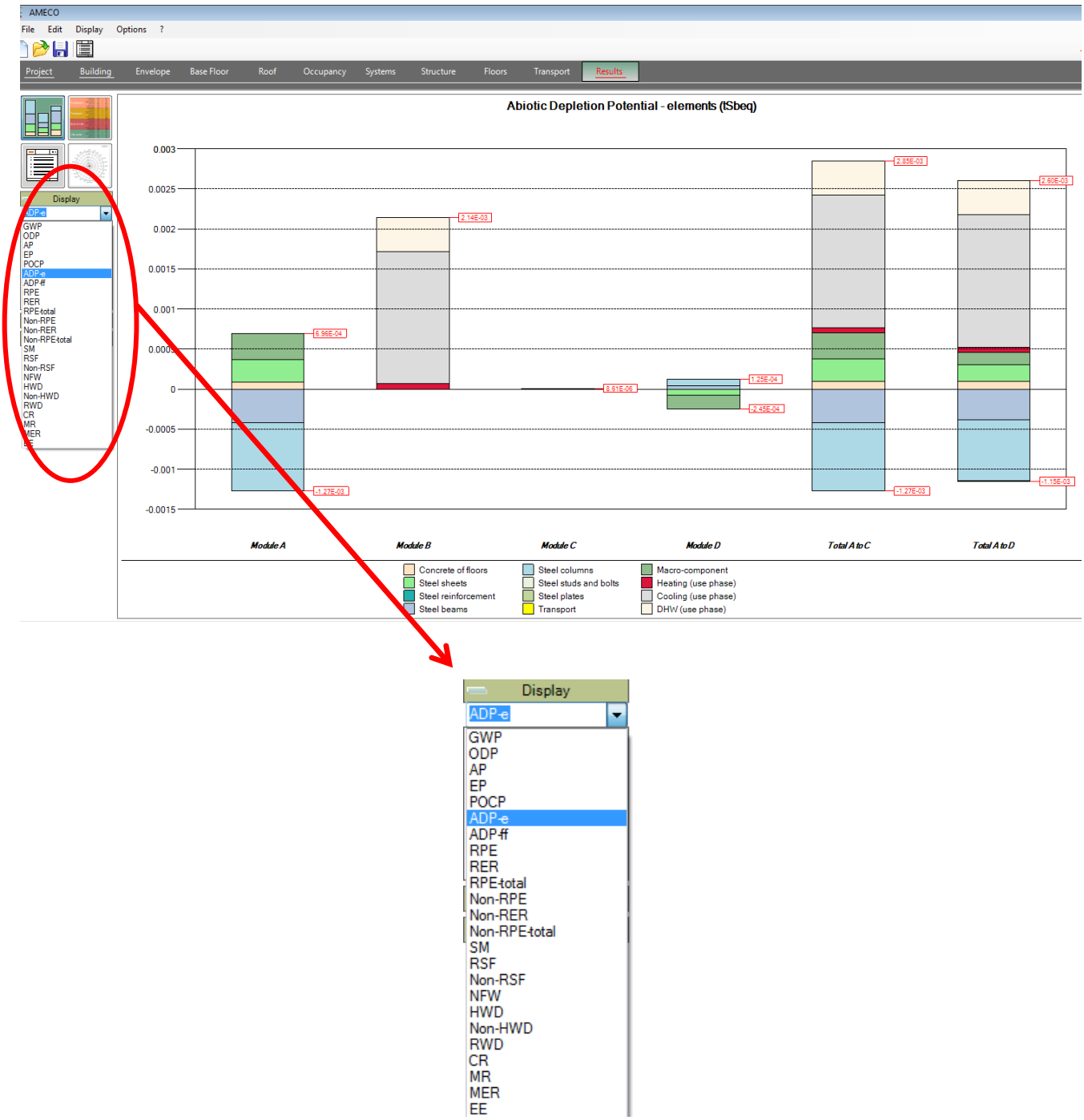
- Jäätmete kategooriaid kirjeldavad indikaatorid (EN15978)
  - Kõrvaldatud ohtlikud jäätmed (kg)
  - Kõrvaldatud mitteohtlikud jäätmed (kg)
  - Kõrvaldatud radioaktiivsed jäätmed (kg)

- Süsteemist väljuvaid voogusid kirjeldavad indikaatorid (EN15978)
  - Taaskasutatavad komponendid (kg)
  - Ümbertöödeldavad materjalid (kg)
  - Energia tootmiseks kasutatavad matejralid (mitte arvestada jäätmete põletamist) (kg)
  - Eksporditud energia (MJ iga energiakandja kohta)

Indikaatorid võib valida ekraani vasakus servas olevast menüüst:



Joonis 28 : tulpdiagramm ja valitud indikaator: GWP



Joonis 29 : tulpdiagramm ja valitud indikaator: Abiootilise lagunemise potentsiaal

Tulemused kuvatakse elutsükli ulatuses kõikide moodulite kohta:

- Moodul A : Tootmise ja ehitusprotsessi faas
- Moodul B : Kasutusfaas
- Moodul C : Eluealõpufaas
- Moodul D : Netotulu, mis jääb toote süsteemi piiridest välja
- Moodul A kuni C (s.o. 3 mooduli summa - A, B ja C)
- Moodul A kuni D : Hoone globaalne elutsükkel (s.o. 4 eelneva mooduli summa)

Iga mooduli puhul esitatakse keskkonnamõjud järgmiste elementide kogumitena (kui need on hoones olemas):

Konstruktsioonikomponendid:
- Betoonist vahelaeplaad betoon
- Betoonist kandekonstruktsioonid
- Profiilplekk
- Terasarmatuur
- Terastalad
- Teraspostid
- terastüüblid ja poldid
- Terasplaadid

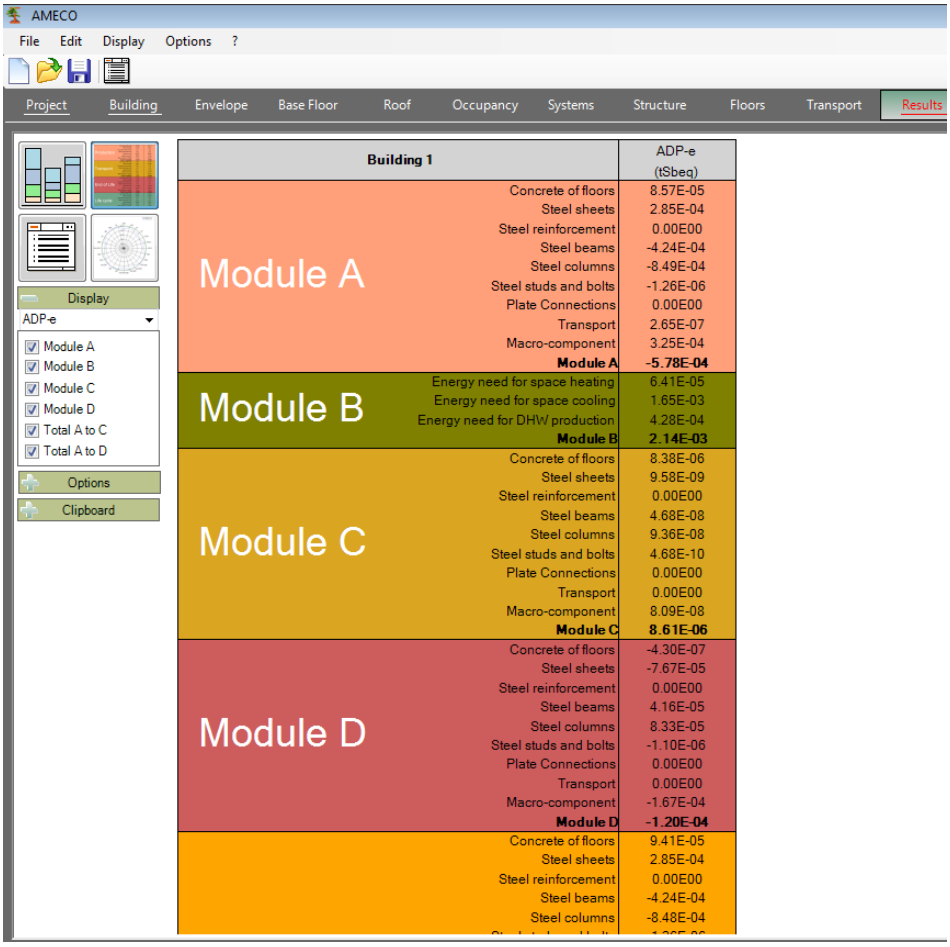
Piirete komponendid:
- Makrokomponendid

Komponentide transport:
- Transport

Kasutusfaas
- Küte
- Jahutus
- Soe tarbevesi

7.2.11.2 Tabel

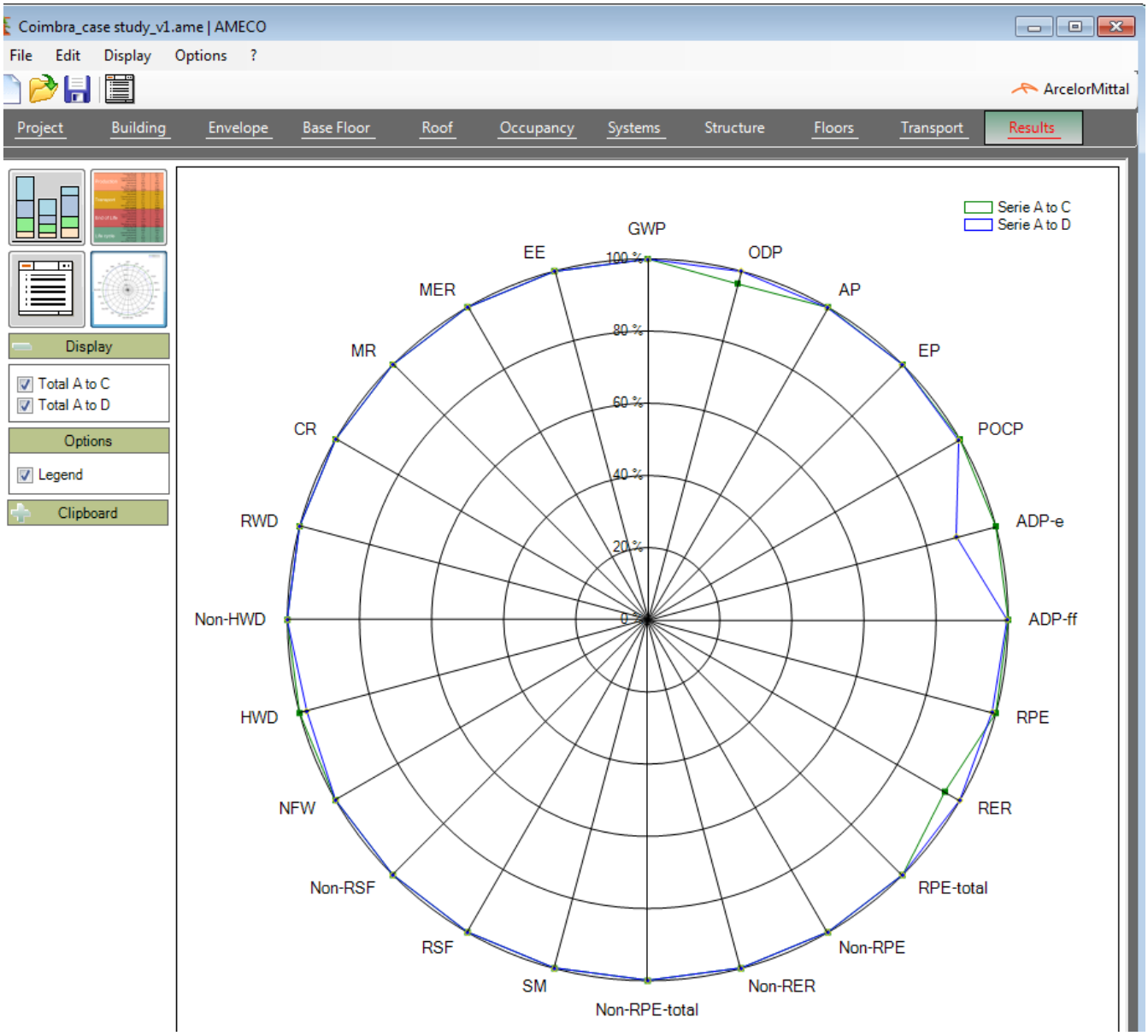
Mõjude tulemused võib esitada tabelis, iga faasi ja elementide kogumi kohta, mida näidatakse tulpdiagrammil.



joonis 30 : valitud indikaatori tulemused tabelis

7.2.11.3 Radiaalgraafik

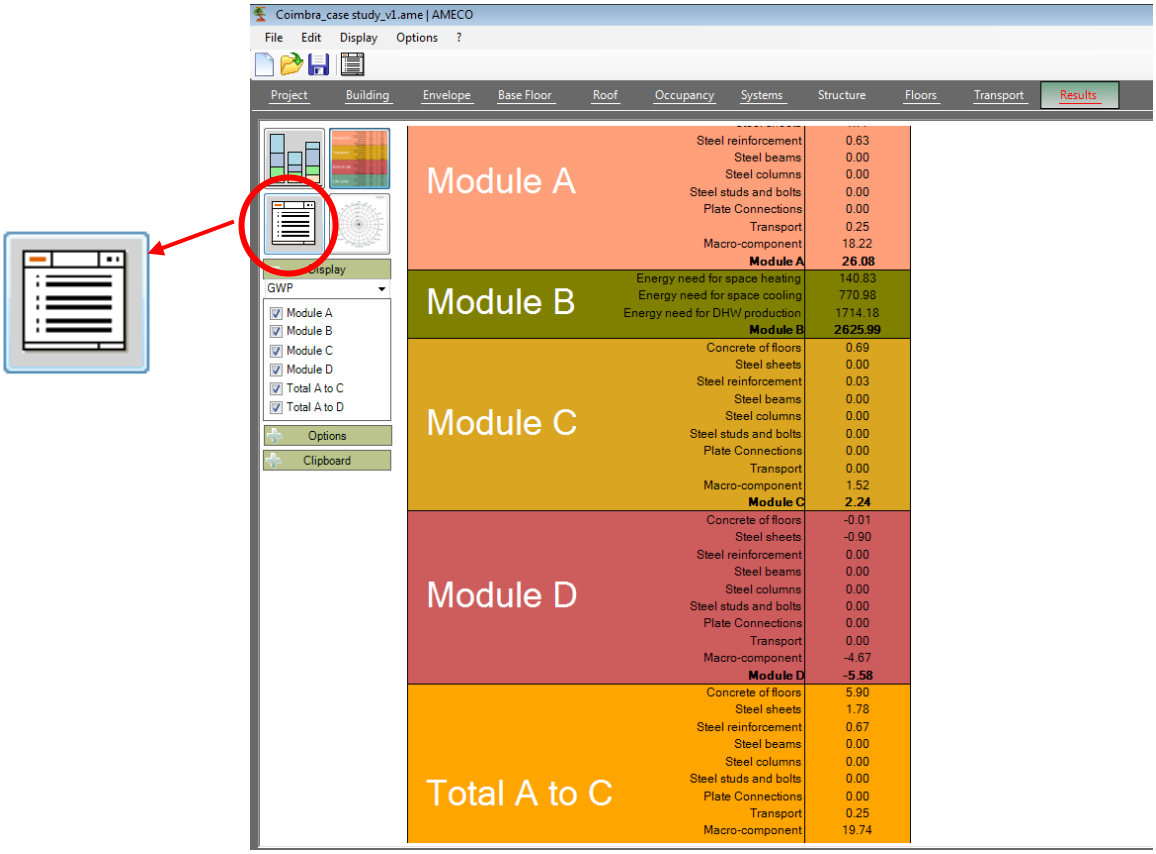
Kasutajal on võimalus esitada tulemused radiaalgraafikuna moodulitele A kuni C ja A kuni D kõikide indikaatorite kohta.



Joonis 31 : Radiaalgraafik

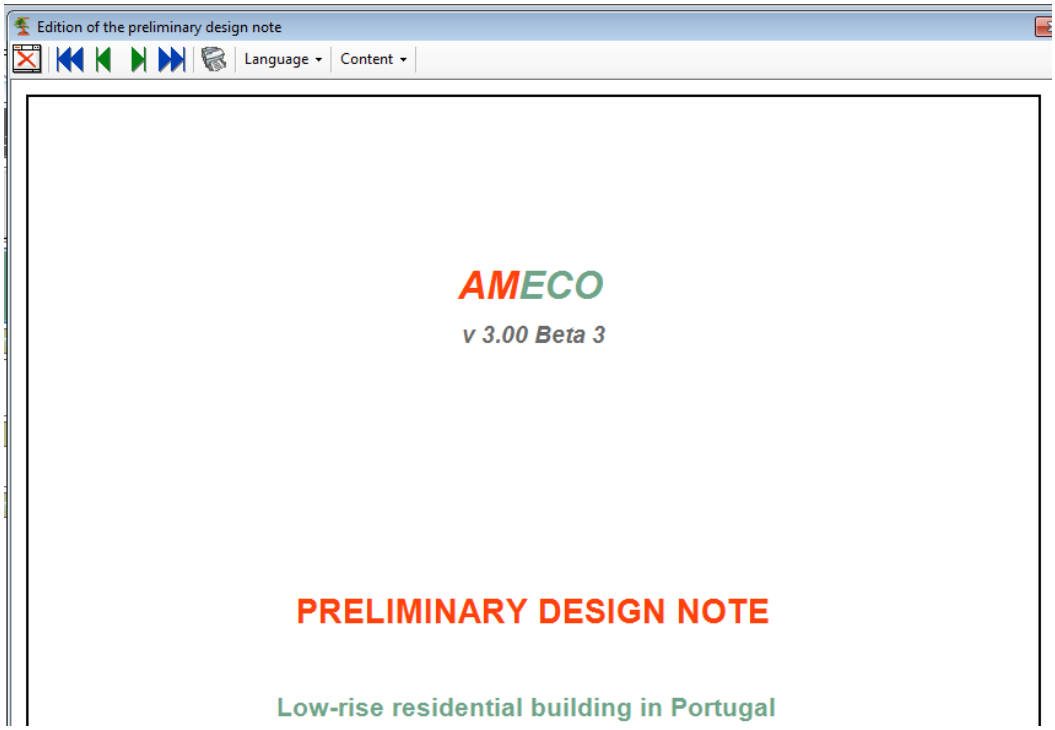
7.2.11.4 Arvutusleht

Valides vastava ikooni, saab koostada ka arvutuslehe, mida nimetatakse esialgseks keskkonnamõjude arvutuseks:



Joonis 32 : arvutuslehe valik

Sellel lehel, mille saab ka printida, on esitatud kõik hoone sisendid ja väljundid.



Joonis 33 : Keskkonnamõjude esialgne arvutus

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

Joonis 34 : keskkonnamõjude esialgsetes arvutustulemustes esitatud tabelid, mis näitavad tulemusi kõikide indikaatorite kohta

Kasutusfaasi detailsed tulemused esialgsetes keskkonnamõjude arvutustulemustes.

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

Joonis 35 : kasutusfaasi tarbimise andmete tabel

8 Näidisjuhtumite analüüs

8.1 Büroohoone

8.1.1 Sissejuhatus

Eesmärgiks on esitada keskkonnamõjude arvutused büroohoonele ja võrrelda eri tüüpi konstruktsioone, kasutades tarkvra AMECO3.

Analüüsitakse kolme tüüpi konstruktsioonilahendusi:

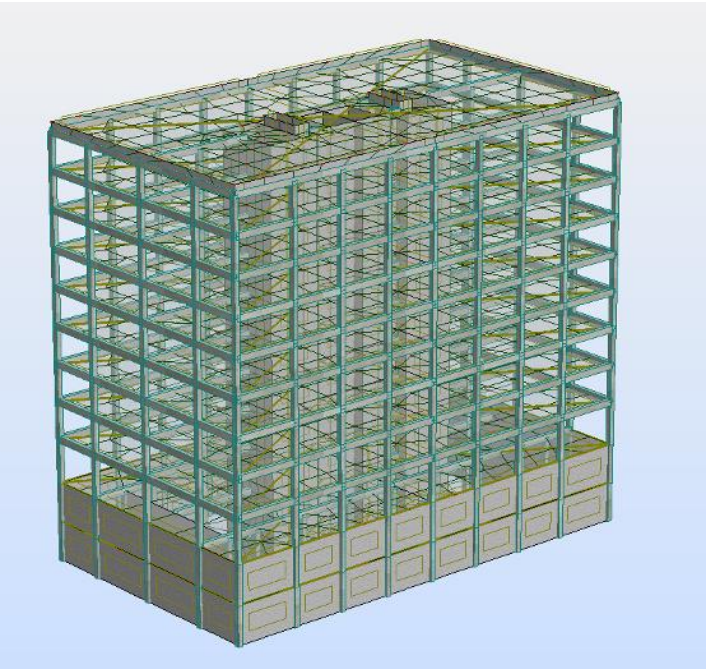
- Teras-beoon komposiitkonstruktsioon
- betoonkonstruktsioon
- optimiseeritud teras-betoon komposiitkonstruktsioon (optimiseeritud ECO-Design meetodi alusel)

Konstruktsiooniarvutused tehti sõltumatu inseneribüroo poolt ArcelorMittali tellitud uuringu käigus. Konstruktsioonilahendust kontrollisid ka sõltumatud eksperdid [4].

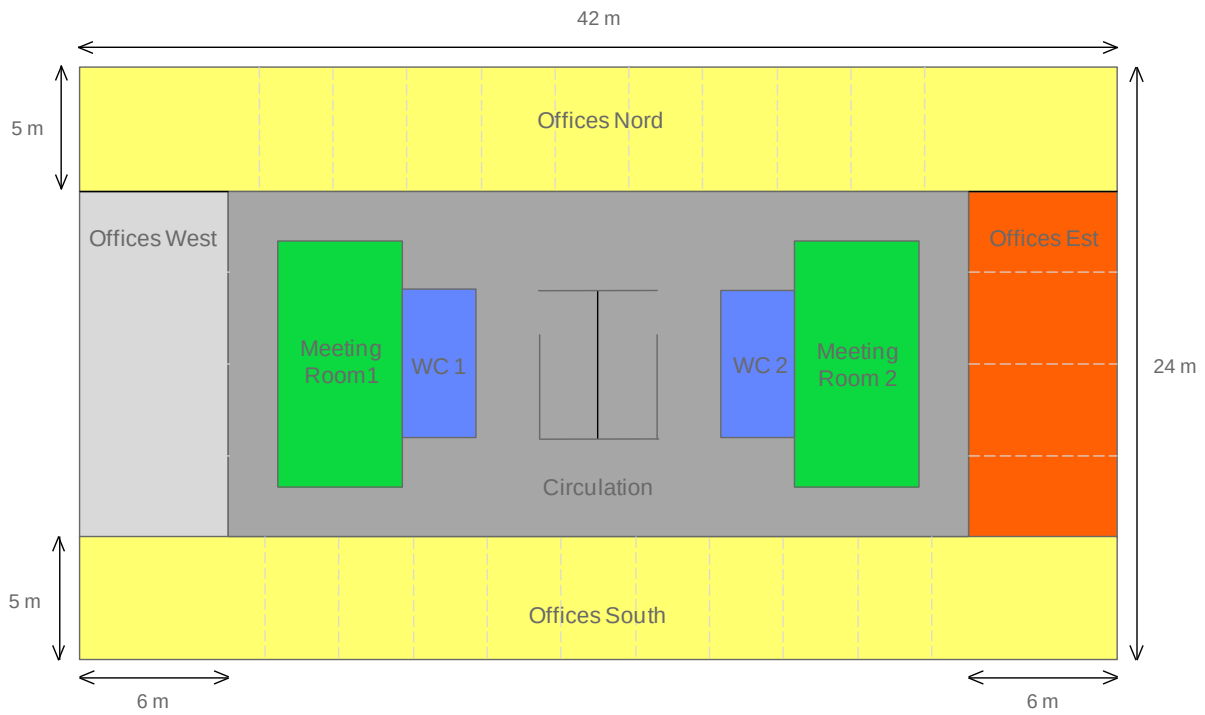
Need 3 konstruktsioonisüsteemi on Euroopas kõige enam levinud büroohoonete puhul.

8.1.2 Hoone kirjeldus

Hoone mõõtmed	42.4 m x 24.4 m
Põhikonstruktsiooni korruste arv	R + 8
Infrastruktuuri korruste arv	2
Hoone kõrgus	31.2 m
Korruse kõrgus (põrandapinnast põrandapinnani)	3.4 m (väljaarvatud alumine korrus 4.0 m)



Joonis 36 : Hoone 3D vaade, s.h. maaalused korused



Joonis 37 : Tüüpiline korruse plaan

Erinevad lahendusvariandid:

Need kolm hoonevarianti erinevad ainult põhikandekonstruktsiooni poolest (postid, talad ja plaadid) ja keskmise stabiliseeriva südamiku poolest. Muud konstruktsioonielemendid (vundament ja sisemised konstruktsioonid), piirdekonstruktsioonid ja viimistlus on identsed.

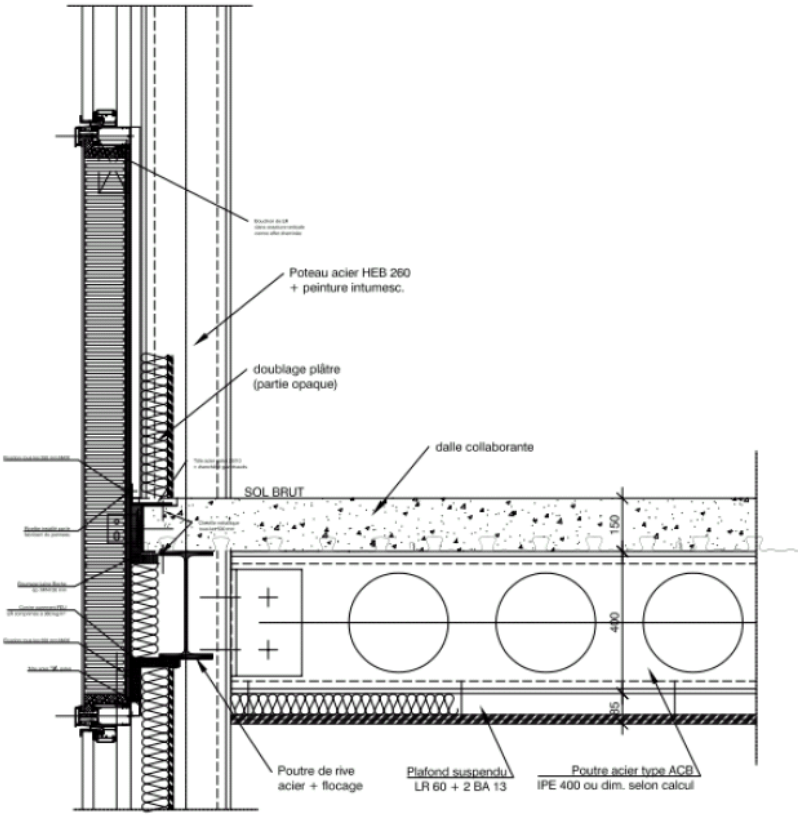
Hoonete kasutusviis on ühesugune, kasutatavad pinnad on identsed. Tõsi, komposiitkonstruktsiooni puhul on hoone veidi kõrgem kui betoonkonstruktsiooni puhul.

Hooned on projekteeritud vastavalt Pariisi klimaatilistele tingimustele.

Projekteeritud kasutusiga (LTS) hoonetele on 100 aastat. Büroohoonete puhul muidugi määravad eluea kandekonstruktsioonid; muid elemente saab renoveerida ja vajadusel asendada. Käesolevas uuringus on materjalide elueaks arvestatud 100 aastat. Käesoleval juhul võib öelda, et LTS e ole eristavaks elemendiks erinevate hoone variantide vahel.

1. Terasest ja betoonist komposiitkonstruktsioon

Terasest ja betoonist komposiitkonstruktsiooniga hoonel on komposiitkandekonstruktsioon ning betoonist südamik.



Joonis 38 : Konstruktsioonisüstemi detail

Nagu näidatud joonisel 41, on konstruktsiooni põhielemndiks avadega komposiittala terasest S355, mis on terastüüblite abil ühendatud komposiitplaadiga.
Komposiitplaadi elementideks on profiilplekk COFRA+60 ja betoon C30/37.
Hoone jäigastussüdamik on betoonist.
Selline hoone lahendus on praegu tüüpiline Prantsusmaa turul.

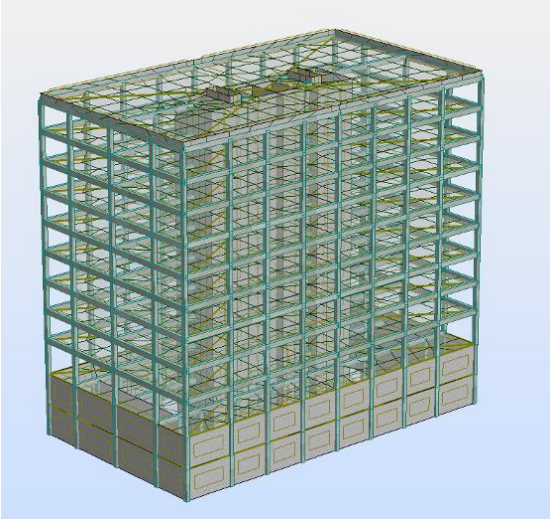
2. Betoonkonstruktsioon

Betoonkonstruktsiooniga hoonel on monteeritavatest õõnespaneelidest vahelaed, mis toetuvad raudbetoonist kandekonstruktsioonile ning hoonel on ka betoonist jäigastussüdamik.
Monteeritavad õõnespaneelid ning teised raudbetoonelemendid on betoonist C30/37.
Jäigastussüdamik on betoonist.
Selline konstruktsioonilahendus on samuti praegu levinud Prantsusmaa turul.

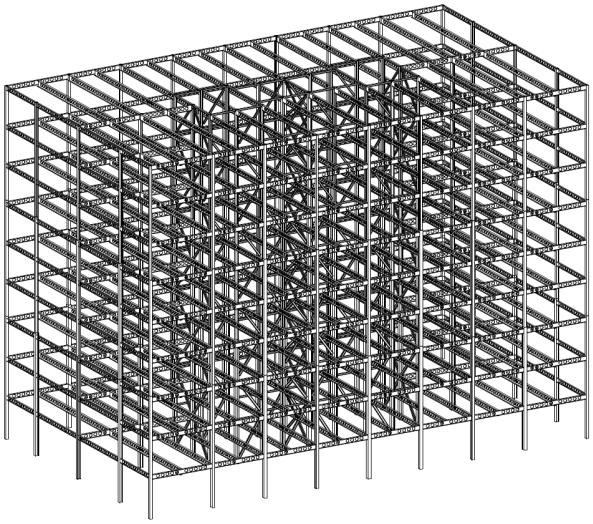
3. Eco-optimiseeritud teras-beoon komposiitkonstruktsioon

Eco-optimiseeritud hoone konstruktsioonid on teras-betoon komposiitkonstruktsiooniga ja terasest jäigastussüdamikuga.
Talad on avadega terasest komposiittalad, terase klass S460, talad on tüüblitega ühendatud komposiitplaadiga.
Komposiitplaat koosneb COFRA+60 profiilplekist ja betoonist klass C30/37.
Hoone jäigastussüdamik on terasest.
Hoone lahendus vastab Prantsusmaa turul levinud lahendustele, kuid materjalivalik on optimiseeritud eesmärgiga minimiseerida keskkonnamõjusid.

Hoone jäigastussüdamik:



Joonis 39 : Betoonsüdamik (Variandid 1 & 2)



Joonis 40 : Terasest südamik (Variant 3)

Konstruktsiooniandmed 3 variandile:

Põhikande-konstruktsioon	**Konstruktsioon**				**Vahelaeplaat**			
tonnides (t)	Teras-profiil	Teraslehed sõlmedes	Betoon C30/37	Arma-tuur	Teras-elemen-did	Kogu-paksus	Betoon	Steel reinf.
Steel S355	239,9 t	14,994 t	-	-	70.6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16.56 t
Concrete	-	-	1199 t	59.1 t	-	240 mm + 70 mm of screed	4688 t	16.56 t
Steel S460	197,1 t	11,827 t	-	-	70.6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16.56 t
Steel core	75,46 t	6,037 t	-	-	-	-	-	-
Concrete core	-	-	1941 t	44,16 t				

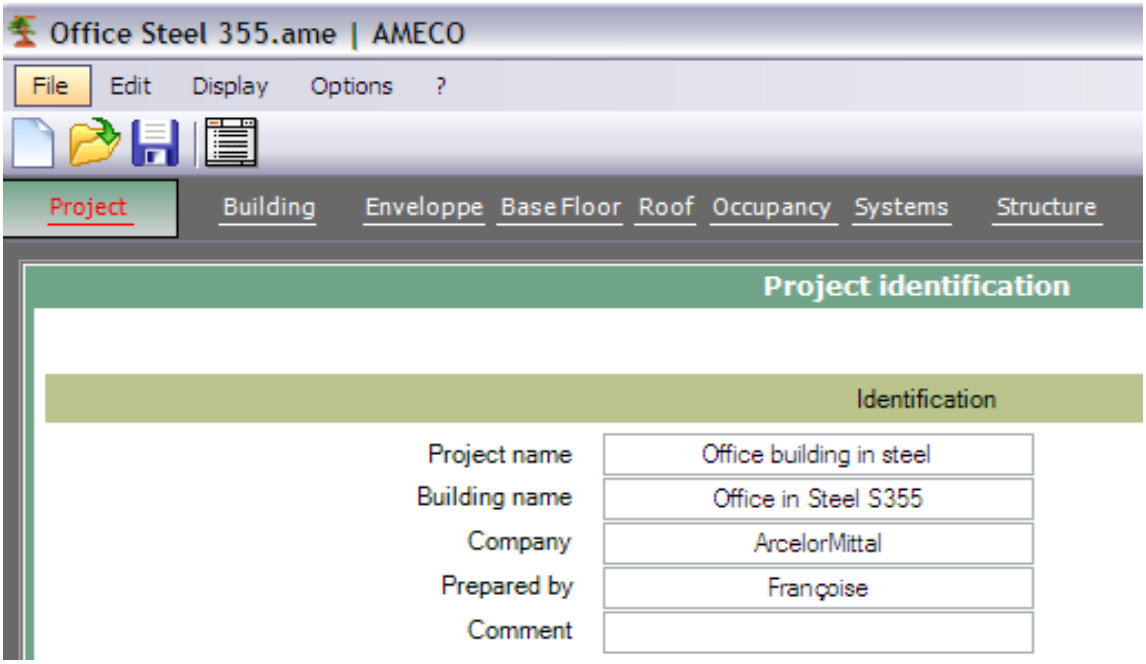
Hoone 1 = Teraskonstruktsioon, teras S355, betoonsüdamik
Hoone 2 = Betoonikonstruktsioon, betoonsüdamik
Hoone 3 = Teraskonstruktsioon, teras S460, terassüdamik

NB : betooni tihedus= 2500 kg/m^3

8.1.3 Keskonnamõjude analüüs AMECO3 tarkvaraga

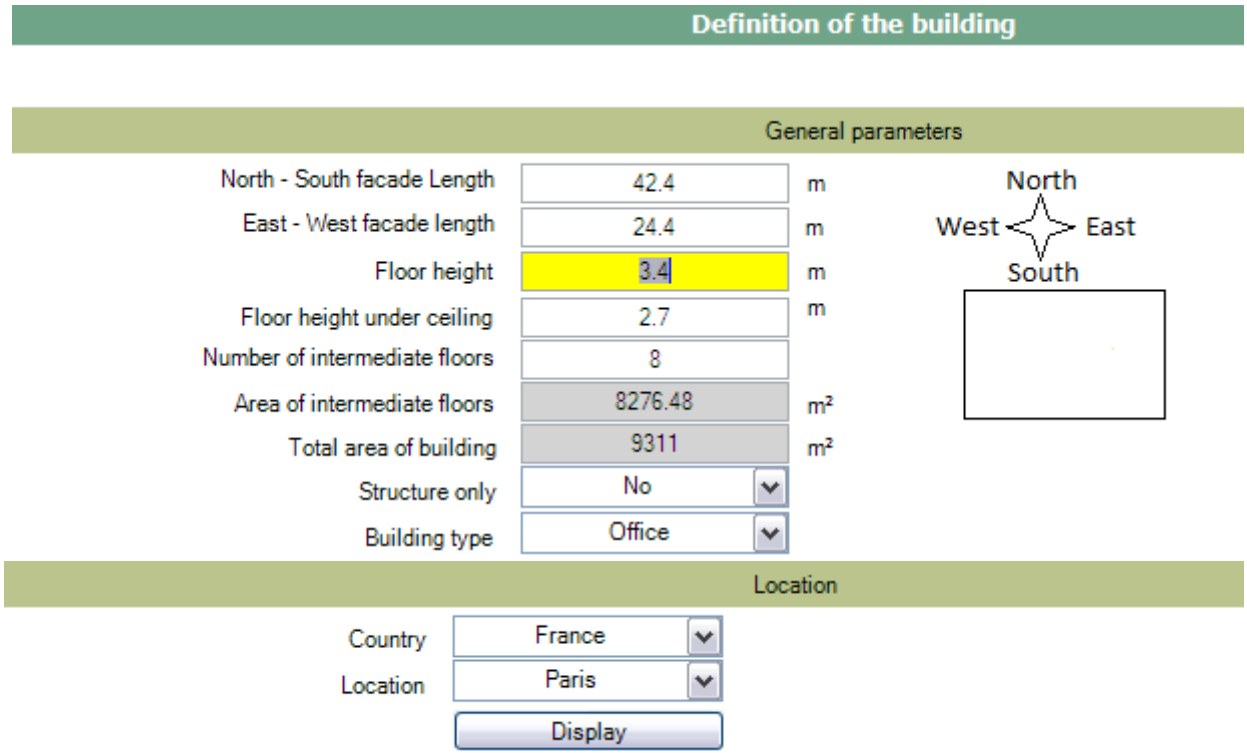
8.1.3.1 AMECO3 sisendandmed

⇨ *Üldandmete sisestamine hoonele 1 tarkvaras AMECO3*



⇨ *Andmete sisestamine piirete kohta (Moodulid A-C-D)*

- Hoone üldandmete määratlemine:



- Hoone piirdekonstruktsioonide määratlus: piirete (seined, avatäited, pinnas ja katus) soojustehnilised näitajad (U-arv) võetakse vastavalt AMECO3 komponentidele.

Envelope | Base Floor | Roof | Occupancy | Systems | Structure | Floors | Transport | Results

Definition of the building enveloppe

Facade

Direction	North	East	South	West	
Facade area	1297.44	746.64	1297.44	746.64	m²
Opening area	30	30	30	30	%

Facade properties

Wall type	Light steel panel wall (rock wool)	
U-value for walls	0.296	W/(m².K)
Opening type	Double glazing low emissivity (type 1)	
U-value for openings	1.7	W/(m².K)
Shading device type	No shading device	
Shutter type	No shutter	

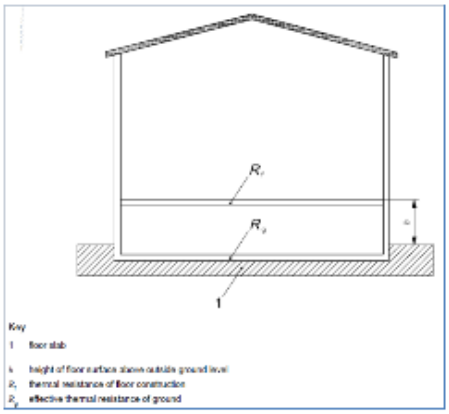
- Hoone alumise põranda määratlus:

Project | Building | Envelope | Base Floor | Roof | Occupancy | Systems | Structure | Floors | Tran

Definition of the building base floor

Base floor

U-value for the base floor	0.599	W/(m².K)
Base floor type	Suspended Floor	
Thickness of concret base floor	0.2	m
Mass of reinforcing steel	0	t
Internal heat capacity of ground	50000	J/(m².K)
Internal heat capacity of intermediate floor	50000	J/(m².K)
Internal heat capacity of internal wall	20000	J/(m².K)



- Hoone katuse määratlus:

Envelope | Base Floor | Roof | Occupancy | Systems | Structure | Floors | Transport

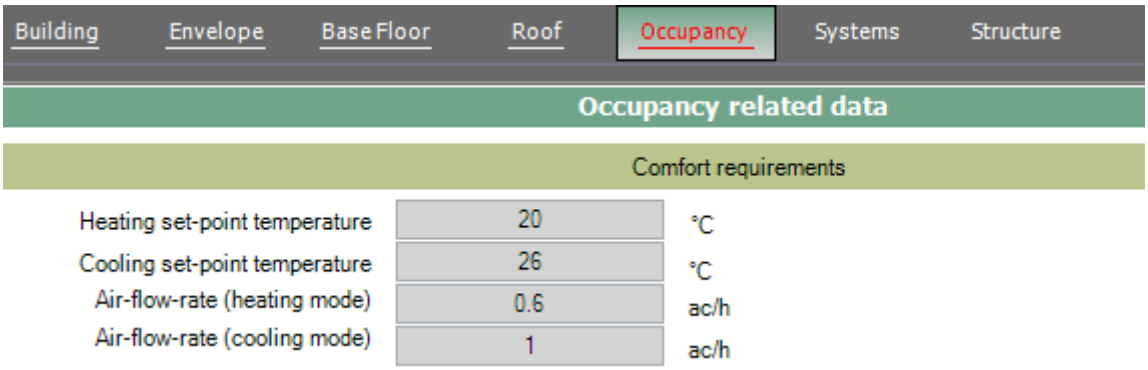
Definition of the building roof

Roof

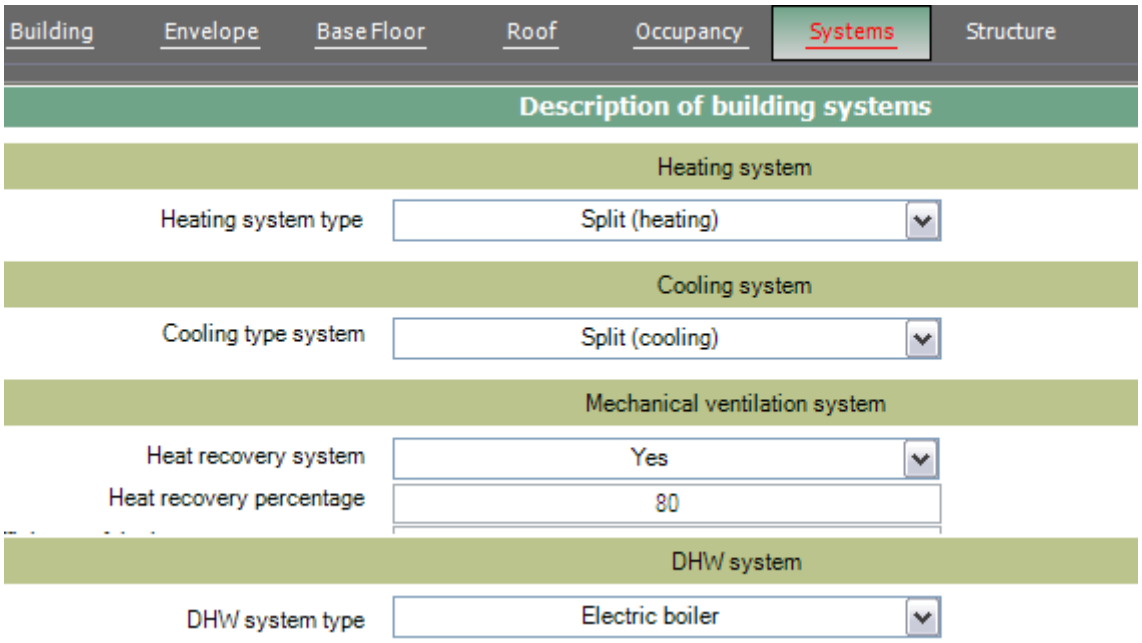
Roof type	Roof type 2	
U-value for the roof (flat part)	0.373	W/(m².K)

⇨ *Kasutusfaasi sisendandmed (Moodul B)*

- Kasutusrežiimi määratlus:



- Hoone tehnosüsteemide määratlus:



⇨ *Hoone konstruktsioonide üldandmed (Moodul A-C-D)*

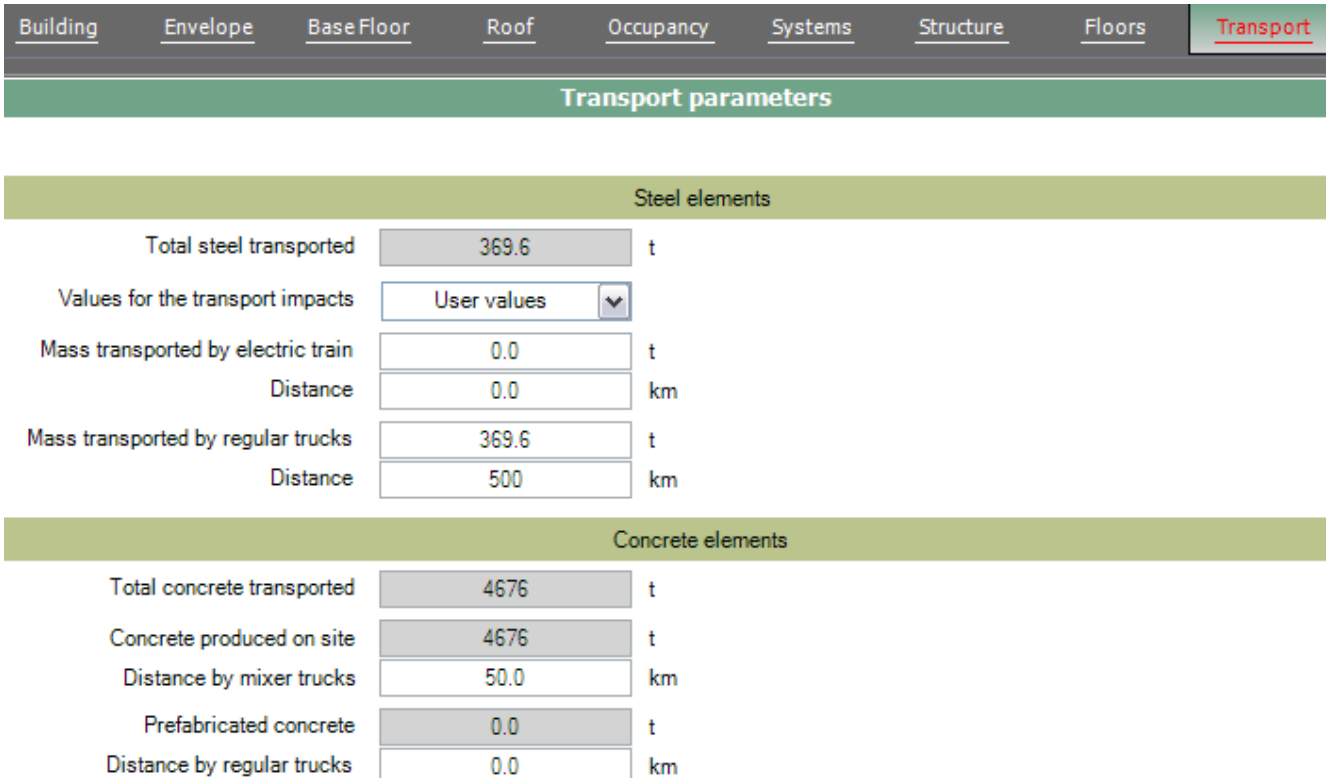
- Kandekonstruktsioonide määratlus:

Bearing structure of the building		
Steel elements		
Beams (Hot rolled profiles)	239.9	t
Columns (Hot rolled profiles)	0.0	t
Studs	0.0	t
Bolts	0.0	t
Plate Connections	14.99	t
Concrete elements		
Concrete Type	In-situ/Poured	
Concrete Grade	C30/37	
Beams	0.0	t
Columns	1941	t
Steel reinforcement	44.16	t
Wood elements		
Beams	0.0	t
Columns	0.0	t
Total mass of structure	2240	t

- Vahelagede konstruktsiooni määratlus:

Floor slabs		
Steel elements		
Type of slab	Composite slab	
Steel deck	Cofraplus 60	
Thickness of the deck	0.750	mm
Mass of sheeting per m2 of floor	8.53	kg/m²
Mass of sheeting for the building	70.6	t
Minimum depth of the floor	100	mm
Concrete elements		
Total depth of the floor	150.0	mm
Concrete Type	In-situ/Poured	
Concrete Grade	C30/37	
Total mass of the floor concrete (incl. base floor)	2735	t
Steel reinforcement	0.0	t
Total mass of the floor slabs	2805	t

⇨ *Elementide transpordi andmed (Moodul A)*



8.1.3.2 AMECO3-ga saadud arvutustulemused

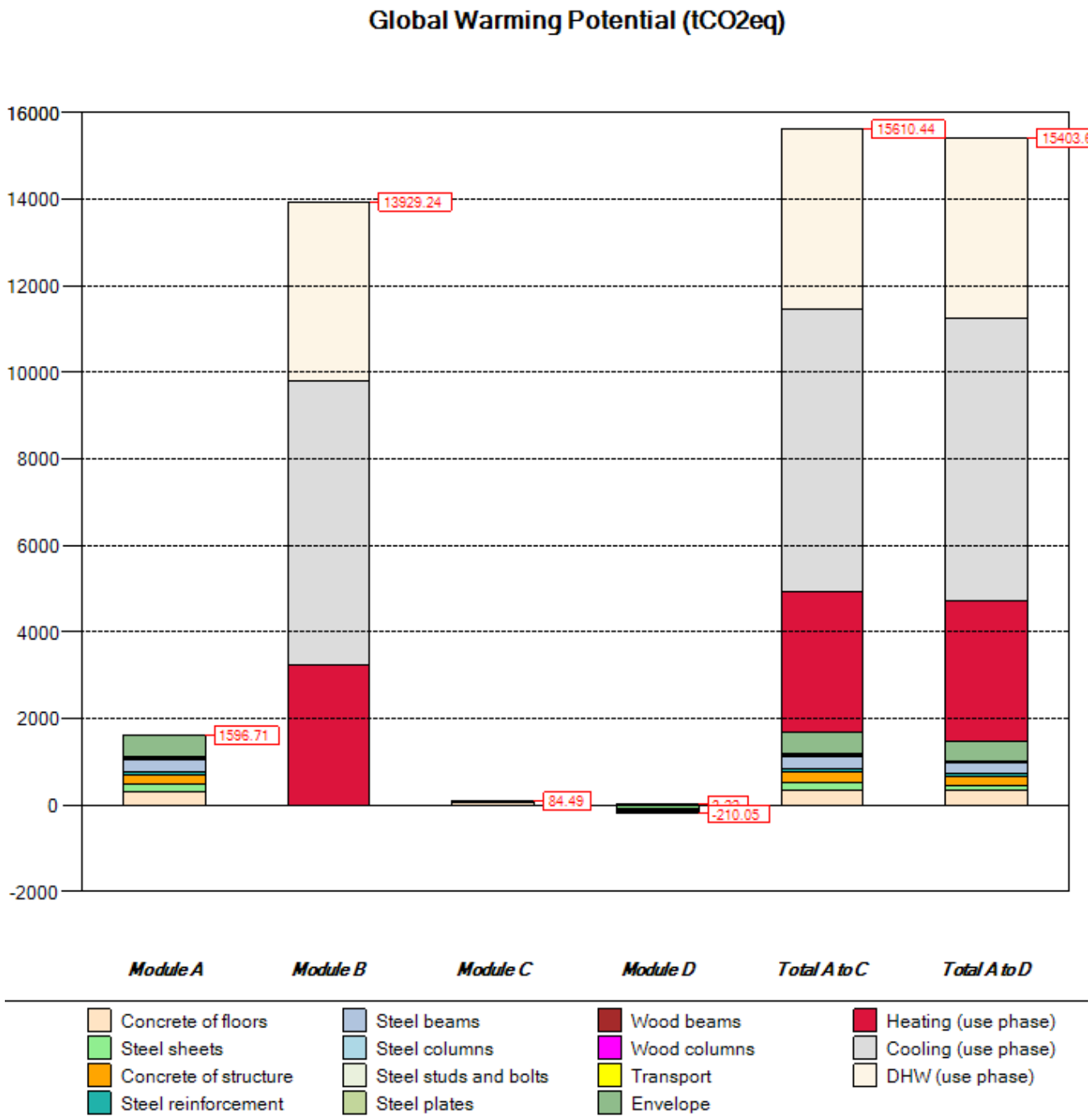
Hoone 1: teras S355 – betoonsüdamik

Detailsed tulemused Globaalse Soojenemise Potentsiaali kohat (t CO_2ekviv):

Büroohoone teras 355	Moodul A tCO_2ekviv	Moodul B tCO2ekviv	Moodul C tCO2ekviv	Moodul D tCO2ekviv	kokku A kuni C tCO2ekviv	kokku A kuni D tCO2ekviv
Teras kokku	549,17	0	4,71	-148,78	553,88	405,1
Talad	276,92	0	1,38	-40,71	278,3	237,59
Postid	0	0	0	0	0	0
Sõlmede lehed	36,84	0	0,09	-19,66	36,93	17,27
Armatuur	54,93	0	2,8	3,22	57,73	60,95
Profiilplekk	180,48	0	0,44	-91,63	180,92	89,29
Betoon kokku	520,77	0	63,22	-3,51	583,99	580,48
Kandekonstr. Betoon	216,19	0	23,02	-2,74	239,21	236,47
Betoonplaadid	304,58	0	40,2	-0,77	344,78	344,01
Piirded	489,99	0	16,55	-54,54	506,54	452
Kasutusfaas kokku	0	13929,24	0	0	13929,24	13929,24
Küte	0	3233,37	0		3233,37	3233,37
Jahutus	0	6543,84	0		6543,84	6543,84
Soe vesi	0	4152,03	0		4152,03	4152,03
Transport	36,78	0	0		36,78	36,78

Tulemustest on näha, et domineeriv keskkonnamõju tuleb moodulist B, mis vastab kasutusfaasile.

Graafiliselt esitatud Globaalse Soojenemise Potentsiaal (t CO_2ekviv):



Hoone 2: betoonkonstruktsioon ja betoonist südamik

Detailsed tulemiused: Globaalse soojenemise potentsiaal (t CO2ekv):

Mõju kokku	**1596,71**	**13929,24**	**84,48**	**-206,83**	**15610,43**	**15403,6**

Büroohoone betoon	Moodul A tCO_2ekv	Moodul B tCO2ekv	Moodul C tCO2ekv	Moodul D tCO2ekv	Kokku A kuni C tCO2ekv	Kokku A kuni D tCO2ekv
Teras kokku	128,45	0	6,55	7,54	135	142,54
Talad	0	0	0	0	0	0
Postid	0	0	0	0	0	0
Lehed sõlmedes	0	0	0	0	0	0
Armatuur	128,45	0	6,55	7,54	135	142,54
profiilplekk	0	0	0	0	0	0
Betoon kokku	1078,55	0	133,44	-6,28	1211,99	1205,71
Kandekonstr betoon	349,74	0	37,24	-4,43	386,98	382,55
Betoonplaadid	728,81	0	96,2	-1,85	825,01	823,16
Piirded	489,99	0	16,55	-54,54	506,54	452
Kasutusfaas kokku	0	13929,24	0	0	13929,24	13929,24
Küte		3233,37			3233,37	3233,37
Jahutus		6543,84			6543,84	6543,84
Soe vesi		4152,03			4152,03	4152,03

Hoone 3: teras S460 konstruktsioon ja terassüdamik

Detailsed tulemused: Globaalse soojenemise potentsiaal (t CO2ekv):

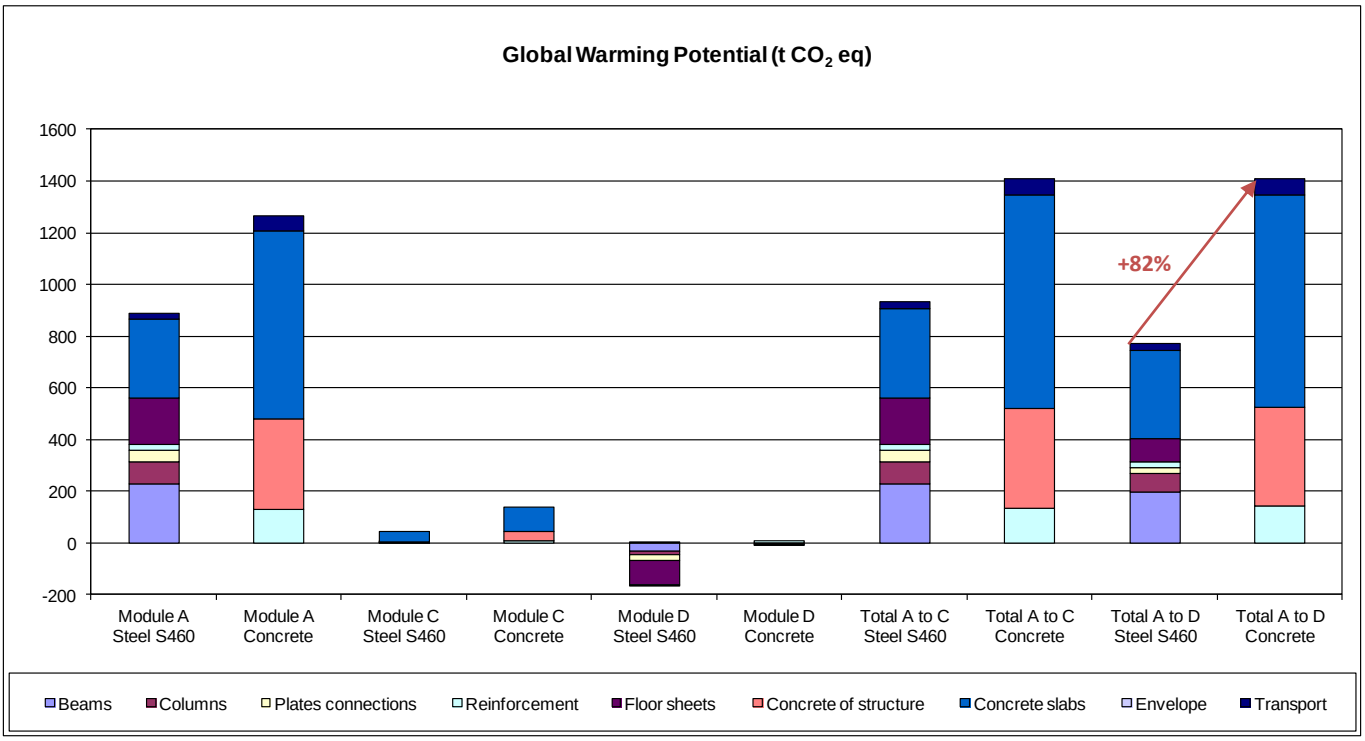
Büroohoone Teras S460	Moodul A tCO_2ekv	Moodul B tCO2ekv	Moodul C tCO2ekv	Module D tCO2eq	Total A to C tCO2eq	Total A to D tCO2eq
Teras kokku	559.6	0	3.15	-160.09	562.75	402.66
Talad	227.51	0	1.13	-33.44	228.64	195.2
Postid	87.1	0	0.43	-12.8	87.53	74.73
Lehed sõlmedes	43.91	0	0.1	-23.43	44.01	20.58
Armatuur	20.6	0	1.05	1.21	21.65	22.86
Profiilplekk	180.48	0	0.44	-91.63	180.92	89.29
Betoon kokku	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
Kandekonstr betoon	0	0	0	0	0	0
Plaatide betoon	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
Piirded	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
Kasutusfaas kokku	0	13929.24	0	0	13929.24	13929.24
Küte		3233.37			3233.37	3233.37
Jahutus		6543.84			6543.84	6543.84
Soe vesi		4152.03			4152.03	4152.03
Transport	25.31	0	0	0	25.31	25.31
Moodulis kokku	**1379.48**	**13929.24**	**59.9**	**-215.4**	**15368.62**	**15153.22**

Nagu tulemustest näha, on kõigi kolme hoone puhul valdav osa keskkonnamõjudest koondunud kasutusfaasi moodulisse B. Kasutusfaasi mõjud ei sõltu hoone konstruktsioonitüübist (betoon või teras).

Need tulemiused näitavad, et konstruktsioonimaterjalidel on väga väike mõju hoone üldistele keskkonnamõjudele võrreldes hoone kasutusest tulenevate mõjudega.

Järgmise võrdluse tegemiseks eemaldatakse kasutusfaas, et tuua välja hoone konstruktsioonitüübi mõju keskkonnamõjudele.

Võrdlus betoonkonstruktsiooni ja optimiseeritud teraskonstruktsiooni vahel on toodud järgmisel joonisel.



Arvestades CO_2 mõju on suur vahe betoonkonstruktsiooni ja Eco-optimiseeritud komposiitkonstruktsiooni vahel, mis võib ulatuda isegi kuni 82%, kui vanaraua ümbertöötlemist ja purustatud betooni väärtustamist arvestada.

Käesoleva uuringu tulemuisena saba välja tuua, et terasest ja betoonist komposiitkonstruktsioonil on mitmeid eeliseid keskkonna jalajälje mõttes. Eelkõige on põhjuseks nende kergem kaal. Siin on näidatud, et marjali miniseeriv projektlahendus võimaldab tunduvalt vähendada keskkonna jalajälge.

Eluea lõpus toimuv materjalide ümbertöötlus (terase lõpmatu ringlus ning betooni väärtustamine) mõjutab kõige enam konstruktsiooni jätkusuutlikkust. Standardi 15804 kohase Moodul D rakendamine võimaldab optimiseerida hoone keskkonna jalajälge.

Käesolevast uuringust ilmneb, et parim valik büroohoone jaoks on komposiitkonstruktsioon. See lahendus võimaldab kasutada mõlema materjali omadusi kõige paremini, see tähendab betooni survele töötavana ja terast tõmbele töötavana. See võimaldab vähendada deformatsioonide mõju projektlahendusele ning vähendada kogu hoone keskkonnale jäetavat jalajälge.

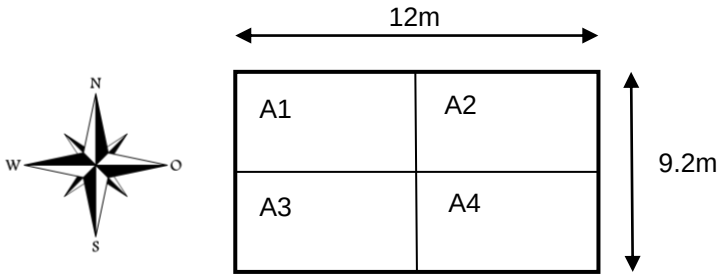
Samasuguse järelduse võib teha ka kõrgtugeva terase kasutamise kohta. See vähendab keskkonnale jäetavat jalajälge, kuna materjalide kogused on minimiseeritud.

8.2 Elamu - CasaBuna elamu Rumeenias

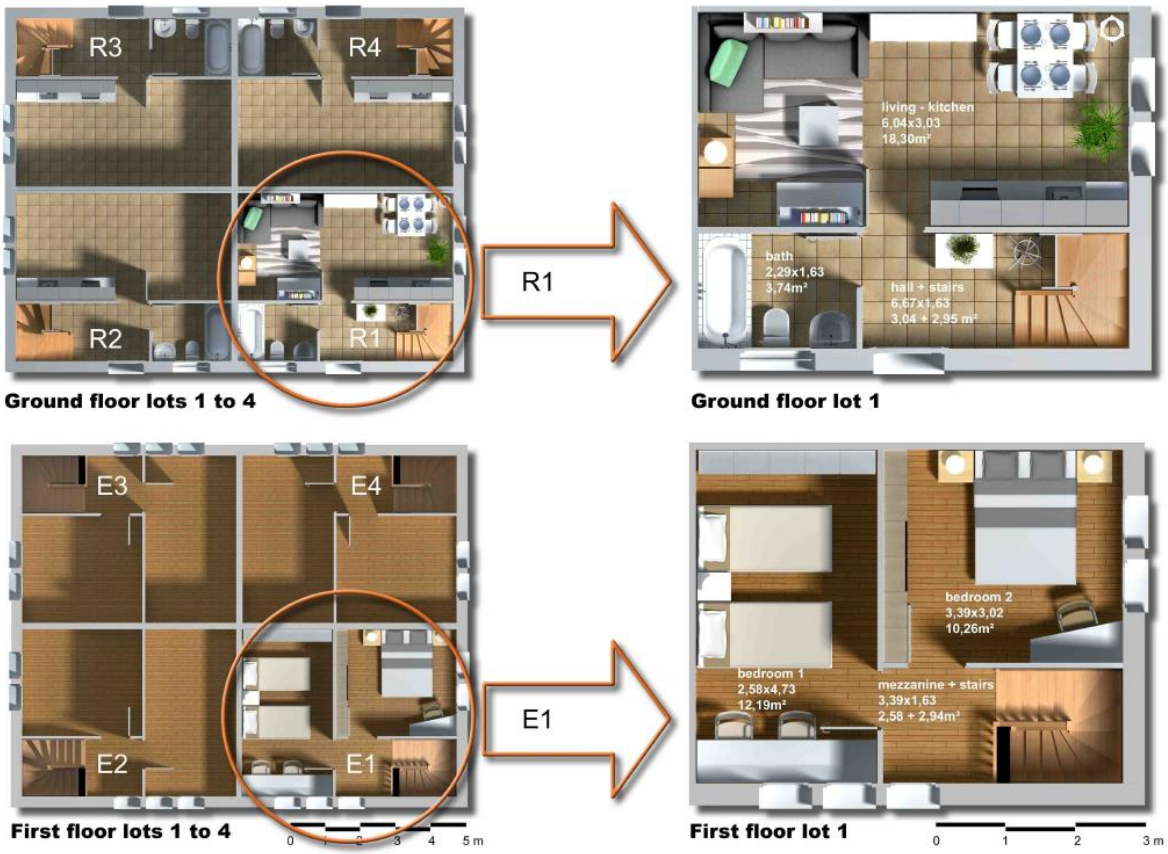
8.2.1 Hoone kirjeldus

Casa Buna kontseptsioon on 4 pere elamu Rumeenias.

Casa Bunã hoone jaguneb 4 korteriks, igaüks pindalaga 55m² , kummalgi korrusel asub kaks korterit.



Hoone kogukõrgus kaldkatuse harjani on 6.85 m. Kuna AMECO3 võimaldab modelleerida ainult horisontaalset katust, võetakse iga koruse keskmiseks kõrguseks 2.9 m. Hoone vertikaallõige ja plaanid on esitatud järgmistel joonistel:

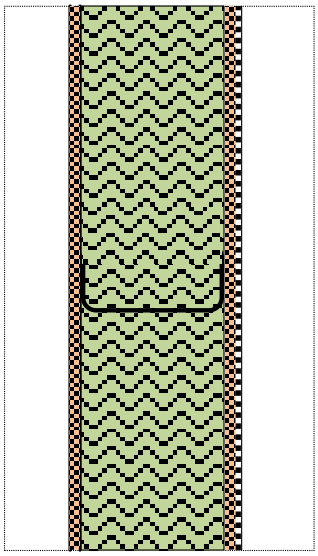


Järgmises tabelis on kokkuvõte hoone piirdekonstruktsioonidest.

Tabel Seinad ja klaasitud avatäited

	Põhi/Lõuna [m²]	Lääs/Ida [m²]	Kokku [m²]
Seinad	47	41	87
Klaasitud avad	22	12	34
Pinnad kokku	69	53	122

Fassad on kergel teraskarkassil paneelidest, kaetud väljast puitkiuplaadiga (OSB), 120mm kivilla on soojustuseks ning seestpoolt on kivill kaetud kipsplaadiga. Fassadikomponent on kujutatud allpool oleval joonisel:



Hoones ei ole muid kandvaid konstrutksioone.

Põrandaplaat pinnasel on raudbetoonist paksusega 0.2 m, soojustatud 4cm pressitud polüstüreeniga. Armatuuri mass on 0.7t. Vahelagi on plaatidest (kuiv).

Aknad on topeltklaasiga selektiivklaasist pVC raamiga.

Järgnevas tabelis on elementide U-arvus.

SEINAD	0.30	W/m^2.K
HORISONTAALNE KATUS	0.37	W/m^2.K
AKNAD	1.70	W/m^2.K
ALUMINE PÕRAND	0.60	W/m^2.K

Sisendi jaoks on vaja määrata põrandat ja sisseinte soojusmahtuvused. Täpsemad andmed on toodud allolevad tabelis:

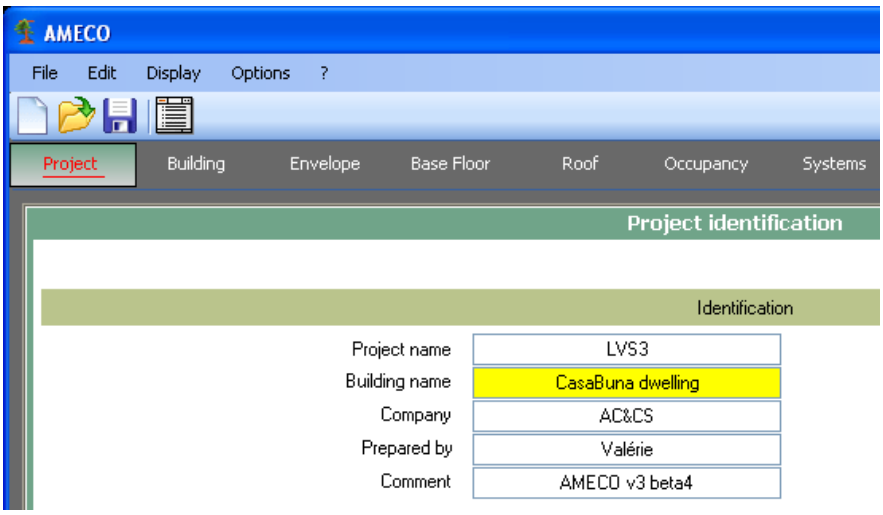
Alumine põrand 0.2 m betooni + keraam. plaat	74324	J/m²K
Vahelagi Linoleum + OSB + profiilplekk + õhkvahe + kipsplaadid	32447	J/m²K
Siseseinad kipsplaat + kivivill + teraskarkass + kipsplaat	13081	J/m²K

Küte ja jahutus on lahendatud soojuspumbaga, käivitustmperatuurid vastavalt 20 ja 25°C. Hoonel on loomulik ventilatsioon. Soe tarbevesi saadakse 90% efektiivsusega öötavast elektriboilerist.

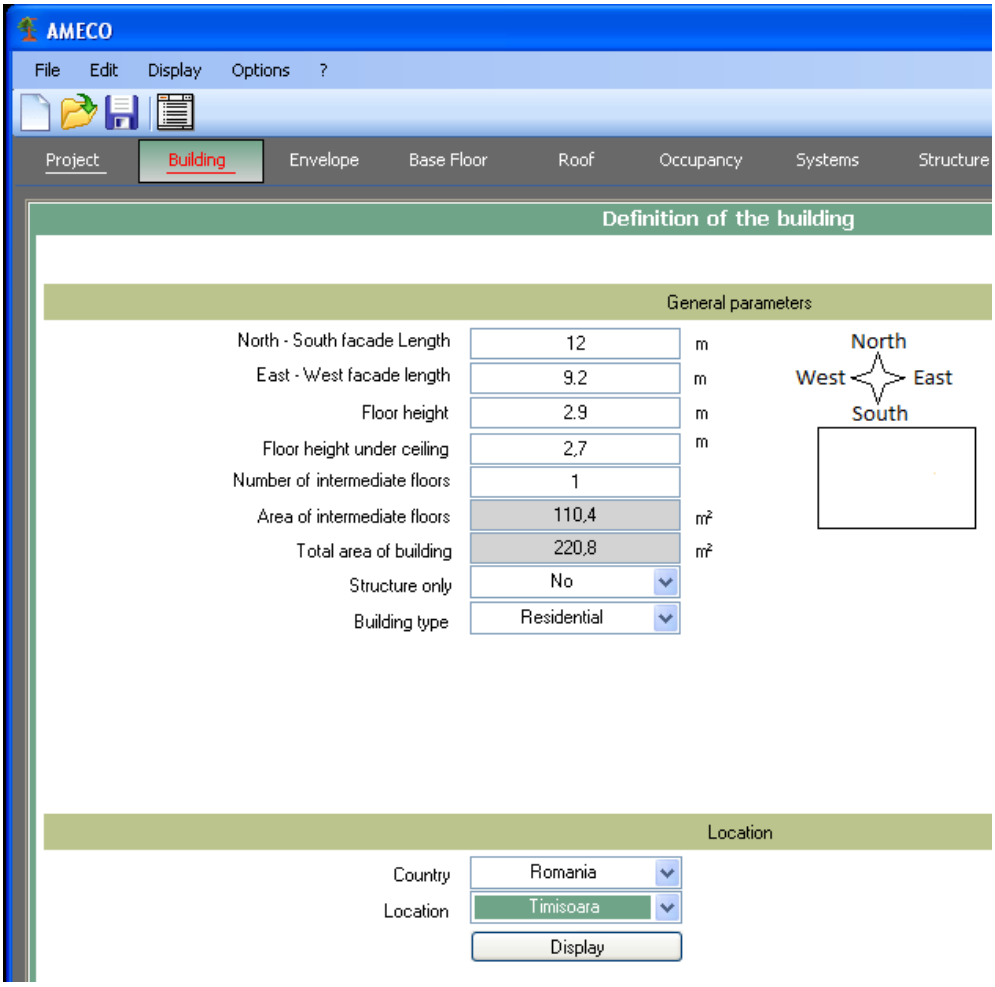
Vundamente käesolevas uuringus ei arvestata, samuti vaheseinu ja uksi. Samuti on arvutustest välja jäetud viimistlus ja mööbel. Hoone energiatarbesse on sisse arvestatud külmasildadest tulenevad energiakaod.

8.2.2 Sisendandmed AMECO3 tarkvarale

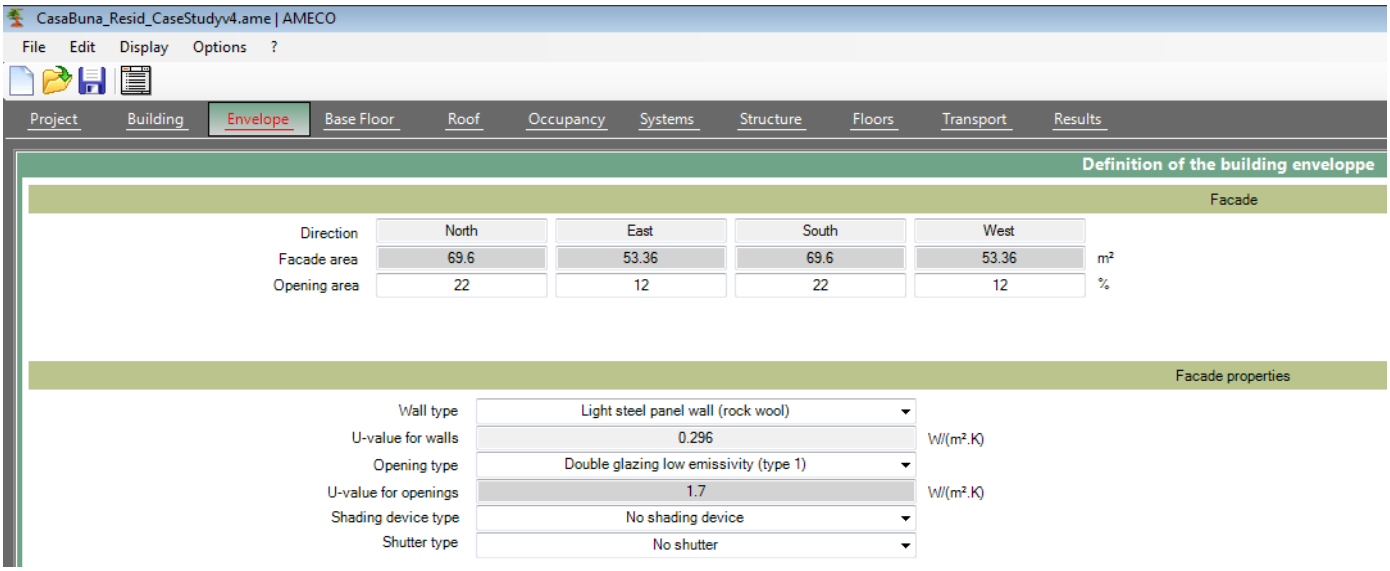
8.2.2.1 Üldandmed elamu kohta AMECO3-s

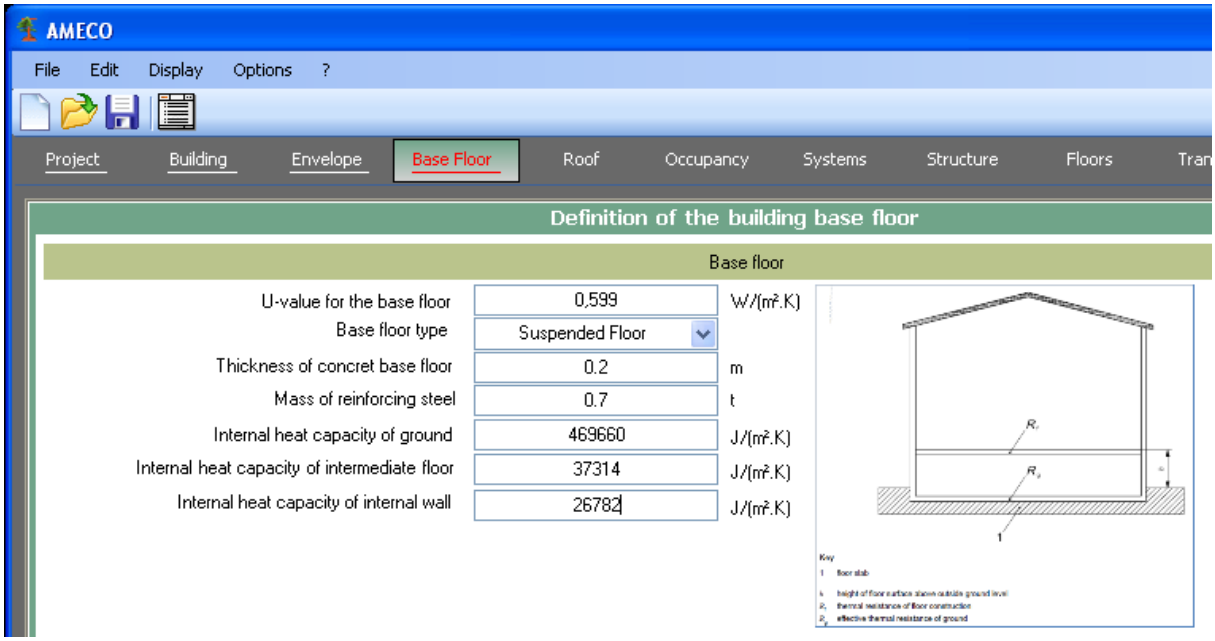


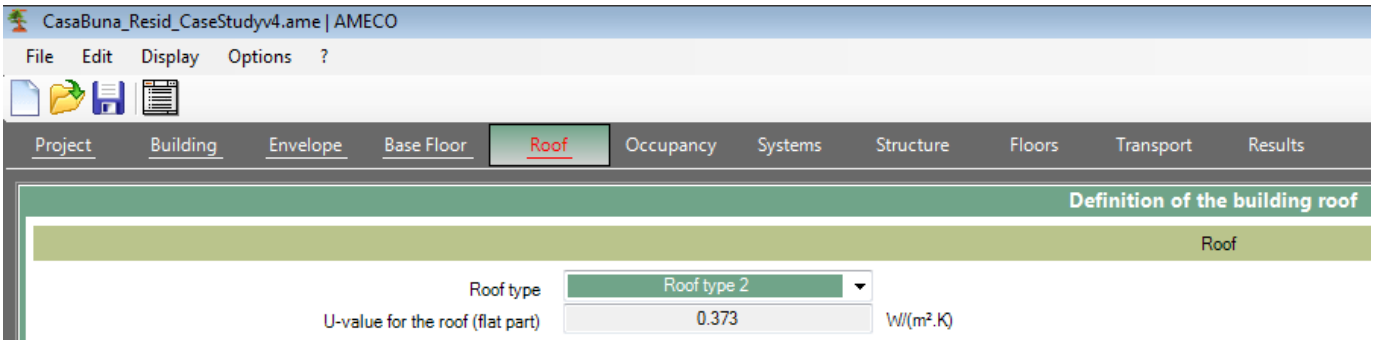
8.2.2.2 Andmed geomeetria kohta (Moodulid A-C-D)



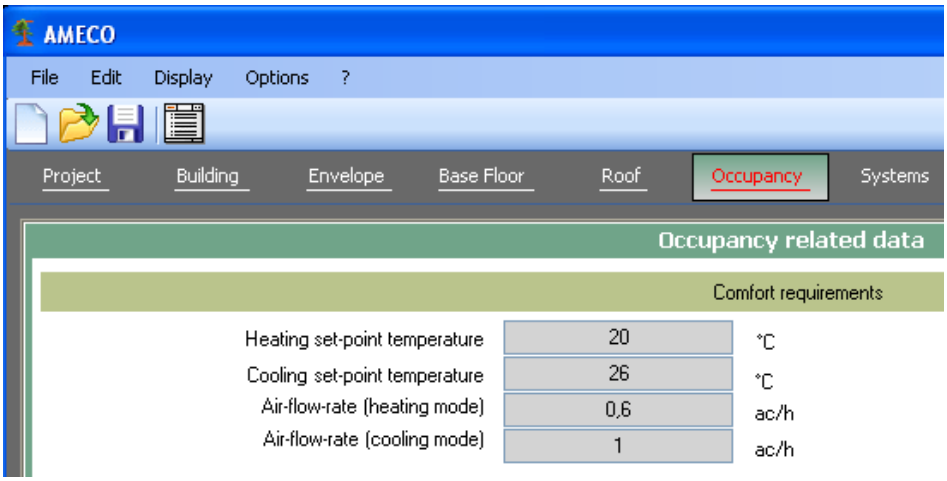
8.2.2.3 Andmed hoone komponentide kohta (Moodulid A-B-C-D)

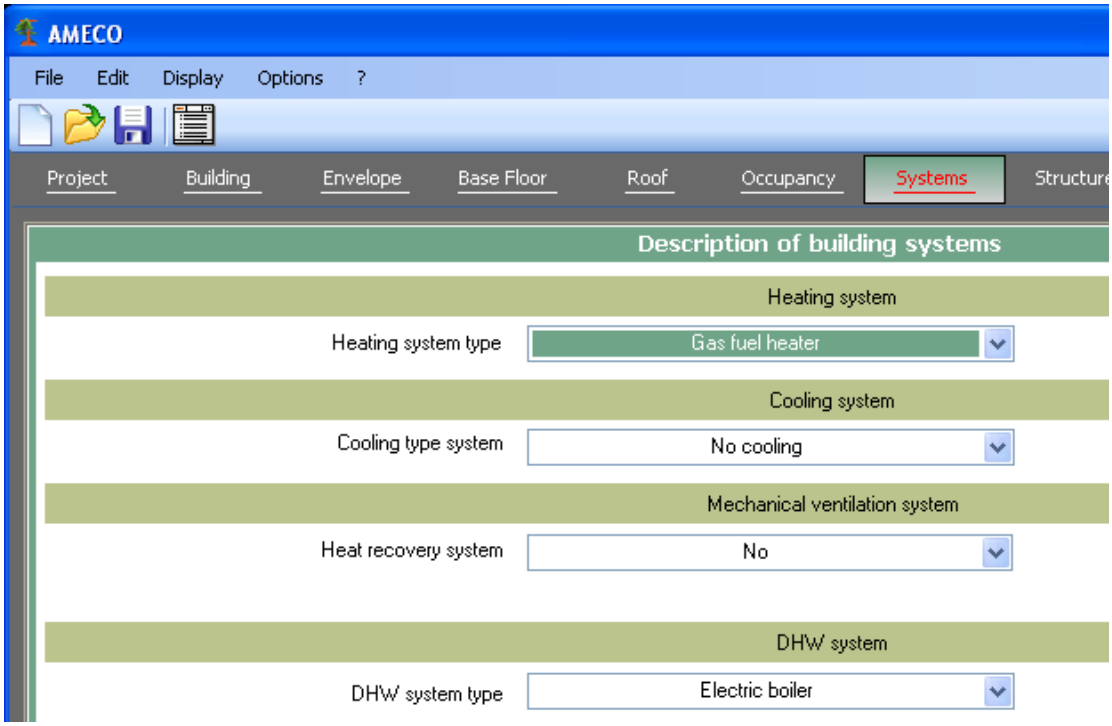




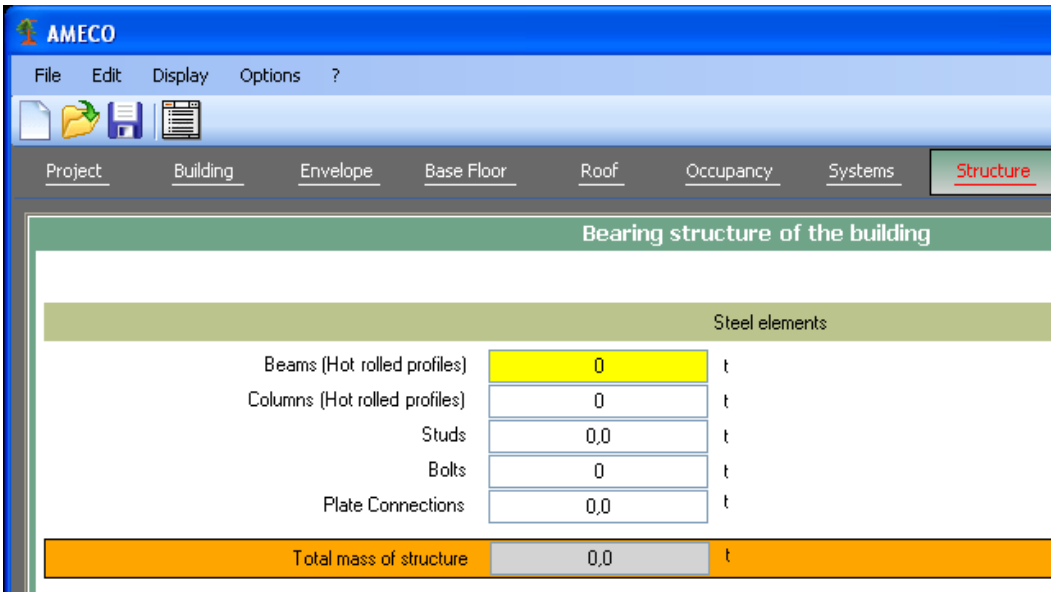


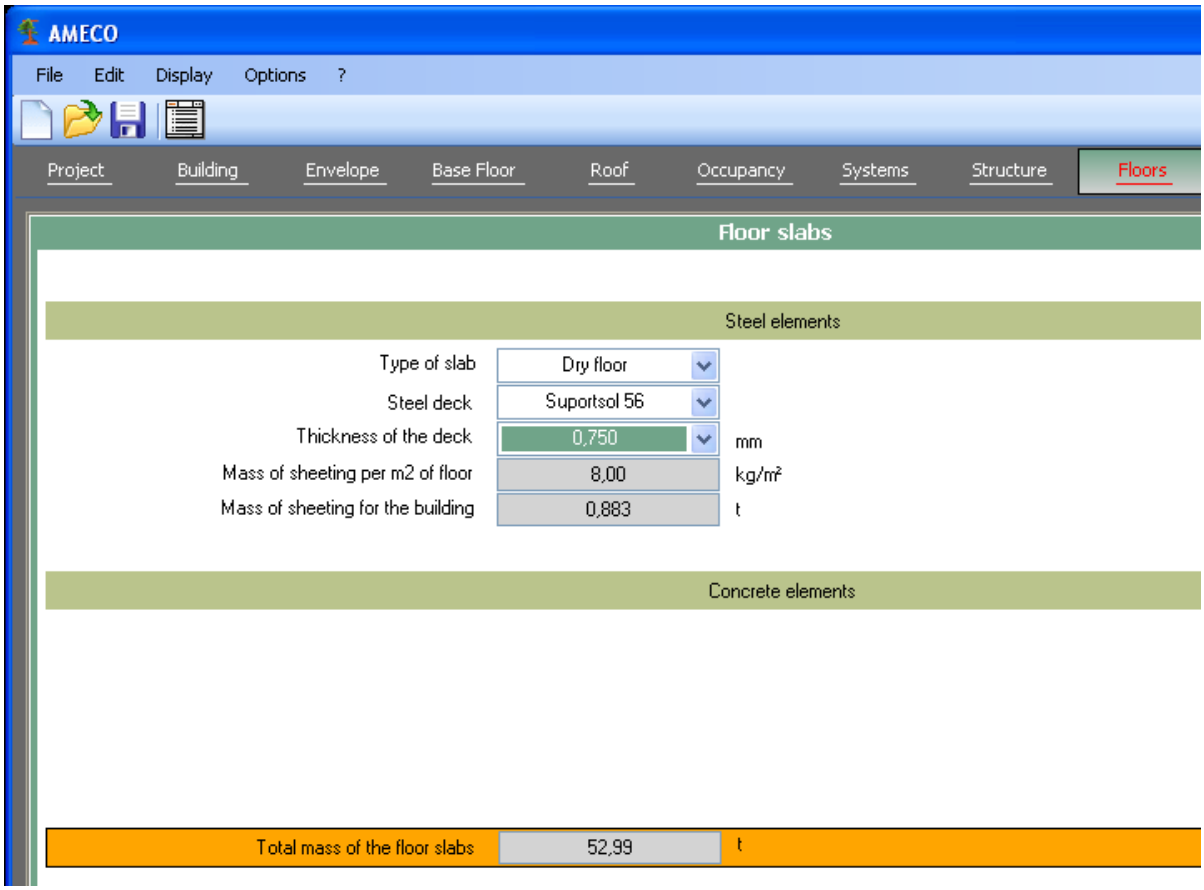
8.2.2.4 Andmed kasutusfaasi kohta (Moodul B)



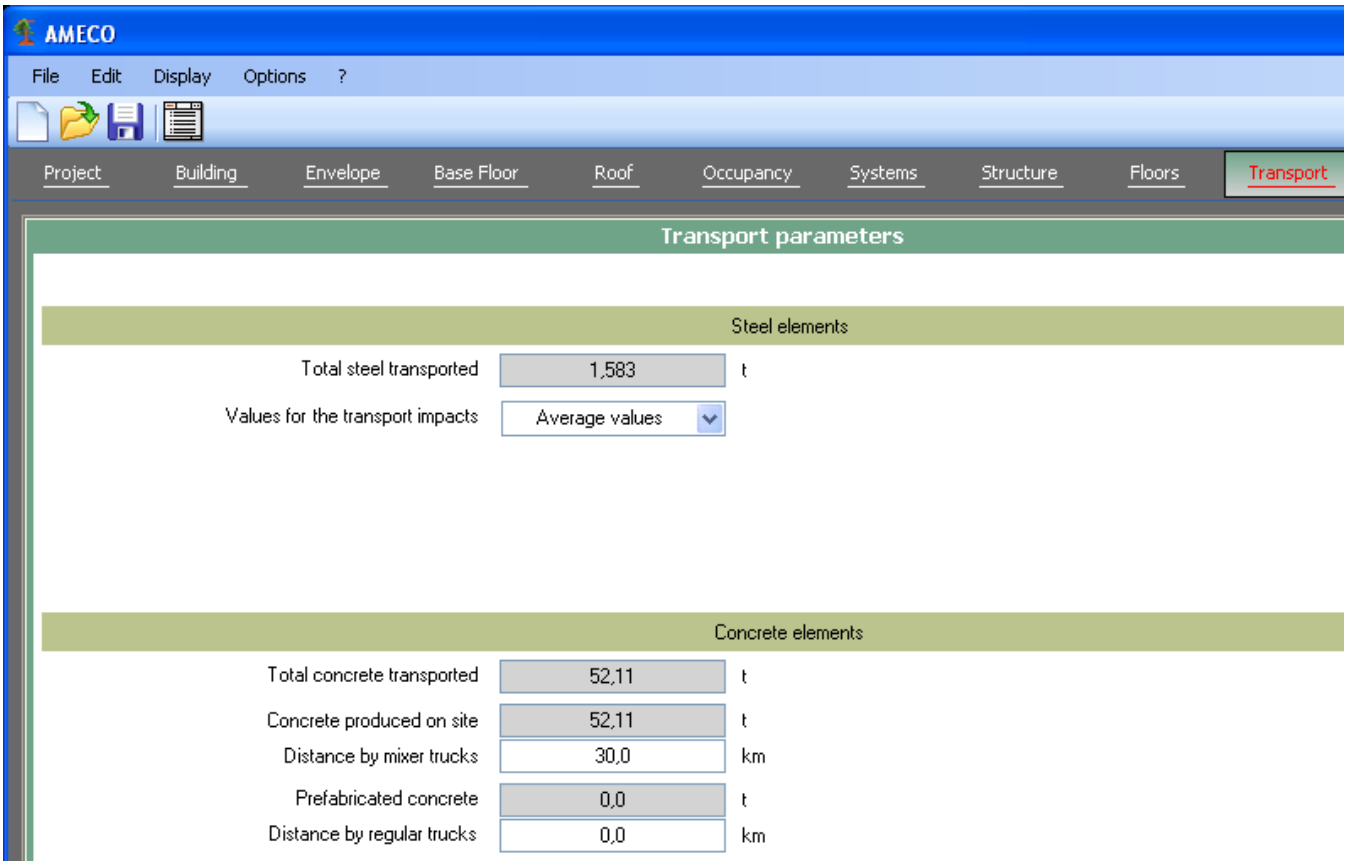


8.2.2.5 Üldandmed kandekonstrutksiooni kohta (Moodulid A-C-D)





8.2.2.6 Andmed elementide transpordi kohta (Moodul A)



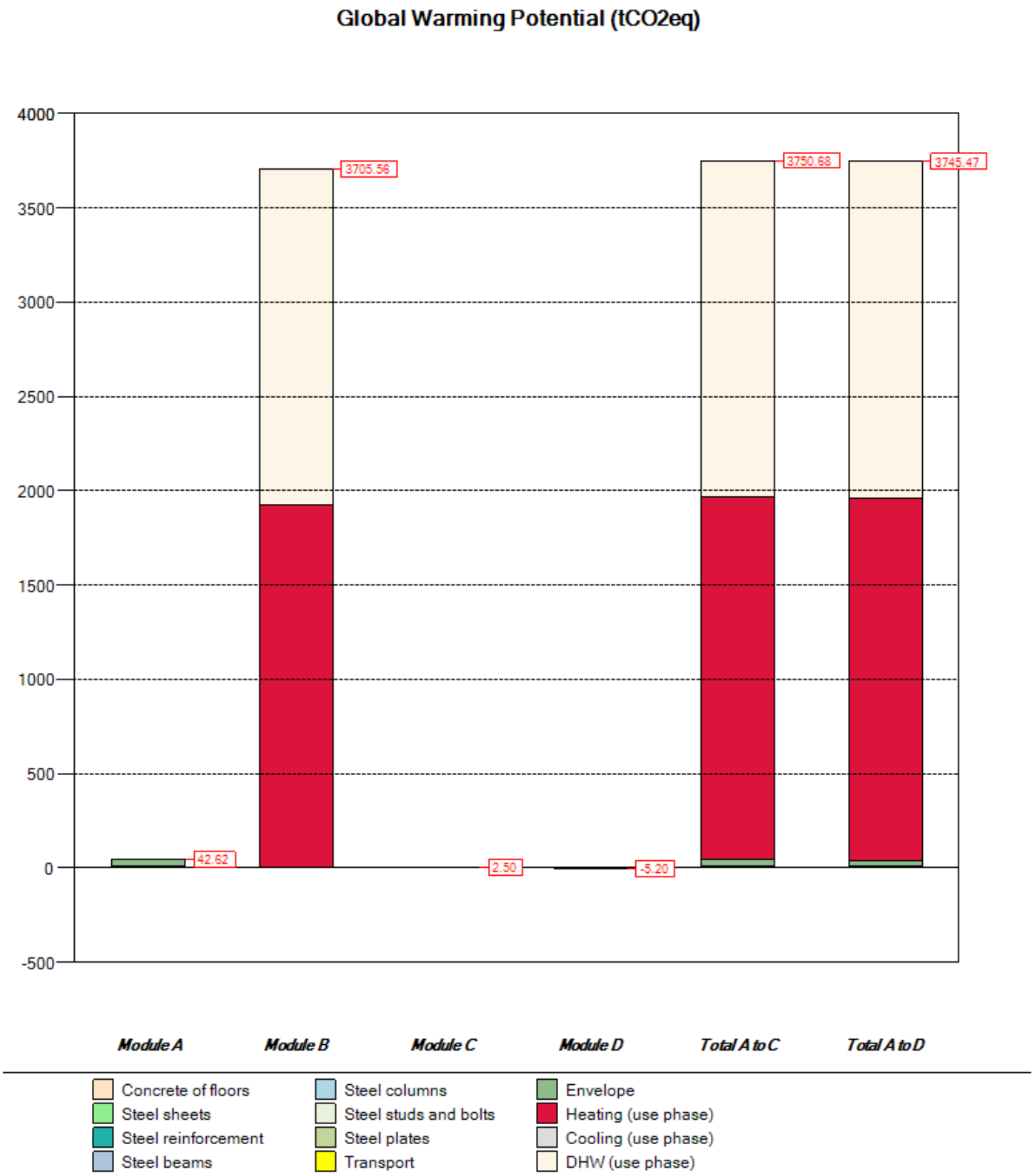
8.2.3 AMECO3-ga saadud arvutustulemused

Allpool olevas tabelis on koondtulemused kõikide mõjude kohta CasaBuna elamu kogu elutsükli jooksul:

Synthesis of results for CasaBuna dwelling

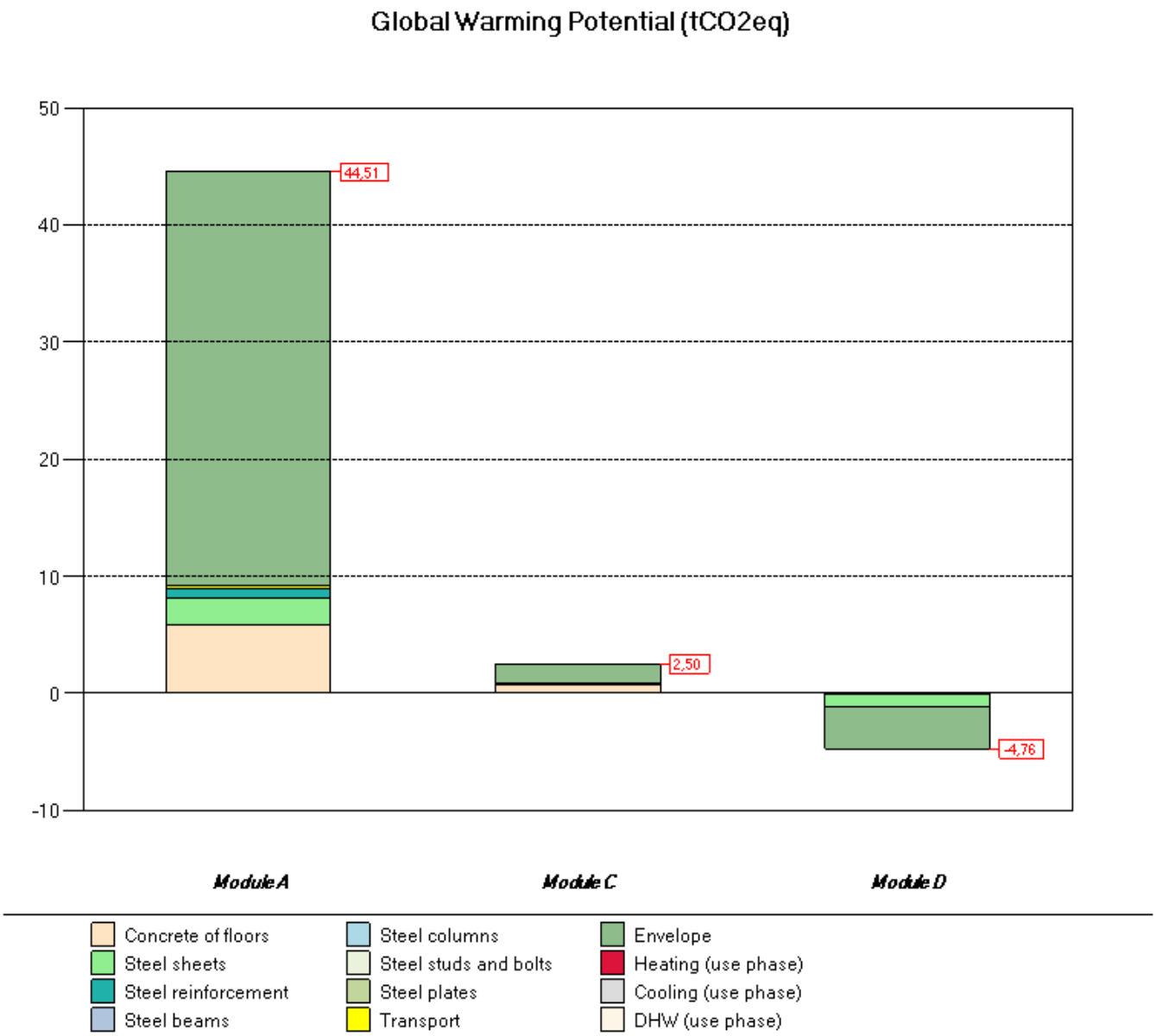
	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO2eq)	42.62	3705.56	2.50	-5.20	3750.68	3745.47
ODP (tCFCeq)	5.40E-07	1.92E-06	1.68E-07	1.04E-07	2.63E-06	2.73E-06
AP (tSO2eq)	1.68E-01	1.48E01	6.82E-03	-1.54E-02	1.50E01	1.50E01
EP (tPO4eq)	1.60E-02	7.56E-01	1.80E-03	-5.05E-04	7.74E-01	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

Tulemustest on näha, et domineeriv keskkonnamõju seisukohalt on kasutusfaas. Vaadates Globaalse soojenemise potentsiaali, mis on toodud järgmisel graafikul, langeb kasutusfaasile üle 99% hoone kogu GWP mõjust (moodulid A kuni D).


Global Warming Potential (tCO2eq)
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
-500
3705.56
3750.68
3745.47
42.62
2.50
-5.20
Module A
Module B
Module C
Module D
Total A to C
Total A to 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)

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**

Vaadates ainult materjalide tootmise GWP mõju (moodul A), näeme, et 79% kogumõjust tuleneb piirdekonstruktsioonist, s.h. fassaad, katus ja aknad.



Hoone energiatarve on 15.6 kWh/m²y.

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			Heat gains		
Ventilation			Glazed	Opaque	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

8.3 Tööstushoone

8.3.1 Analüüsi ulatuse

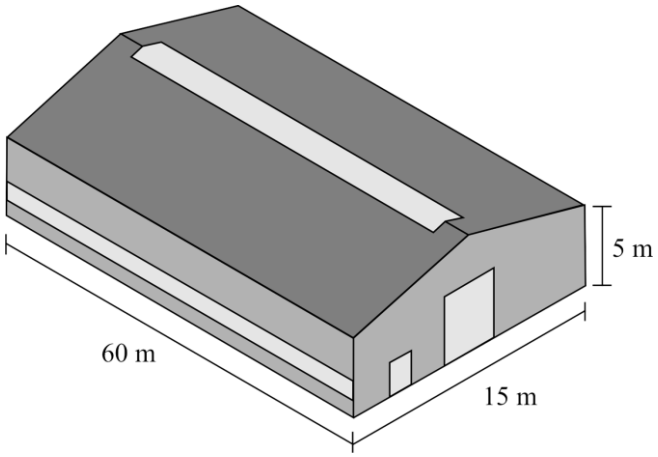
Analüüsi eesmärk on hinnata ja võrrelda keskkonnamõjusid tööstushoonel kahe konstrutksiivse skeemi puhul:

- Terasest valtsprofiilidest ligendtugedega portaalraam
- Raudbetoonist postide ja talaga jäikade tugedega raam

Teraskonstrutksiooni puhul vaadeldakse kaht erinevat terase tugevusklassi.

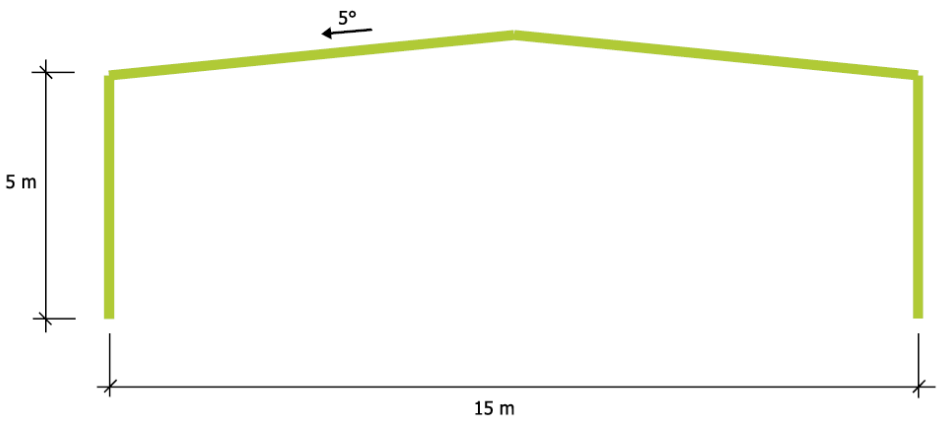
8.3.2 Hoone kirjeldus

Ühekordne tööstushoone, pindala 900m², kujutatud järgmisel joonisel:



8.3.3 Konstruktsiooniskeem

Raamide sille on 15 m ja raamide samm on 6m. Posti kõrgus on 5 m ja katusekalle on 5°, nagu näidatud järgmisel joonisel:



Konstruktsioonielemendid 3 variandi jaoks on toodud järgmises tabelis:

Konstruktsiooni-element	Variant 1 terasaam S235	Variant 2 terasraam S460	Variant 3 betoonraam
Tala	IPE 450	IPE 330	Monteeritav betoonelemnt T80
			Armatuur BSt500 202.5 kg/m³
Postid	Primaar : IPE400 Sekundaar : HEA480	Primaar : IPE400 Sekundaar : HEA480	Betoon ristlõige 0.4x0.4m C30/37
			Armatuur BSt500 108.1 kg/m³

Terasraamidega karakss on kujutatud allpool oleval pildil.

Hooned on projekteeritud Pariisi kliimatingimustele vastavalt.

Põrand on raudbetoonplaat pinnasel perimeetersoojustusega.

Materjalide kokkuvõte on todud järgmises tabelis.

Konstruktsiooni-element	Variant 1 terasraam S235	Variant 2 Terasraam S460	Variant 3 betoonraam
Tala	6.88 t	4.33 t	betoon : 34.19 t
			armatuur : 2.93 t
Postid	4.17 t	4.17 t	betoon : 30.12 t
			armatuur : 1.38 t
Tüüblid	/	/	/
Poldid	43 kg	43 kg	/
Plaadid sõlmedes	336 kg	336 kg	/
Põrand	betoon : 425.7 kg	betoon : 425.7 kg	betoon : 425.7 kg
	14.4 t	14.4 t	14.4 t

8.3.4 Piirdekonstruktsiooni komponendid

Fassaad koosneb sandwich paneelidest, millel soojustuseks 80 mm polüuretaani, kuid soojustuse paksust muudetakse uni 200mm-ni, et näha soojustuse mõju keskkonnamõjude tulemustele.

Kaldkatus (5°) koosneb 1 mm paksusest teraslehest ja 140 mm mineraalvillast.

Aknad on topeltklaasidega ja alumiiniumraamidega.

Järgmises tabelis on elemntide U-arvud.

SEINAD: PU sandwich paneelid **Paksus : 80mm** **Paksus : 200mm**	 0.33 0.12	 W/m^2.K
KATUS	0.31	W/m^2.K
AKNAD	2.6	W/m^2.K
PÕRAND	0.44	W/m^2.K

Piirdekonstruktsioonide soojusmahtuvus on toodud järgnevas tabelis.

Põrand 0.2 m betooni	460000	J/m^{2}K
Vahelagi	0	J/m^{2}K
Siseseinad	0	J/m^{2}K

8.3.5 Tehnoüsteemid

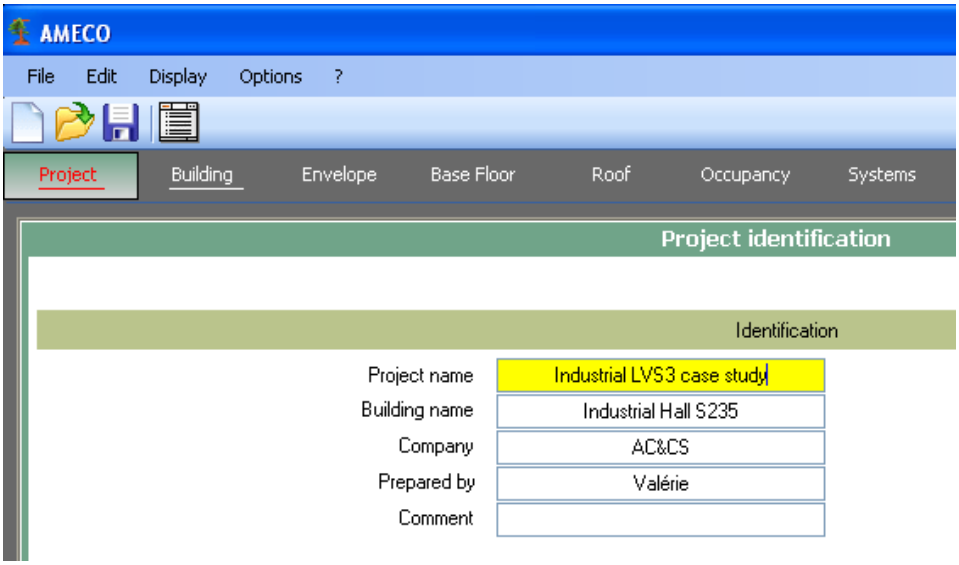
Kütteks on gaasiküte, kävitustemperatuuriga 20°C. Jahutus- ega mehaanilist ventilatsioonisüsteemi ega sooja tarbeveesüsteemi hones ei ole.

8.3.6 Põhihüpotees

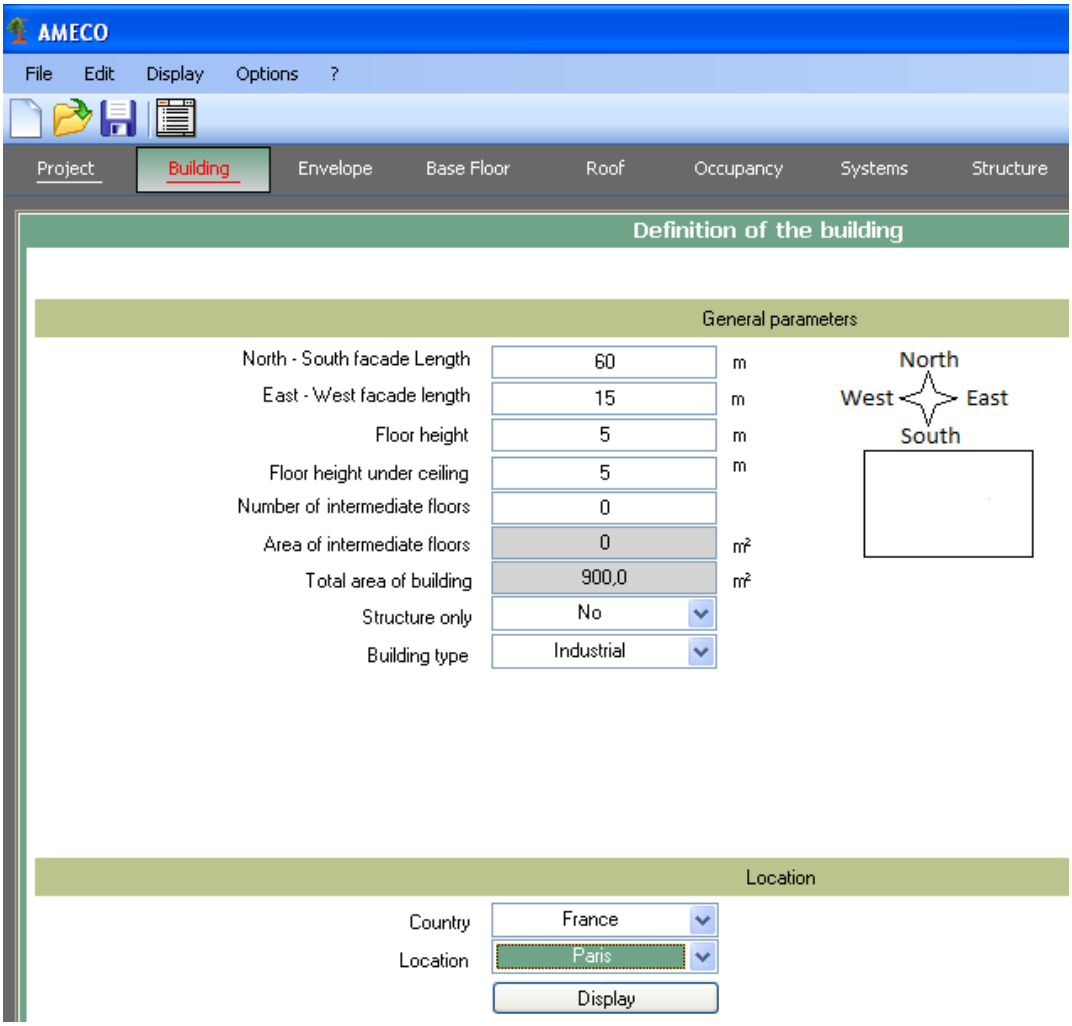
Vundamendid on analüüsist välja jäetud, samuti vaheseinad ja uksed. Siseviimistlust ja mööblit samuti ei arvestata analüüsis. Ainult lisa kaod külmasildadest on arvesse võetud hoone energiatarbe määramisel..

8.3.7 Sisendandmed AMECO3 tarkvarale

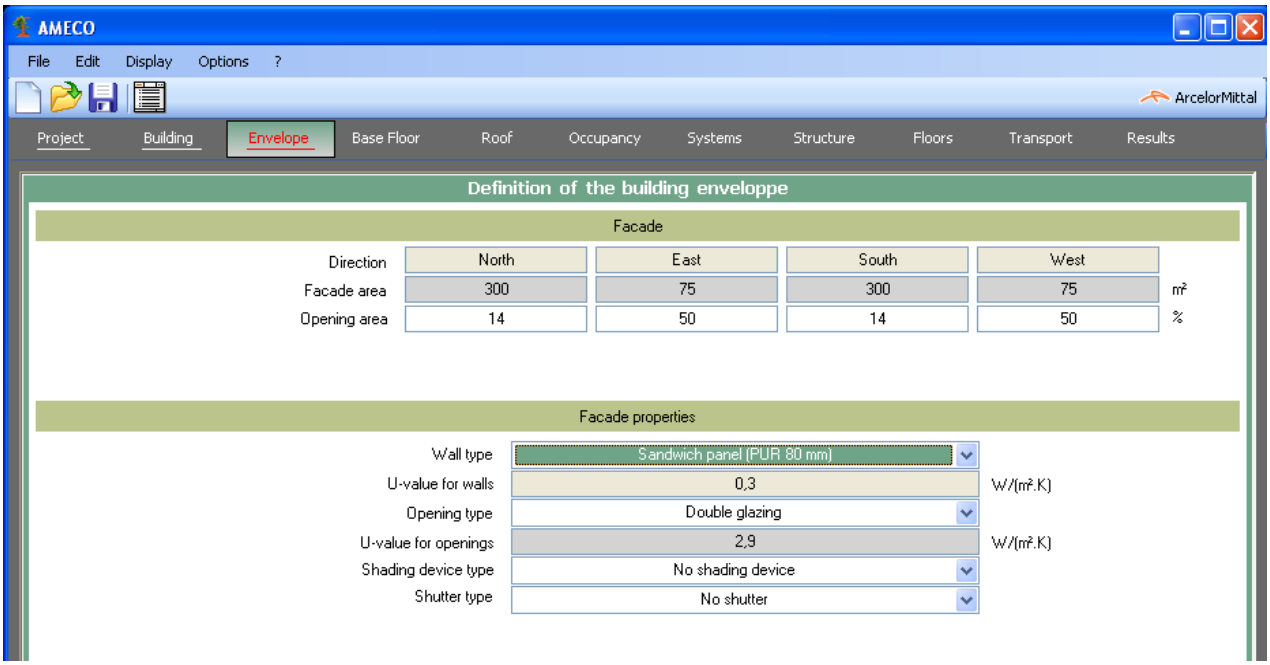
8.3.7.1 Üldandmed tööstushoone jaoks AMECO3 tarkvaras

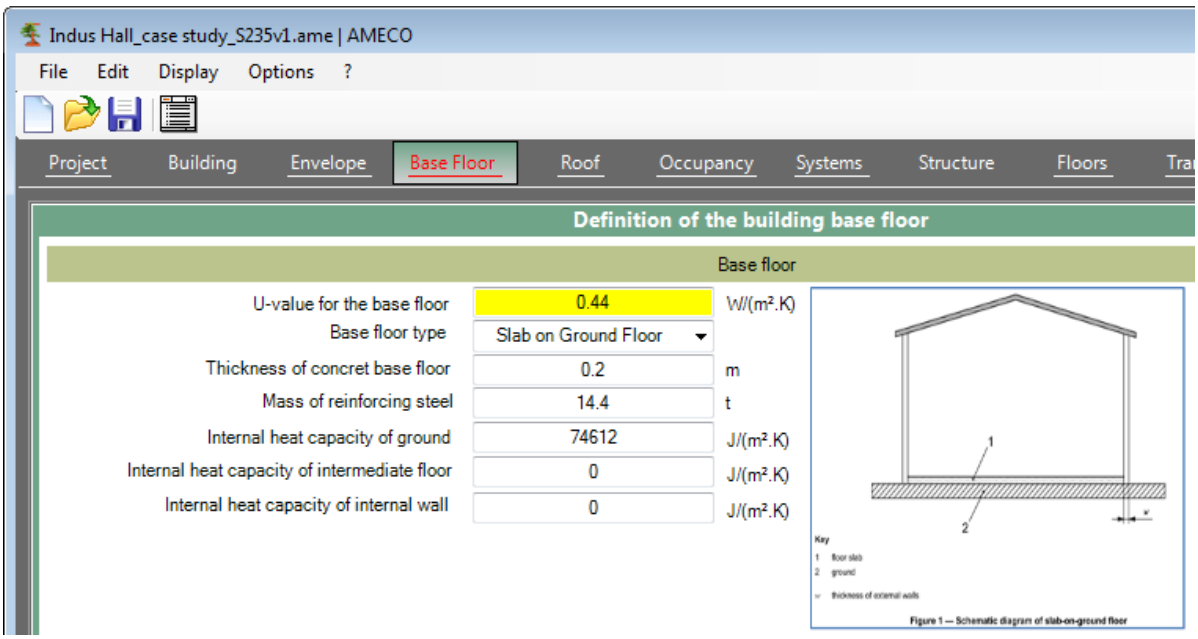


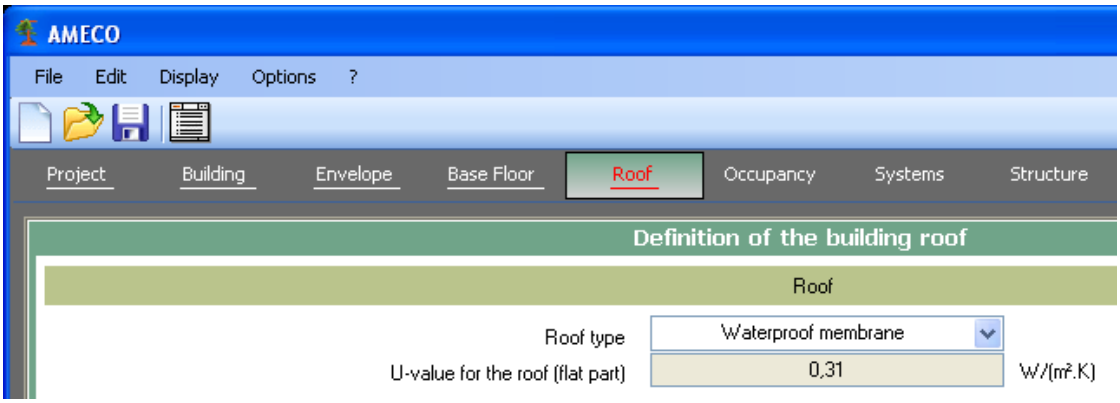
8.3.7.2 Andmed geometria kohta (Moodulid A-C-D)



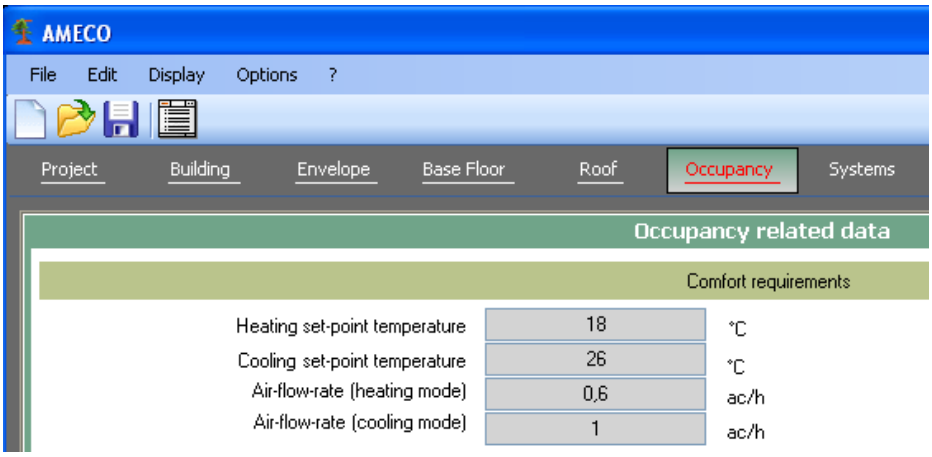
8.3.7.3 Andmed hoone komponentide kohta (Mooduid A-B-C-D)

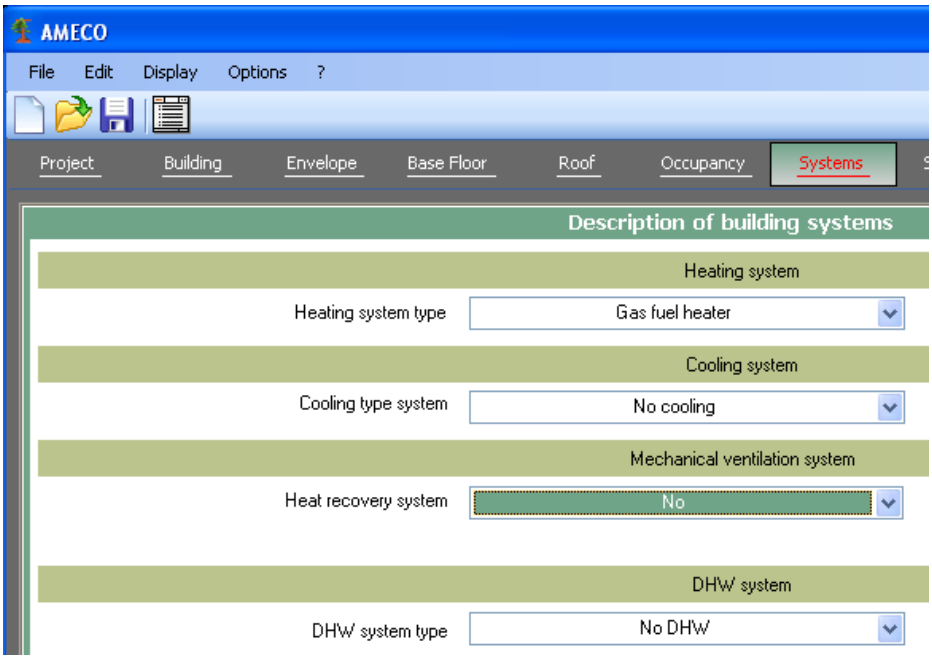






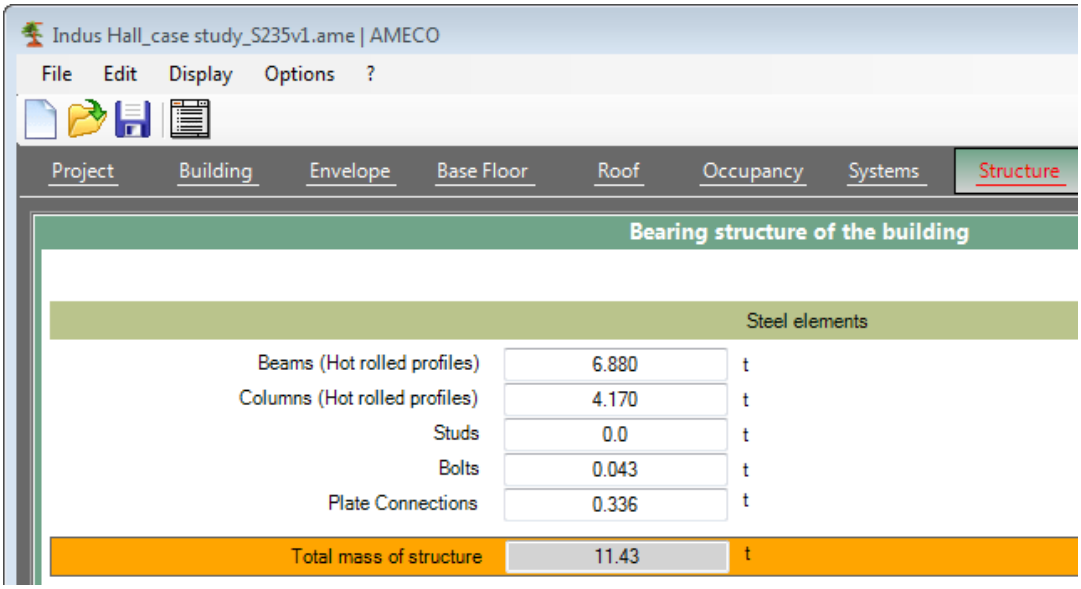
8.3.7.4 Andmed hoone kasutusfaasi kohta (Moodul B)



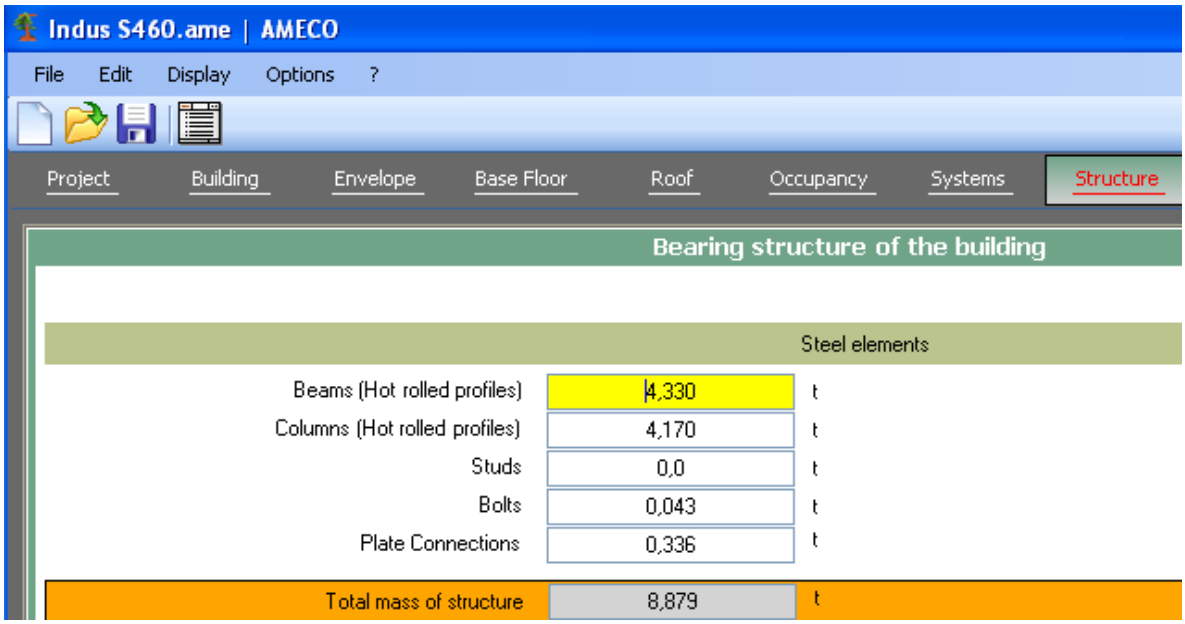


8.3.7.5 Üldandmed hoone konstruktsiooni kohta (Moodul A-C-D)

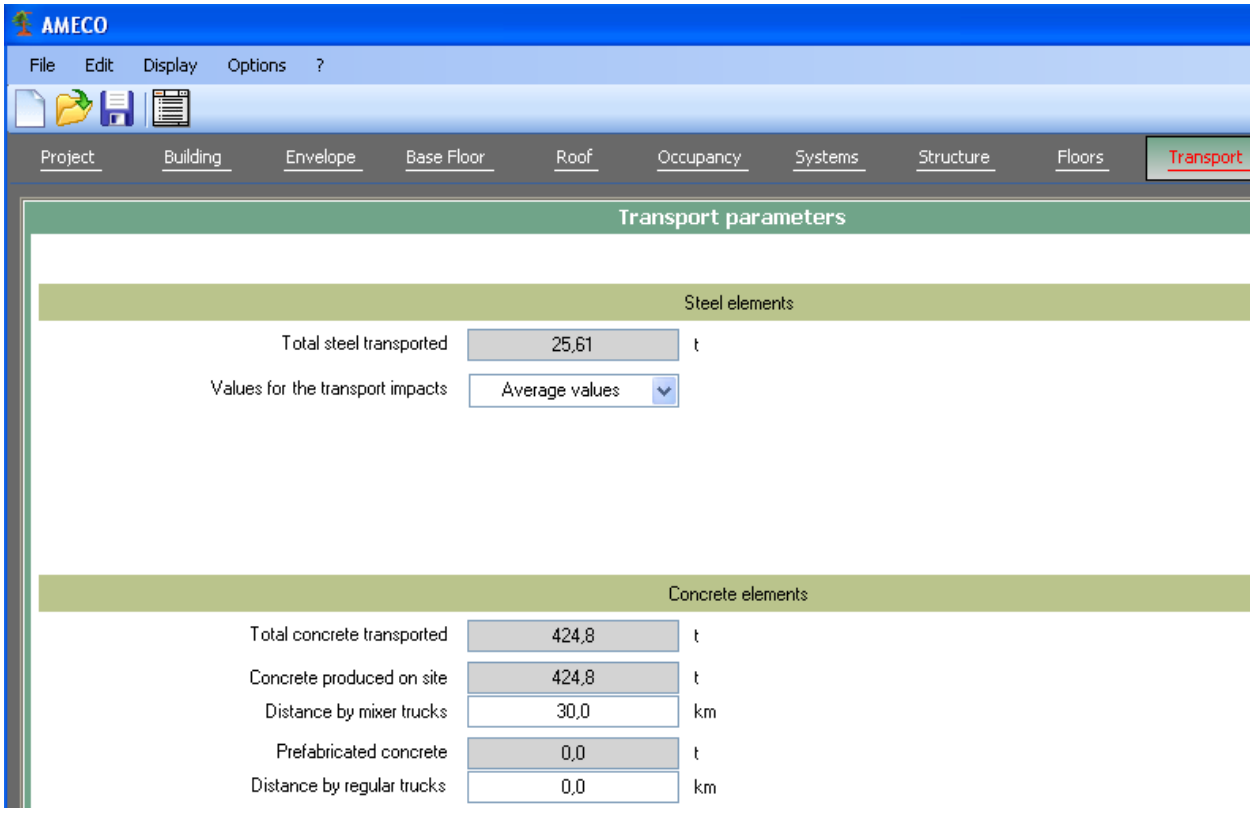
Tööstushoone teraskarkass S235:



Tööstushoone teraskarkass S460:



8.3.7.6 Andmed elementide transpordi kohta (Moodul A)



8.3.8 AMECO3-ga saadud arvutustulemused

8.3.8.1 S235 teraskarkassiga süsteem

Allpool olevas tabelis on toodud tulemused iga keskkonnamõju kohta, võttes aluseks teraskarkassi materjali S235.

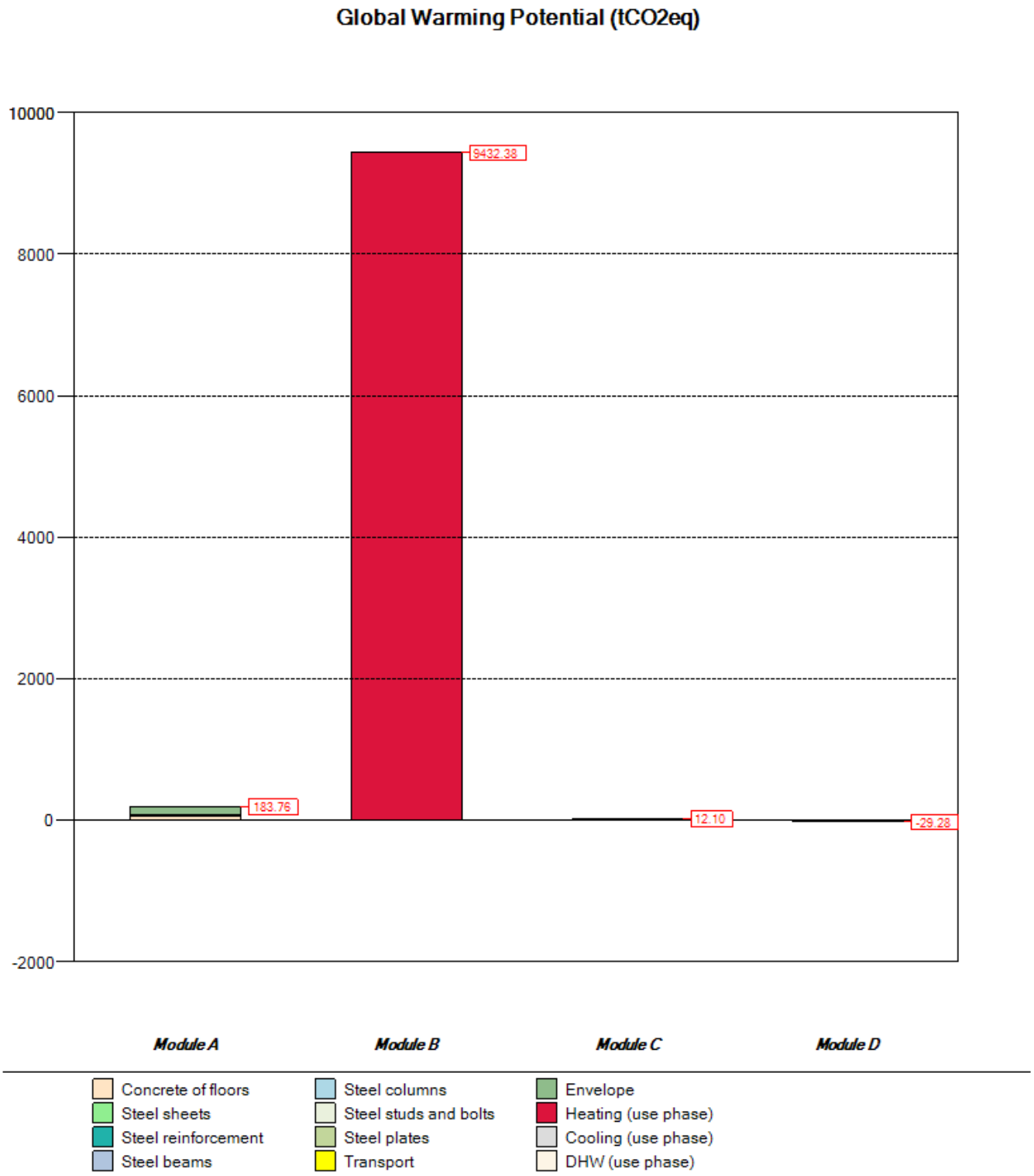
Synthesis of results for Industrial hall

	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

Näeme, et iga keskkonnamõju puhul on domineerivaks mõju Moodulis B.

Globaalse soojenemise potentsiaali (GWP) mõju iga hooneelemndi puhul, arvestades ka transpordi mõju, on näidatud allpool graafikul.

Mooduli B arvele läheb selle hoone puhul umbes 99% GWP kogu mõjust (kus on arvestatud Moodulitega A kuni D), kui teraskarkass on materjalist S355:

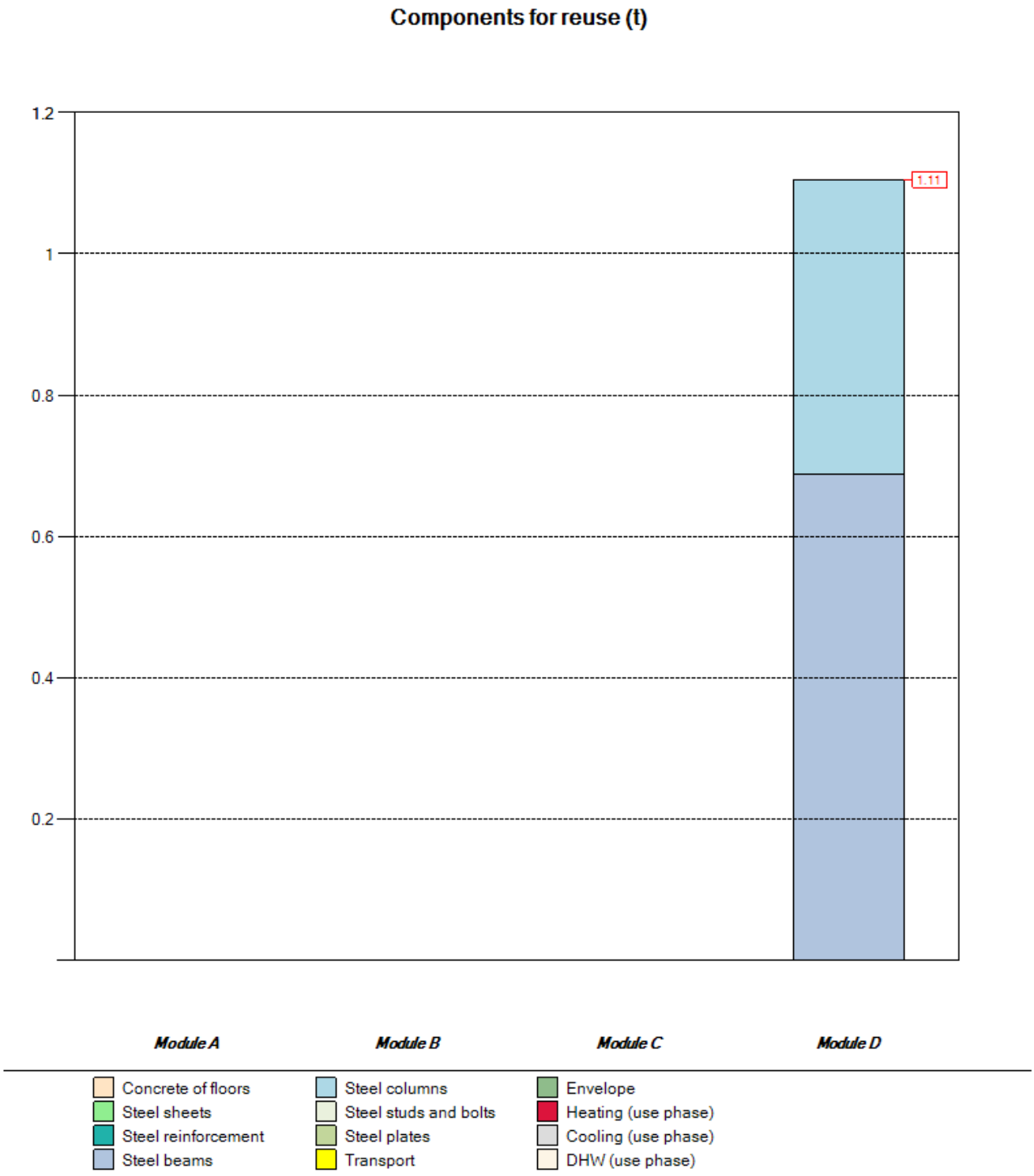


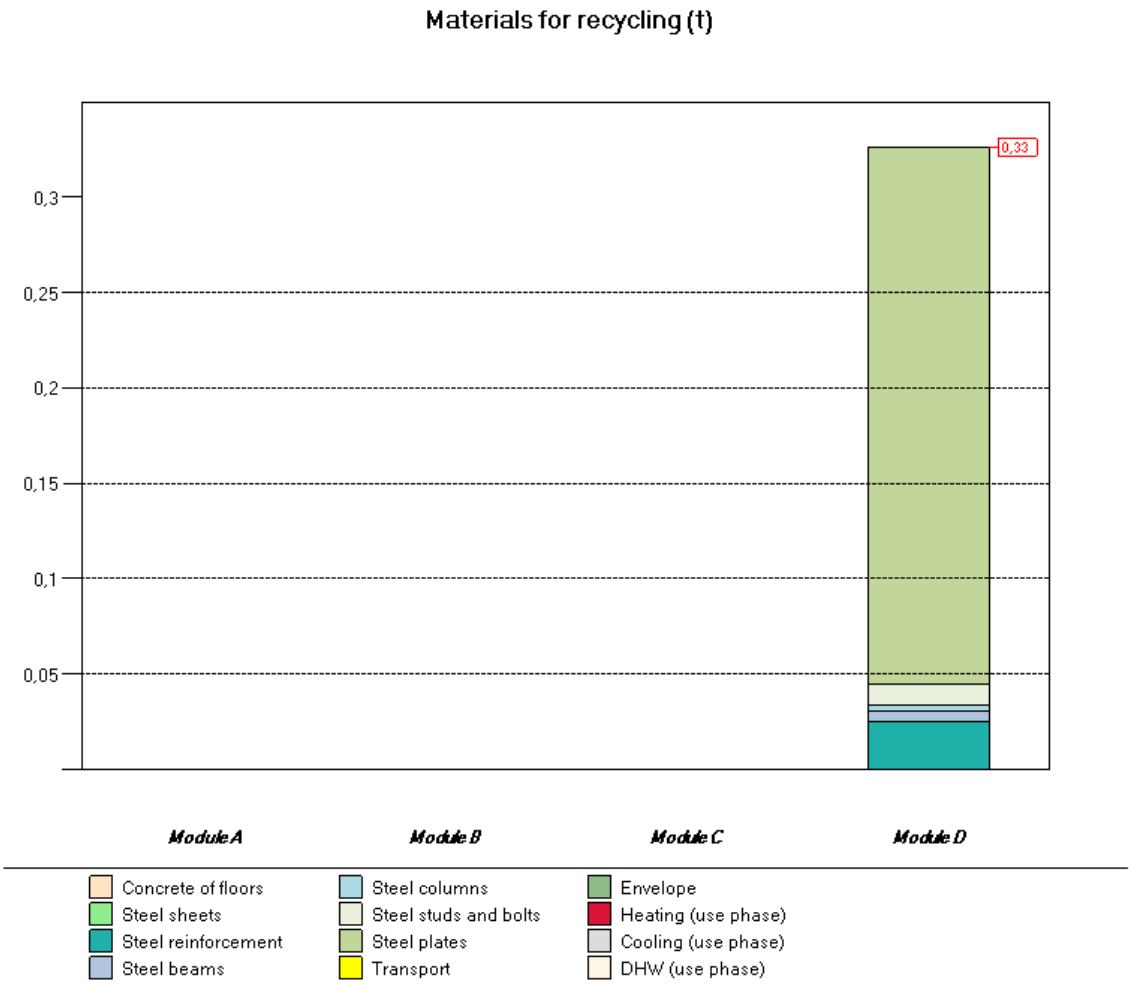
Hoone püstitamiseks vajalikest matejralidest põhjustatud GWP mõju, kus arvestatakse kande- ja piirdekonstruktsioone, on näidatud allpool oleval graafikul:

Näeme, et Moodulis A annavad piirdekonstruktsiooni materjalid 56% GWP kogumõjust.

Konstruktsioonimaterjalid kokku annavad 78.6 tCO_2-ekv GWP mõjust, betoonpõrandad aga 47.31 tCO2-ekv, mis moodustab 60% kogu konstruktsiooni GWP mõjust.

Moodul D näitab eluea lõpu tulu nendest hoone komonetidest, mida võib taaskasutada või ümbertöödelda, nagu näidatud järgmisel graafikul:





Kütteenergia tarvidus on 19 kWh/m²aastas ning seda on täpsemalt kirjeldatud järgmises tabelis.

Use phase heating

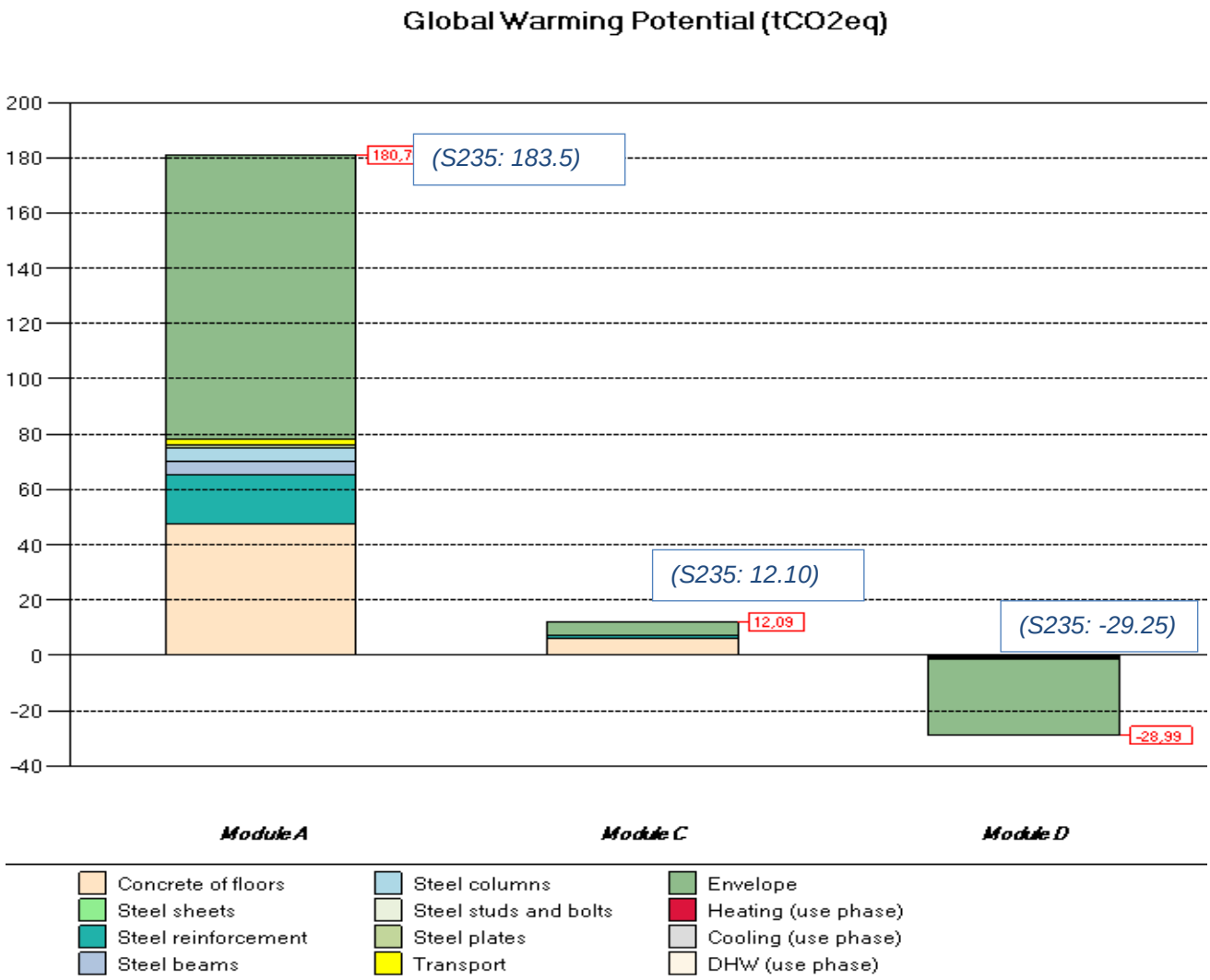
Energy for space heating					
Heat transfer by transmission					
Walls	Glazing	Ext Floor	Roof	Ground	Total
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year
11050.9	28739.9	0.0	17389.8	11212.7	66993.5
Heat Transfer by ventilation			Heat gains		
Ventilation			Glazed	Opaque	Internal
kWh/year			kWh/year	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

8.3.8.2 S460 teraskarkassiga süsteem

Suurendades terase tugevust on võimalik vähednada teraskarkassi kaalu: S235 puhul on kaal 6.66t, S460 puhul aga 4.33t, mis tähendab vähenemist 2.33t võrra. See oob kaasa ka kogu hoone GWP vähenemise moodulites A, C & D.



Teraskarkassile vastav GWP suurema terase tugevuse korral on 10.69 t CO_2-ekv, mis tähednab vähenemist 2.69 tCO2-ekv võrra võrreldes GWP väärtusega terase S235 puhul.

Iirdekonstruktsioonide arvele jääb 57% kogu GWP-st Moodulis A, mis moodustab sama osakaalu kui S235 puhul.

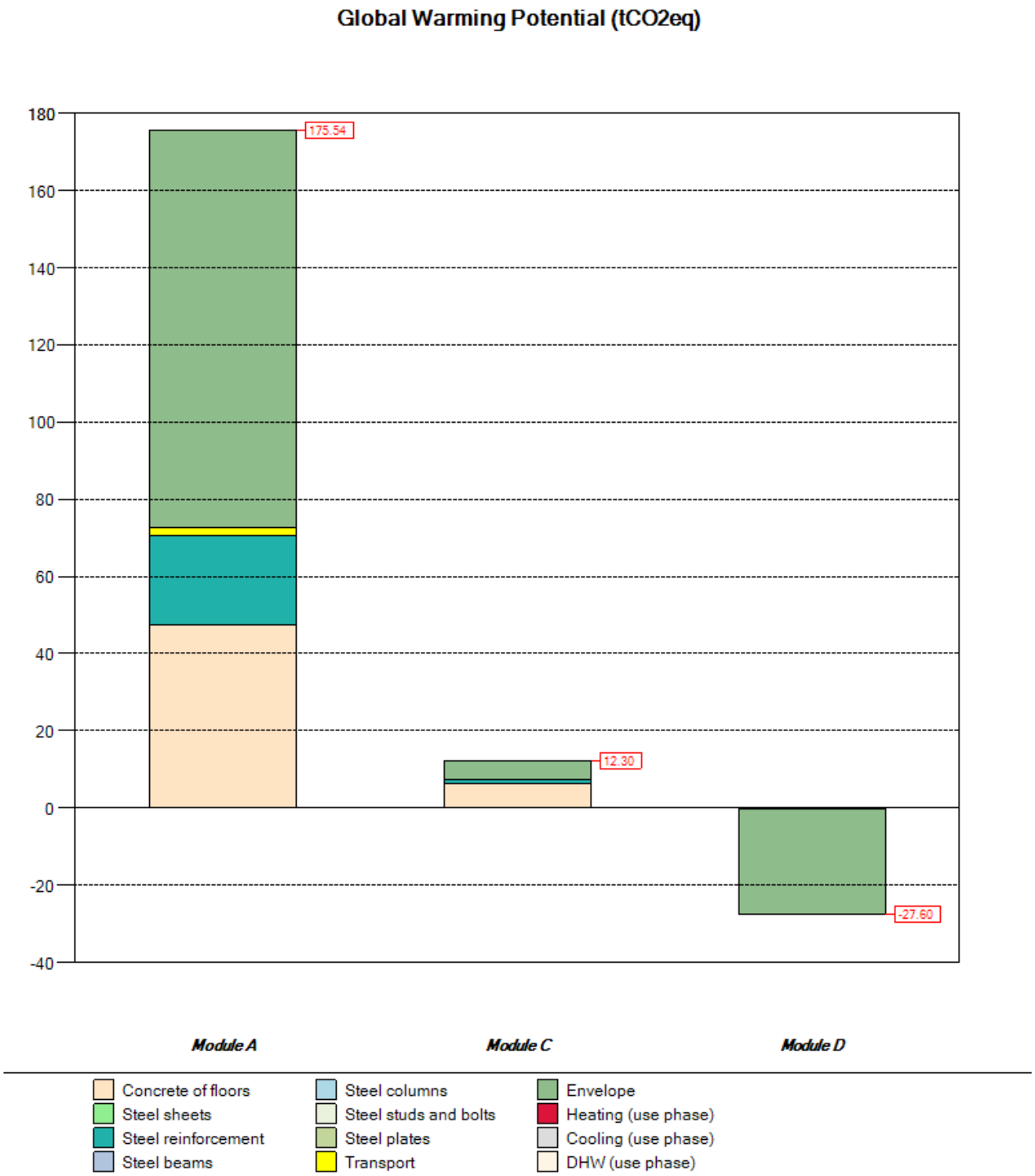
8.3.8.3 Betoonist kandekonstruktsioon

Järgnevas tabelis on toodud keskkonnamõjud raudbetoonkarkassiga hoone puhul.

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**

Näeme, et kasutusfaasi mõjud domineerivad ja on samasugused kui teraskarkassiga hoone puhul..

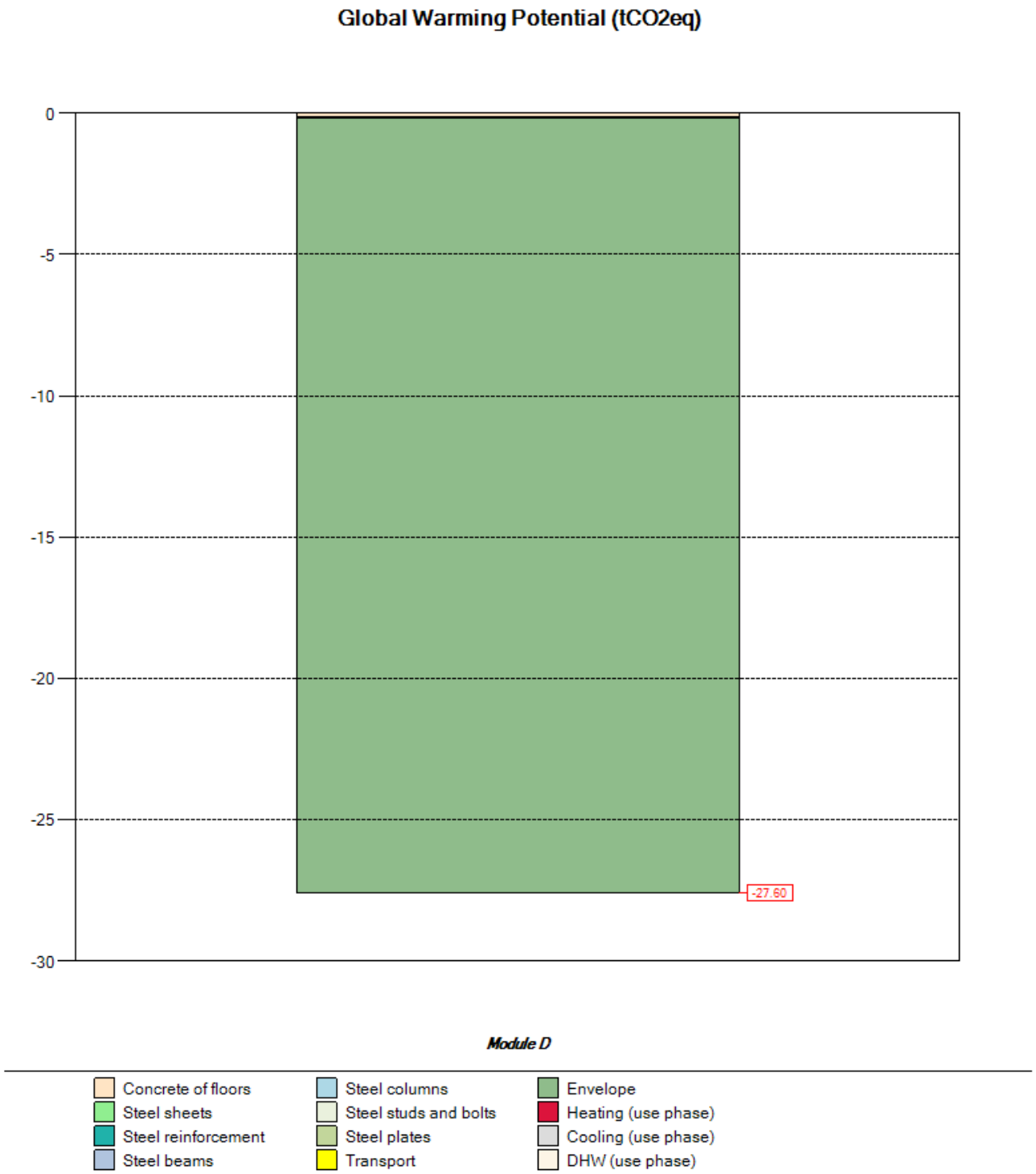
Allpool on toodud GWP andmed komponentide ja moodulite kaupa.



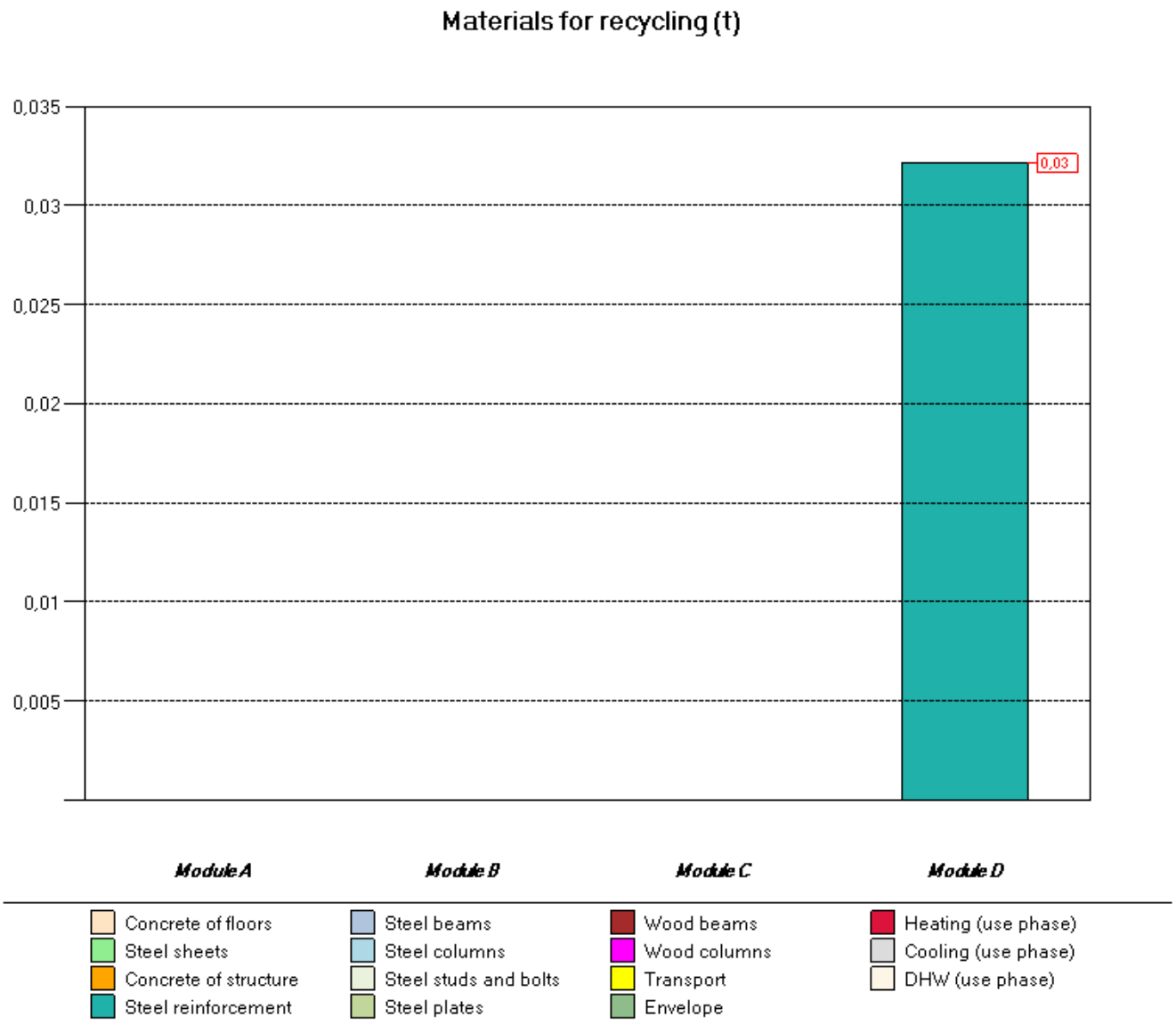
Moodul A annab kogu GWP-st 182.7 t CO_2-ekv. Kogu kandekonstruktsioonidest põhjustatud GWP on võrdne 79.95 t CO_2-ekv, millest 29% on armatuuri osakaal.

Põranda betooni arvele läheb 26% kogu GWP-st Moodulis A.

Järgnev olev graafik näitab GWP mõju Moodulis D, tuues välja piirkonstruktsioonidest ringlusesse minevad materjalid ja nende eelised: põhiliselt kergprofiilidest teraskarkass ja katuse terasplekk.



Ümbertöödeldavaid materjale on 0.03 t, mis on vähem kui kandekonstruktsiooni materjali S235 puhul (0.33t).

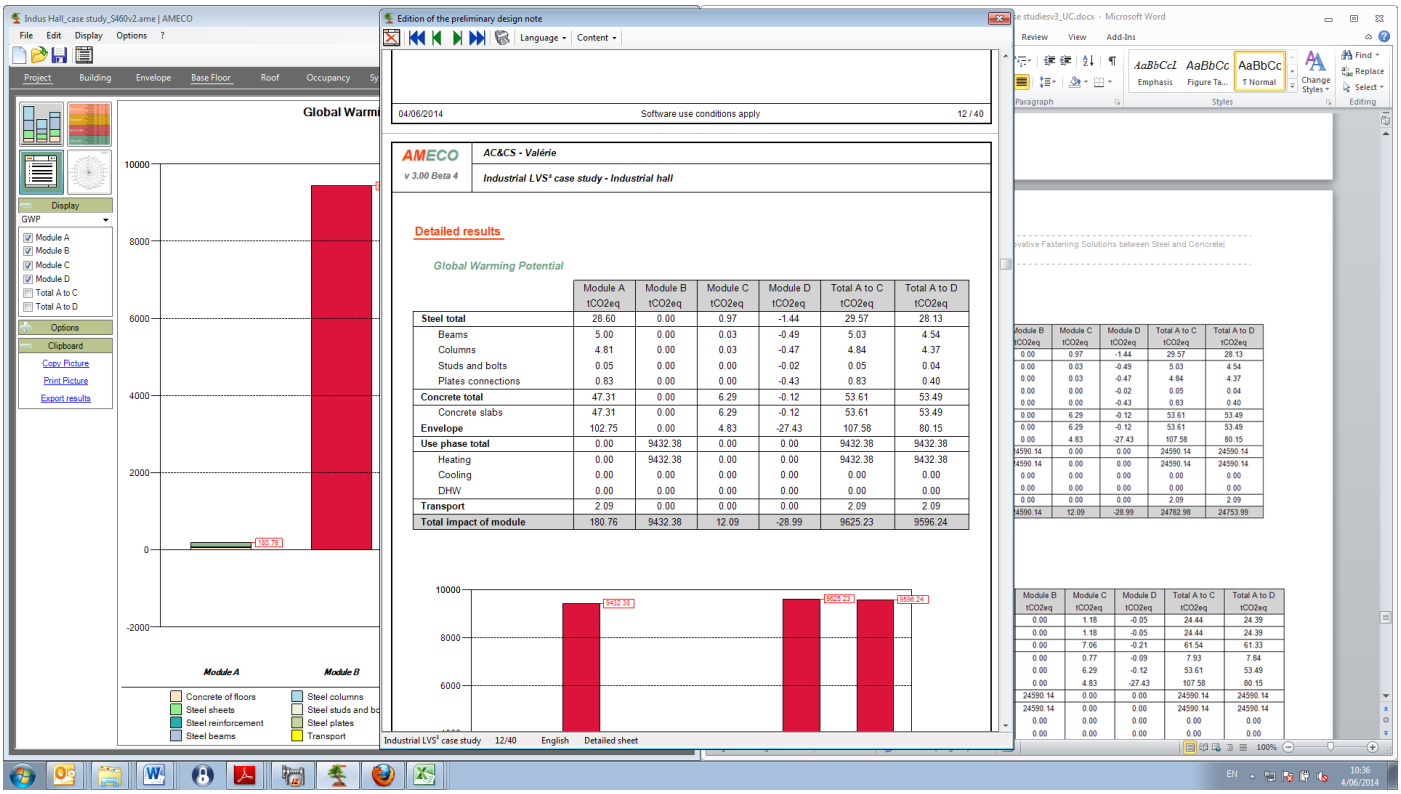


8.3.8.4 3 konstruktsioonivariandi võrdlus GWP mõjude seisukohast

Järgnev graafik võrdleb kandekonstruktsiooni GWP-d betoonist karkassi ja terasest S460 karkassi vahel Moodulites A, C & D.

Allpool on toodud ka iga karkassitüübi iseloomulikud andmed:

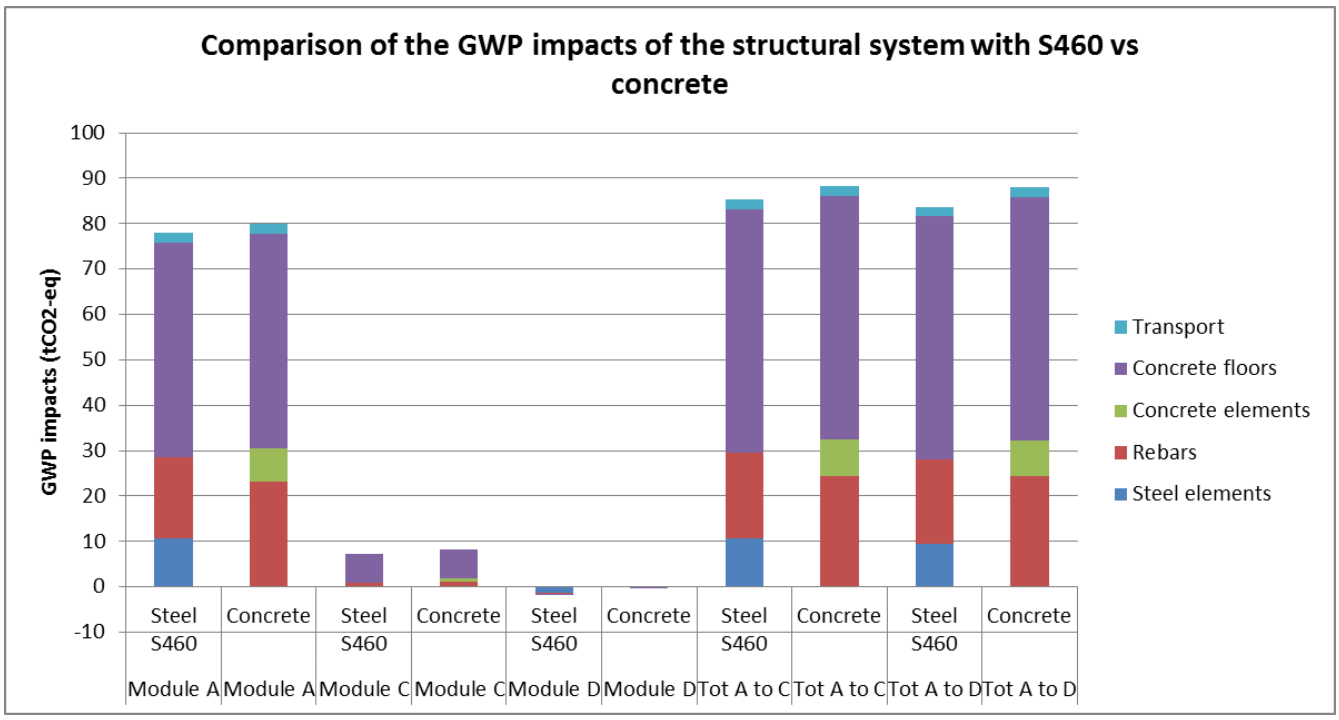
V2 : S460



V3 : betoon

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



8.3.9 Soojustuse paksuse suurenemisest tingitud keskkonnasäästlikkuse analüüs

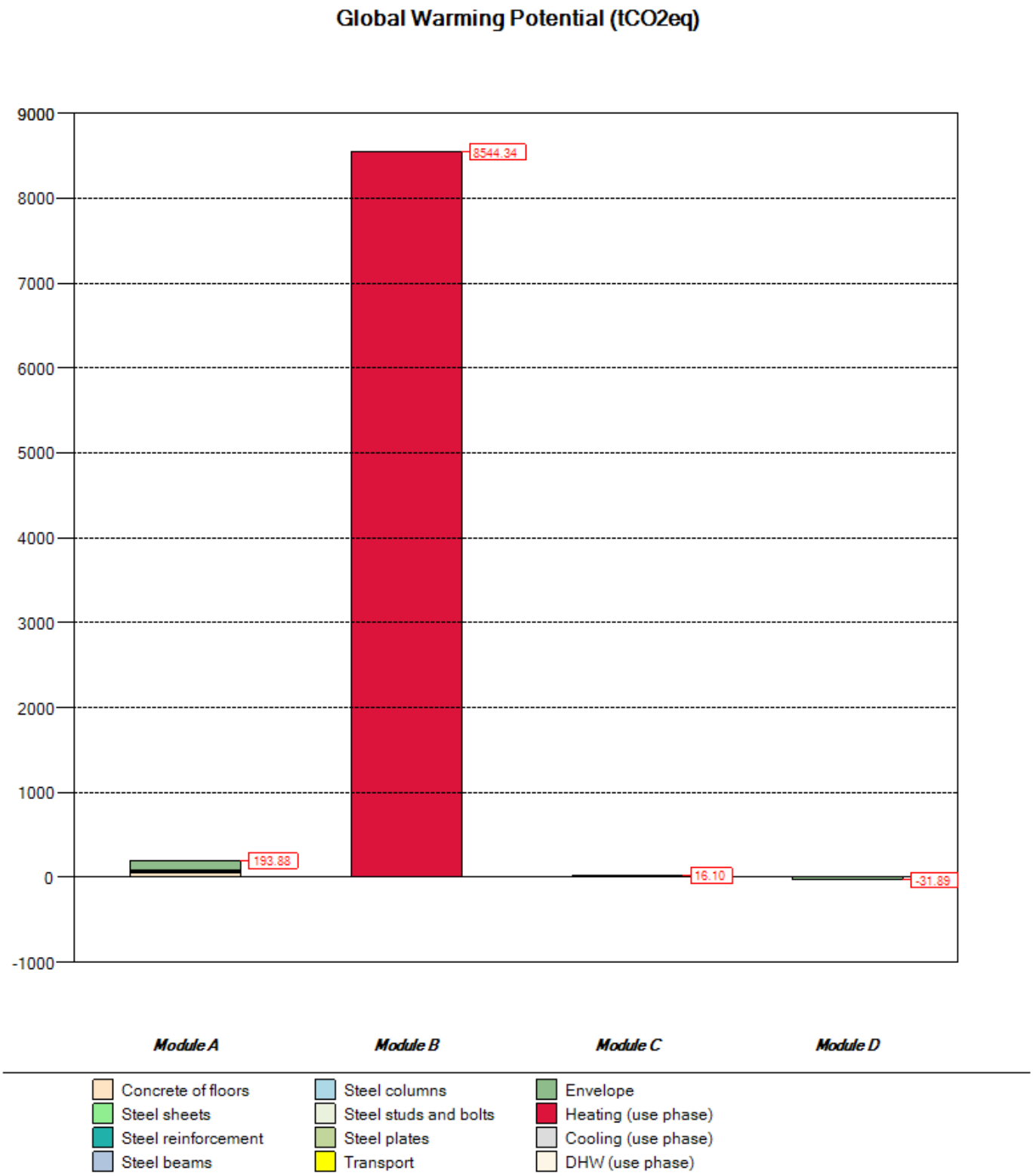
Nagu eelmises peatükis kirjeldatud, põhjustab kasutusfaas rohkem kui 99% kogu GWP mõjust hoone elutsükli piirides.

Üks võimalus oluliselt vähendada hoone energitarvet ja sellest tulenevalt ka keskkonnamõjusid on parandada hoone piirete energiatõhusust isolatsiooni paksuse suurendamise teel.

AMECO tarkvara võimaldab lihtsalt analüüsida selliste muudatuste mõju.

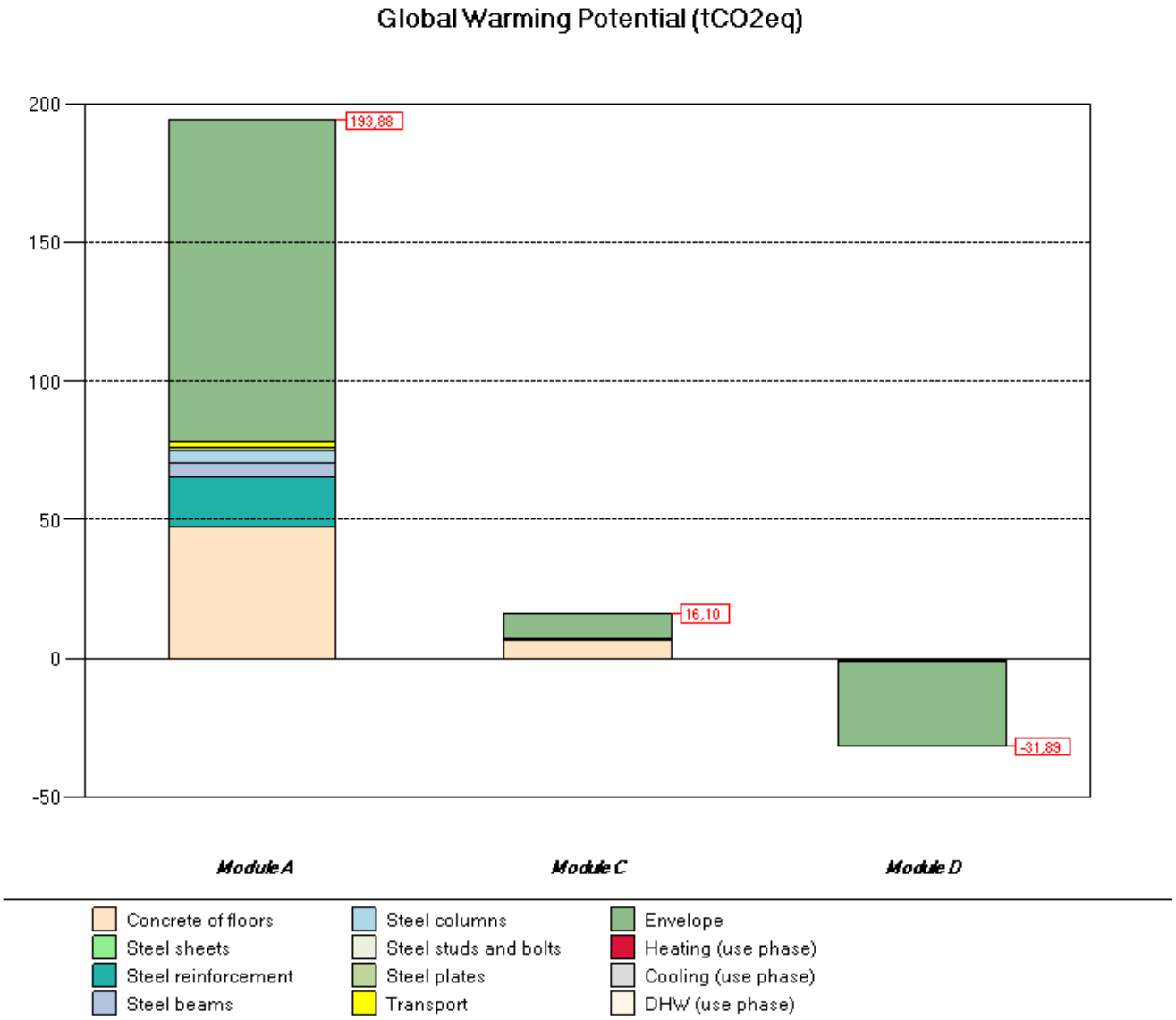
Isolatiooni paksust fasaadikomponentides (antud juhul sandwich panelides) suurendati 80mmst kuni 200mm-ni.

Sellega vähenes kasutusfaasi GWP ja sai võimalikuks säästa 888 tCO2-eq :


Global Warming Potential (tCO2eq)
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
8544.34
193.88
16.10
-31.89
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)

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**

Isolatioonikihi paksuse suurendamine suurendab GWP mõju Moodulis A kuni väärtuseni 193.88 t CO_2-ekv, mis tähendab suurenemist 13.12 t CO_2-ekv võrra.

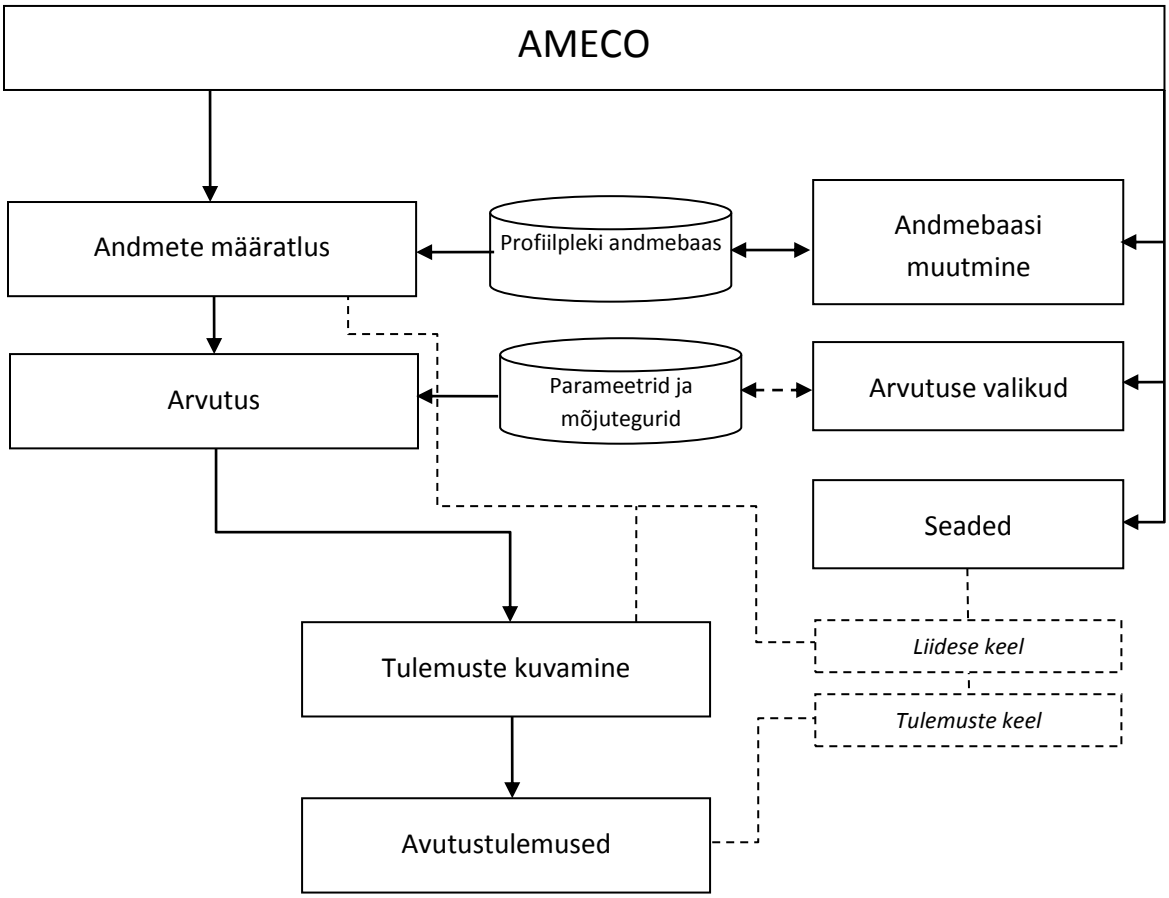


Võrreldes energiatarbe vähenemisega on see suurenemine tühine ning see suurendab huvi hoonete energiatõhususe parandamise vastu.

9 Kirjandus

[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

Lisa 1. Ameco globaalne arhitektuur



Lisa 2. Kliima tabelid

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kuu pikkus	2.6784	2.4192	2.6784	2.5920	2.6784	2.5920	2.6784	2.6784	2.5920	2.6784	2.5920	2.6784
Päevi kuus	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Tööpäevi	23	20	21	22	23	20	23	22	21	23	21	22

Tabel 9 : Kuu pikkus [10^6 s], Päevi kuus [päeva] ja tööpäevade arv kuus [päeva] m

Hoone tüüp	Pindala 1		Pindala 2	
	Nimetus	Vaikeväärtus %	Nimetus	Vaikeväärtus %
RB	Eluruum	40	Muu	60
OB	Bürooruum	80	Muu	20
CB	Kaubandusruum	60	Muu	40
IB	Tööstus	80	Muu	20

Table 10 : Pindalade määratlus

Varjestuse tüüp	R_{sh} [m2.K/W]	Õhu läbivus		
		Δrkõrge	Δrkeskm	Δrmadal
		[m2.K/W]		
Varjestus puudub	0.00	0.00	0.00	0.00
Väline alumiinium rullitav (isolatsiooni pole)	0.01	0.00	0.12	0.00
Väline läbipaistmatu puidust (isolatsiooni pole)	0.10	0.00	0.16	0.00
Väline puidust rullitav (isolatsiooni pole)	0.10	0.00	0.16	0.00
Väline plastic rullitav (isolatsiooni pole)	0.10	0.00	0.16	0.00
Väline puidust ribakardinad	0.01	0.09	0.00	0.00
Väline metallist ribakardinad	0.01	0.09	0.00	0.00
Väline läbipaistmatu rullitav	0.01	0.09	0.00	0.00
Väline läbipaistev rullitav	0.01	0.09	0.00	0.00
Sisemine kate	0.01	0.00	0.00	0.24
Sisemised läbipaistmatud kardinad	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisemised läbipaistvad kardinad	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisemised läbipaistmatud puidust	0.10	0.00	0.00	0.31
Rullitav plastist vahtplastist täidisega	0.15	0.13	0.19	0.26
Puidust varjestus, 25mm kuni 30mm paksusega	0.20	0.14	0.22	0.30

Tabel 11 : $R_{sh}, \Delta R_{high}, \Delta R_{avg}, \Delta R_{low}$ lisasoojustakistus varjestuselementide teatud õhuläbivuse juures

	$\Delta\theta_{er}$
LÄHISPOLAARNE	9
VAHEPEALNE	11
TROOPILINE	13

Tabel 12 : keskmine välis- ja taevatemperatuuride erinevus (ISO 13790)

Avatäitetüüp	gn	U-arv
Topeltklaasiga	0.78	2.9
Topeltklaasiga selektiiv (tüüp 1)	0.72	1.7
Topeltklaasiga selektiiv (tüüp 2)	0.67	1.4
Topeltklaasiga selektiiv (tüüp 3)	0.65	1.2

Table 13 : gn-päikese energia juhtivus, kui kiirgus risti klaasiga, ja U-arv (EN 15193)

Seina makrokomponent	U-arv	km
B2010.20.1a(kivivill)	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(Kork)	0,296	13391
B2010.20.2a(Kivivill)	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(Kork)	0,305	62047
B2010.20.2f(Klaasvill)	0,305	62047

Tabel 14 :Seinatüüp

Küttesüsteemi efektiivsus	
Elektriküte	1
Gaasiküte	0.87
Õliküte	0.8
Päikeseküte	0.6
Soojuspump (küte)	4

Tabel 15 : küttesüsteemi efektiivsus

Jahutussüsteemi efektiivsus	
Soojuspump (Jahutus)	3
Jahutusseade (kompressioonitsükkel)	3
Jahutusseade (absorbtsioonitsükkel)	0.8
Pole jahutust	0.0

Tabel 16 : jahutussüsteemi efektiivsus

Sooja tarbevee süsteemi efektiivsus	
Elektriboiler	0.9
Gaasiboiler	0.6
Eraldiseisev veesoojendi (kondensatsioon)	0.72
Eraldiseisev veesoojendi	0.4
Pole sooja tarbevett	0.0

Tabel 17 : Sooja tarbevee süsteemi efektiivsus

Energiatüüp	
Elekter	0.29
Gaas	0.086
Vedelkütus	0.086
Tahkekütus	0.086
Biomass	0

Tabel 18 : Ülekandetegur primaarenergiale sõltuvalt lõppenergia tüübist

	Varjestuselemendi värvus		
Varjestuse tüüp	Hele	Keskmine	Tume
Varjestus puudub	1.00	1.00	1.00
Väline läbipaistmatu puidust (pole isolatsiooni)	0.03	0.05	0.06
Väline puidust rullitav (pole isolatsiooni)	0.04	0.05	0.07
Väline alumiinium rullitav (pole isolatsiooni)	0.04	0.07	0.09
Väline plastist rullitav	0.04	0.07	0.09
Väline puidust ribakardinad	0.08	0.08	0.08
Väline metallist ribakardinad	0.09	0.09	0.09
Väline läbipaistmatu rullitav kardin	0.04	0.06	0.08
Väline läbipaistev rullitav kardin	0.16	0.18	0.2
Sisemine kate	0.47	0.59	0.69
Sisemised läbipaistmatud kardinad	0.37	0.46	0.55
Sisemised läbipaistvad kardinad	0.39	0.48	0.58
Sisemised läbipaistmatud puidust	0.35	0.46	0.58
Väline plastist rullitav (isolatsiooniga)	0.04	0.07	0.09
Puidust katted, paksusega 25mm kuni 30mm	0.04	0.05	0.07

Tabel 19 : päikeseenergia soojusülekanne varjestusega akna puhul

	λ	ρc
Savi	1.5	3000000.00
Liiv või kruus	2	2000000.00
Homogeenne kivi (kalju)	3.5	2000000.00
Vaikeväärtus	2	2000000.00
KASUTAJA MÄÄRATAV	1.5	1700000.00

Tabel 20 : Pinnase soojusjuhtivus ja soojusmahtuvus (ISO 13370)

Hoone tüüp	Öine kütmine	Päevane jahutus
RB	*Yes*	*Yes*
OB	*No*	*Yes*
CB	*No*	*No*
IB	*No*	*No*

Tabel 21 : Vaikeväärtused “Öine küte” ja “Päevane jahutus”

Katuse makrokomponent	U-arv
Makrokatus 1	1.0
Makrokatus 2	2.0

Tabel 22 : Katuse makrokomponent

	Kütterežiim						Jahutusrežiim					
	Varjestus töötab											
Regioon	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
	Varjestus puudub											
Regioon	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

Tabel 23 : Parandustegurid igale kliimaregioonile

			ELAMUD					
			Ala 1 (Eluruum pluss köök)			Ala 2 (muud kondits. pinnad)		
			alates	kuni	vabasoojus (W/m²)	Alates	Kuni	vabasoojus (W/m²)
KASUTUSREŽIIM	Esmasp kuni reede	Period 1	07.00	17.00	8.0	07.00	17.00	1.0
		Period 2	17.00	23.00	20.0	17.00	23.00	1.0
		Period 3	23.00	07.00	2.0	23.00	07.00	6.0
	Laup ja pühap	Period 1	07.00	17.00	8.0	07.00	17.00	2.0
		Period 2	17.00	23.00	20.0	17.00	23.00	4.0
		Period 3	23.00	07.00	2.0	23.00	07.00	6.0
VALGUS	Esmasp kuni reede	Period 1	0	0	0	0	0	0
		Period 2	0	0	0	0	0	0
		Period 3	0	0	0	0	0	0
	Laup ja pühap	Period 1	0	0	0	0	0	0
		Period 2	0	0	0	0	0	0
		Period 3	0	0	0	0	0	0

Tabel 24 : Kasutusrežiimi ja valgustuse vaikeväärtused elamutes

			BÜROOD					
			Ala 1: büroopinnad			Ala 2: muud ruumid, fuajeed, koridorid		
			Alates	Kuni	vabasoojud(W/m²)	Alates	Kuni	vabasoojus(W/m²)
KASUTUSREŽIIM	Esmasp kuni reede	Period 1	07.00	17.00	20.0	07.00	17.00	8.0
		Period 2	17.00	23.00	2.0	17.00	23.00	1.0
		Period 3	23.00	07.00	2.0	23.00	07.00	1.0
	Laup ja pühap	Period 1	07.00	17.00	2.0	07.00	17.00	1.0
		Period 2	17.00	23.00	2.0	17.00	23.00	1.0
		Period 3	23.00	07.00	2.0	23.00	07.00	1.0
VALGUS	Esmasp kuni reede	Period 1	0	0	0	0	0	0
		Period 2	0	0	0	0	0	0
		Period 3	0	0	0	0	0	0
	Laup ja pühap	Period 1	0	0	0	0	0	0
		Period 2	0	0	0	0	0	0
		Period 3	0	0	0	0	0	0

Tabel 25 : Kasutusrežiimi ja valguse vaikeväärtused büroohoonetele

			COMMERCIAL BUILDINGS					
			Ala 1			Ala 2		
			alates	Kuni	Vabasoojus	Alates	Kuni	vabasoojus
KASUTUSREŽIIM	Esmasp kuni reede	Period 1	5	17	8	5	17	1
		Period 2	17	23	20	17	23	1
		Period 3	23	7	2	23	7	6
	Laup ja pühap	Period 1	5	17	8	5	17	2
		Period 2	17	23	20	17	23	4
		Period 3	23	7	2	23	7	6
VALGUS	Esmasp kuni reede	Period 1	6	9	0	6	9	0
		Period 2	17	23	6	17	23	6
		Period 3	23	8	0	23	8	0
	Laup ja pühap	Period 1	6	9	0	6	9	0
		Period 2	17	23	6	17	23	6
		Period 3	23	8	0	23	8	0

Tabel 26 : Kasutusrežiimi ja valguse vaikeväärtused kaubandushoonetele

			TÖÖDTUDHOONED					
			Ala 1			Ala 2		
			From	To	Gain	From	To	Gain
KASUTUSREŽIIM	Esmasp kuni reede	Period 1	7	17	8	7	17	1
		Period 2	17	23	20	17	23	1
		Period 3	23	7	2	23	7	6
	Laup ja pühap	Period 1	7	17	8	7	17	2
		Period 2	17	23	20	17	23	4
		Period 3	23	7	2	23	7	6
VALGUS	Esmasp kuni reede	Period 1	8	9	0	8	9	0
		Period 2	17	23	6	17	23	6
		Period 3	23	8	0	23	8	0
	Laup ja pühap	Period 1	8	9	0	8	9	0
		Period 2	17	23	6	17	23	6
		Period 3	23	8	0	23	8	0

Tabel 27 : Kasutusrežiimi ja valguse vaikeväärtused tööstushoonele

Näitaja	ühik	RB	OB	CB	IB
Küttetemperatuur	°C	20	20	20	18
Jahutustemperatuur	°C	26	26	26	26
Õhuvooluhulk (küte) (miinimum väärtus hea õhukvaliteedi tagamiseks)	ac/h	0.60	0.60	0.60	0.60
Õhuvoolhulk (jahutus)	ac/h	1.00	1.00(	1.00(	1.00

Tabel 28 : Sisekliima tingimuste vaikeväärtused

Näitaja	RB	OB	CB	IB
Algusaeg	17h00	07h00	09h00	08h00
Lõpuaeg	23h00	17h00	19h00	17h00
Päevade/nädalate arv	7	5	6	5

Tabel 29 : Küttesüsteemide vaikeväärtused

Kütte/jahutussüsteemi tüüp	Kasutatava energiakandjaliigi vaikeväärtus
Elektriküte	Elekter
Gaasiküte	Gaas
Õliküte	Vedelkütus
Tahkeküte	Tahkekütus
Soojuspump (küte)	Elekter
Soojuspump (jahutus)	Elekter
Jahutusseade kompressioon	Elekter
Jahutusseade absorbtsioon	Elekter

Tabel 30 : Kütteks/jahutuseks vajaliku energialiigi vaikeväärtused

Näitaja	RB	OB	CB	IB
Päevade/nädalate arv	7	5	6	5

Tabel 31 : Vaikeväärtus “Jahutatavate tööpäevade arv”

Sooja tarbevee süsteemi tüüp	Kasutatava energiakandja liigi vaikeväärtus
Elektriboiler	Elekter
Gaasiboiler	Gaas
Eraldiseisev kondensatsiooni veesoojendi	Gaas
Erladiseisev veesoojendi	Gaas

Tabel 32 : Sooja tarbevee energialiigi vaikeväärtused

Lisa 3. Kliimatabelid

Riik : **Portugal**
Laiuskraad: 40
Kliima: vahepealne
GeigerClimate: Csb

		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Päikese-kiirgus W/m2	Põhi	22.7	33.2	45.1	56.1	69.1	76.9	68.9	57.7	48.1	35.9	27.1	22.0
	Ida	55.2	67.5	96.0	122.0	125.5	132.3	132.1	122.5	103.7	75.2	49.9	43.9
	Lõuna	141.5	128.4	151.6	141.7	113.9	112.5	119.7	147.0	153.8	152.5	111.9	111.8
	Lääs	56.7	66.8	96.4	121.4	126.1	146.8	148.6	144.8	110.6	87.5	48.7	43.0
	Katus	87.8	107.7	170.8	220.7	241.7	277.4	282.7	260.3	197.9	138.4	84.4	69.7
Õhu temp. [°C]		9.6	11.0	12.7	13.1	15.6	19.0	20.8	21.1	20.6	16.9	12.2	11.2
$f_{H,shut}$ [-]		0.585	0.542	0.484	0.438	0.386	0.375	0.375	0.406	0.471	0.508	0.583	0.590

Tabee 33 : kliimaandmed **Coimbra** kohta

Riik: **Soome**
Laiuskraad: 61
Kliima: vahepealne
GeigerClimate: Dfc

		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Päikese-kiirgus W/m2	Põhi	3	12	27	46	70	82	72	56	36	17	6	2
	Ida	4	28	48	90	126	140	131	103	59	30	8	4
	Lõuna	13	85	100	142	159	159	161	138	105	65	22	16
	Lääs	5	31	54	90	129	139	139	101	59	30	8	4
	Katus	7	34	76	139	211	237	224	166	97	46	12	5
Õhu temp. [°C]		-6.3	-6.7	-2.6	3.0	9.3	13.5	16.6	15.2	9.5	4.6	-1.0	-4.2
$f_{H,shut}$ [-]		0.727	0.616	0.500	0.376	0.267	0.183	0.226	0.328	0.450	0.565	0.693	0.750

Tabel 34 : kliimaandmed **Tampere** kohta

Riik : **Rumeenia**
Laiuskraad: 45
Kliima: vahepealne
GeigerClimate: Cfb

		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Päikese-kiirgus W/m2	Põhi	19	28	43	57	72	80	74	61	47	34	22	16
	Ida	31	52	81	105	132	146	144	130	95	73	40	26
	Lõuna	80	112	128	129	129	128	141	152	153	155	95	69
	Lääs	32	54	74	102	125	138	141	131	98	76	39	28
	Katus	50	84	136	182	235	266	271	234	168	121	62	43
Õhu temp. [°C]		0.0	1.5	5.2	10.7	16.8	19.4	22.1	21.4	16.4	11.6	5.7	1.4
$f_{H,shut}$ [-]		0.622	0.546	0.488	0.428	0.366	0.333	0.363	0.388	0.468	0.527	0.583	0.625

Tabel 35 : kliimaandmed **Timisoara** kohta

	$f_{sh\text{-}with}$			
	PÕHI	IDA	LÕUNA	LÄÄS
KUU	[-]	[-]	[-]	[-]
JAN	0.00	0.00	0.00	0.00
FEB	0.00	0.00	0.01	0.00
MAR	0.00	0.00	0.05	0.03
APR	0.00	0.00	0.09	0.07
MAY	0.00	0.01	0.11	0.10
JUN	0.00	0.02	0.09	0.11
JUL	0.00	0.02	0.10	0.11
AUG	0.00	0.00	0.09	0.09
SEP	0.00	0.00	0.08	0.05
OCT	0.00	0.00	0.02	0.00
NOV	0.00	0.00	0.00	0.00
DEC	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 36 : f_{shwith}, päikesevarjestuse rakendamise aja kaalutud osakaal

(samad väärtused Coimbra, Tampere ja Timisoara jaoks)

Lisa 4. Makrokomponentide mõjuparameetrid

Tabel 37 on toodud 24 keskkonnamõju

Nr	Lühend	Nimetus
1	**GWP**	Globaalne soojenemise potentsiaal
2	**ODP**	Osooni lagunemise potentsiaal
3	**AP**	Hapestumise potentsiaal
4	**EP**	Eutrofeerumispotentsiaal
5	**POCP**	Osooni fotokeemilise tekke potentsiaal
6	**ADP-e**	Abiootilise kahanemise potentsiaal – elemendid
7	**ADP-ff**	Abiootilise kahanemise potentsiaal – fossiilsed kütused
8	**RPE**	Taastuva primaarenergia kasutamine, v.a. taastuv primaarenergia allikas, mida kasutatakse toormaterjalina
9	**RER**	Taastuva primaarenergia allika kasutamine toormaterjalina
10	**RPE-total**	Kogu taastuv primaarenergia kasutus (primaarenergia ja primaarenergia allikad toormaterjalina)
11	**Non-RPE**	Taastumatu primaarenergia kasutamine, v.a. taastumatu primaarenergia allikas, mida kasutatakse toormaterjalina
12	**Non-RER**	Taastumatu primaarenergia allika kasutamine toormaterjalina
13	**Non-RPE-total**	Kogu taastumatu primaarenergia kasutus (primaarenergia ja primaarenergia allikad toormaterjalina)
14	**SM**	Sekundaarmaterjalide kasutus
15	**RSF**	Taastuvate sekundaarkütuste kasutus
16	**Non-RSF**	Taastumatute sekundaarkütuste kasutus
17	**NFW**	Puhta vee kasutus
18	**HWD**	Kõrvaldatud ohtlikud jäätmed
19	**Non-HWD**	Kõrvaldatud mitteohtlikud jäätmed
20	**RWD**	Kõrvaldatud radioaktiivsed jäätmed
21	**CR**	Taaskasutatavad komponendid
22	**MR**	Ümbertöödeldavad materjalid
23	**MER**	Materjalid energia taastootmiseks
24	**EE**	Eksporditud energia

Tabel 37 : Mõjud keskkonnale

Seina makrokomponentidele on järgmiste mõjutegurite väärtused “null”: RPE_total, Non_RPE, Non_RER, NonRPE_total, SM, RSF, Non_RSF, HWD, Non_HWD, RWD, CR, MR, MER, EE.

Nullist erinevate tegurite väärtused seinakomponentidele on toodud järgnevas tabelis.

Makrokomponent	Mõju	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
B2010.20.1a(kivivill)	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
B2010.20.1a(kivivill)	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
B2010.20.1a(kivivill)	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
B2010.20.1a(kivivill)	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
B2010.20.1a(kivivill)	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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1b(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1c(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1d(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
B2010.20.1d(PUR)	k_D	-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
B2010.20.1e(Kork)	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
B2010.20.1e(Kork)	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
B2010.20.1e(Kork)	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
B2010.20.1e(Kork)	k_{C4}	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
B2010.20.1e(Kork)	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

Makrokomponent	Mõju	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
B2010.20.2a(kivivill)	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
B2010.20.2a(kivivill)	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
B2010.20.2a(kivivill)	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
B2010.20.2a(kivivill)	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
B2010.20.2a(kivivill)	k_D	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
B2010.20.2b(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
B2010.20.2b(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
B2010.20.2b(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
B2010.20.2b(EPS)	k_{C4}	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
B2010.20.2b(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
B2010.20.2c(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
B2010.20.2c(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
B2010.20.2c(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
B2010.20.2c(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
B2010.20.2c(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
B2010.20.2d(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
B2010.20.2d(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
B2010.20.2d(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
B2010.20.2d(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
B2010.20.2d(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
B2010.20.2e(Kork)	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
B2010.20.2e(Kork)	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
B2010.20.2e(Kork)	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
B2010.20.2e(Kork)	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
B2010.20.2e(Kork)	k_D	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Makrokomponent	Mõju	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
B2010.20.2f(Klaasvill)	k_{A1A3}	7,81E-02	3,81E-12	9,80E-05	1,33E-05	8,60E-06	6,07E-07	6,13E-01	6,13E-01	1,05E-01	1,68E-01
B2010.20.2f(Klaasvill)	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
B2010.20.2f(Klaasvill)	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
B2010.20.2f(Klaasvill)	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
B2010.20.2f(Klaasvill)	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

Avade makrokomponentide mõjutegurid on võrdsed kõikide avatüüpide jaoks. Moodulis A on mõjutegurid võrdsed nulliga transpordil (tähis k_{A4}), samuti jäätmete kõrvaldamisel Moodulis C (tähis k_{C4}) ja netotuludel Moodulis D (tähis k_D).

Järgnevas tabelis on avade mõjutegurid, mis ei ole nullid.

Mõju	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	0,00E+00	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	0,00E+00	3,99E-04	4,84E-03	0,00E+00

Mõju	NonRPE_total	SM	RSF	Non_RSF	NFW	HWD	Non_HWD	RWD	CR	MR	MER	EE
k_{A1A3}	1,73E+00	0,00E+00	2,14E-05	1,97E-04	6,22E-04	0,00E+00	2,25E-01	3,36E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
k_{C2}	4,84E-03	0,00E+00	8,67E-06	1,87E-05	2,64E-06	0,00E+00	2,68E-02	8,47E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00