Research Fund for Coal & Steel

Research & Innovation
Research Fund for Coal and Steel

LVS^3

Acélszerkezetek fenntarthatósága és valorizációja

Tervezési segédlet

A magyar változatot készítette: Dr. Jármai Károly

Dr. Kota László

FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

CRM GROUP

ArcelorMittal

cticm
Construire en métal, un art, notre métier

MISKOLCI EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC

2014. november
Európai Bizottság Szén és Acél Kutatási Alap
anyagi támogatásával létrejött projekt

Kiadó: Gazdász Elasztik Kft.
3534 Miskolc, Szervezet utca 67.
tel./fax. +36-46/379-530

ISBN

Tervezési segédlet

Ez a projekt az Európai Bizottság Szén-és Acélipari Kutatási Alapja támogatásával valósult meg RFS2-CT-2013-00016 számon.

A kiadvány csak a szerzők nézeteit tükrözi, és az Európai Bizottság nem tehető felelőssé semmilyen bennük található információ felhasználásáért.

A kiadvány másolása kizárólag nem kereskedelmi célra engedélyezett, amennyiben a forrást feltüntetik, és erről tájékoztatja a projekt koordinátorát. Nyilvánosan hozzáférhető forgalmazása a kiadványnak a projektpartnerek előzetes engedélyét igényli. Kérelmet a projekt koordinátora részére kell küldeni: ArcelorMittal Belval & DIFFERANGE SA, Rue de Luxembourg 66, Esch-sur-Alzette, Luxemburg.

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

2014 November

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg. A kutató munka részben a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ keretében valósult meg, valamint az OTKA T 109860 projekt támogatásával.

Tartalomjegyzék

1 Bevezetés, célok ... 7
2 Programkód és futtatási környezet ... 7
3 Az AMECO3 funkciói ... 8
3.1 Előszó ... 8
3.2 Telepítés ... 10
3.3 Nyelvek ... 10
3.4 Mértékegységek ... 10
4 Műszaki leírás ... 11
4.1 Projekt definiálása ... 11
4.1.1 Épület struktúra definiálása, általános adatok ... 11
4.1.1.1 Általános paraméterek ... 11
4.1.1.2 Födémek ... 13
4.1.1.3 Teherviselő szerkezet ... 14
4.1.1.4 Szállítási feltételezések ... 14
4.1.1.5 Életciklus vége ... 15
4.1.2 Híd definiálása ... 16
4.1.2.1 Teherviselő szerkezet ... 16
4.1.2.2 Szállítási feltételezések ... 17
4.1.2.3 Életciklus vége ... 17
4.1.3 Épület burkolata ... 18
4.1.3.1 Homlokzat geometriája ... 18
4.1.3.2 Homlokzat tulajdonságai ... 18
4.1.3.3 Földszint ... 19
4.1.3.4 További paraméterek ... 20
4.1.3.5 Tető ... 20
4.1.4 Épület használata ... 21
4.1.5 Épületgépészeti rendszerek ... 21
4.1.5.1 Fűtési rendszer ... 21
4.1.5.2 Hűtő rendszer ... 22
4.1.5.3 Szellőzés ... 22
4.1.5.4 Használati melegvíz (HMV) rendszer ... 22
4.2 Konstansok és fajlagos paraméterek ... 23
4.3 A szerkezet környezeti hatásának kiszámítása ... 24
4.3.1 Alapelvek ... 24
4.3.1.1 Környezeti hatásokat leíró paraméterek ... 25
4.3.1.2 Erőforrás használatot leíró paraméterek, másodlagos anyagok és üzemanyagok, vízhasználat ... 27
4.3.1.3 Hulladék kategóriákat meghatározó egyéb környezeti információk ... 28
4.3.1.4 Egyéb, kimeneti folyamokat leíró környezeti információk ... 28
4.3.2 Az épület környezeti hatása ... 29
4.3.2.1 **A** modul ... 29
4.3.2.2 **B** modul: Használati fázis ... 30
4.3.2.3 **C** modul ... 44

4.3.2.4 **D** modul ... 45
5 Program kimenete ... 47
5.1 A használati fázis részletes eredményei ... 47
5.1.1 A fűtés energiaigénye ... 47
5.1.2 A hűtés energiaigénye ... 48
5.1.3 HMV energiaigénye ... 48
5.1.4 Összes energiaigény ... 49
5.1.5 Napenergia hőnyeresége ... 50
5.2 A használati fázis globális eredményei ... 50
6 Az AMECO3 használati útmutató ... 52
6.1 Projekt ... 52
6.2 Épület ... 53
6.2.1 Általános paraméterek ... 53
6.2.2 Helyszín ... 56
6.2.3 Burkolat ... 58
6.2.4 Padlószint ... 62
6.2.5 Tető ... 63
6.2.6 Használat ... 64
6.2.7 Épületgépészeti rendszerek ... 65
6.2.8 Szerkezet ... 66
6.2.9 Szintek ... 67
6.2.10 Szállítás ... 68
6.2.11 Eredmények ... 69
6.2.11.1 Oszlopdiagramok ... 69
6.2.11.2 táblázatok ... 72
6.2.11.3 Pókháló diagram ... 73
6.2.11.4 Számítási lap ... 74
7 Esettanulmányok ... 77
7.1 Irodaépület ... 77
7.1.1 Bevezetés ... 77
7.1.2 Épület leírása ... 77
7.1.3 Környezetanalízis az AMECO3-al ... 81
7.1.3.1 Bemeneti adatok ... 81
7.1.3.2 AMECO3 számítás eredményei ... 85
7.2 Lakóépület - CasaBuna lakóház Romániában ... 89
7.2.1 Az épület leírása ... 89
7.2.2 Bemenő adatok ... 92
7.2.2.1 Lakóház általános adatai az AMECO3-ban ... 92
7.2.2.2 Méret adatok (A-C-D modulok) ... 92
7.2.2.3 Épület komponensek bemenő adatai (A-B-C-D modulok) ... 93
7.2.2.4 Az épület használati fázisának bemenő adatai (B modul) ... 94
7.2.2.5 Épület struktúrájának általános adatai (A-C-D modul) ... 95
7.2.2.6 Elemek szállításának adatai (A modul) ... 96
7.2.3 Az AMECO3-al számított eredmények ... 97
7.3 Üzemcsarnok ... 102
7.3.1 A tanulmány hatóköre ... 102
7.3.2 Az épület leírása ... 102
7.3.3 Szerkezet ... 102
7.3.4 Burkolat komponensei ... 104

7.3.5 Épületgépészeti rendszerek 104
7.3.6 Fő hipotézis 104
7.3.7 Bemenő adatok 105
7.3.7.1 Ipari épület általános bemenő adatai az AMECO3-ban 105
7.3.7.2 Épület méretei (A-C-D modulok) 105
7.3.7.3 Az épületkomponensek bemenő adatai (A-B-C-D modulok) 106
7.3.7.4 Az épület használati fázisának bemenő adatai (B modul) 107
7.3.7.5 Az épület általános szerkezeti adatai (A-C-D modulok) 107
7.3.7.6 Épületelemek szállítási adatai (A modul) 108
7.3.8 Az AMECO3-al számított eredmények 109
7.3.8.1 S235 acél szerkezeti rendszer 109
7.3.8.2 S460 acél szerkezeti rendszer 114
7.3.8.3 Beton szerkezeti rendszer 115
7.3.8.4 A három szerkezeti rendszer GWP hatásainak összehasonlítása 118
7.3.9 A szigetelés növelések következtében fellépő környezeti előnyök analízise 120
8 Hivatkozások 124

1 Bevezetés, célok

E dokumentum célja az acél és kompozit épületek környezeti értékelésének különböző lépéseinek bemutatása az AMECO3 szoftverben.

A dokumentum az **LVS^3: Acélszerkezetek fenntarthatósága és valorizációja** (RFS2-CT-2013-00016) disszeminációs projekt keretében készült.
A tervezési segédlet a következő területekre fókuszál:

- A számítási folyamat leírása: műszaki előírások részletezik az épületek környezeti értékelésének lépéseit,
- Az AMECO használatának leírása,
- Esettanulmányok.

A szoftverben használt megközelítést az Európai RFCS projekt (SB-Steel: *Célszerkezetes épületek fenntarthatósága SB_Steel, 2014*) keretében fejlesztették és ellenőrizték.
A kiegészítő módszertan a következő:

- makro komponens megközelítés, épületek és/vagy épület komponensek életciklusának értékelése a használati fázis nélkül;
- a használati fázisra fókuszáló megközelítés, az épület működési energiájának mennyiségi meghatározásával.

A dokumentum úgynevezett **"Műszaki háttér"**, az RFCS LVS^3 része, részletes leírást biztosít az átvett megközelítésekről: az életciklus folyamán történt környezeti hatások értékelése és az épület működési energiaigényének meghatározása.

2 Programkód és futtatási környezet

Az AMECO egy eszköz, amely értékeli a beton és acél teherviselő szerkezetek környezeti hatásait. Az Ameco 3 egy kiterjesztése az Ameco v2-nek, amely már az épületek használati fázisát is bevonja a számításokba.

Az Ameco 3 VB2008-as programnyelven készült. Ez a programnyelv a Microsoft .Net technológián alapul. Így tehát feltételezi, hogy a Microsoft .NET keretrendszer telepítve legyen a felhasználó számítógépén. A .NET keretrendszer Vista és a Windows 7 alatt automatikusan települ, ezeknél régebbi operációs rendszerekben külön kell telepíteni az Ameco 3 használatának megkezdése előtt.

A fejlesztés a .NET keretrendszer 2.0-ás verziójával történt, amely a következő operációs rendszerek alatt telepíthető: Windows 2000 Service Pack 3; Windows 98; Windows 98 Second Edition; Windows ME; Windows Server 2003, Windows XP Service Pack 2. Az Ameco 3 nem kompatibilis az említetteken kívül más rendszerekkel.

3 Az AMECO3 funkciói

3.1 Előszó

Az Ameco 3 beton és acélszerkezetű hidakkal és épületekkel foglalkozik. 24 mennyiséget figyel, amely a következő csoportokra osztható:

- Környezeti hatást leíró mennyiségek (GWP, ODP, AP, EP, POPCP, ADP-elemek, ADP-fosszilis tüzelőanyagok).
- Erőforráshasználatot, másodlagos anyagokat, tüzelőanyagokat és vízhasználatot leíró (A megújuló elsődleges energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként felhasznált megújuló elsődleges energiaforrások, A nyersanyagként felhasznált megújuló energiaforrások, Összes felhasznált megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként felhasznált elsődleges energiaforrások), Nem megújuló energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások, A nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások használata, Összes felhasznált nem megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként használt elsődleges energia), Másodlagos anyagok használata, Megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata, Nem megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata, Összes felhasznált édesvíz).
- Egyéb hulladékkategóriát meghatározó környezeti információk (Ártalmatlanított veszélyes hulladék, Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék, Ártalmatlanított radioaktív hulladék).
- Egyéb kimeneti folyamokat leíró környezeti információk (Újrafelhasználásra kerülő komponensek, újrahasznosításra kerülő anyagok, Energetikai hasznosításra kerülő anyagok, Exportált energia).

Továbbá minden mennyiség 4 modulra bomlik (Termék és gyártási folyamat fázis, Használati fázis, Életciklus vége, Előnyök és terhelések a rendszer határain túl).

Sor.	Adat elérhető	Rövidítés	Megnevezés	Egység
Környezeti hatás				
1	Igen	GWP	Globális Felmelegedési Potenciál	tCO_2eq
2	Igen	ODP	Ózon Lebontó Potenciál	t_{CFCeq}
3	Igen	AP	Savasítási Potenciál	t_{SO2eq}
4	Igen	EP	Eutrofizációs Potenciál	t_{PO4eq}
5	Igen	POCP	Fotokémiai Ózon Előállítási Potenciál	$t_{Etheneeq}$
6	Igen	ADP-e	Anyagok Abiotikus Kimerülési Potenciálja	t_{Sbeq}
7	Igen	ADP-ff	Fosszilis Tüzelőanyagok Abiotikus Kimerülési Potenciálja	GJ NCV

Erőforráshasználat másodlagos anyagok és tüzelőanyagok				
8	Nem	RPE	A megújuló elsődleges energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként felhasznált megújuló elsődleges energiaforrások	GJ NCV
9	Nem	RER	A nyersanyagként felhasznált megújuló energiaforrások	GJ NCV
10	Igen	RPE-total	Összes felhasznált megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként felhasznált elsődleges energiaforrások)	GJ NCV
11	Nem	Non-RPE	Nem megújuló energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások	GJ NCV
12	Nem	Non-RER	A nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások használata	GJ NCV
13	Igen	Non-RPE-total	Összes felhasznált nem megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként használt elsődleges energia)	GJ NCV
14	Nem	SM	Másodlagos anyagok használata	t
15	Nem	RSF	Megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata	GJ NCV
16	Nem	Non-RSF	Nem megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata	GJ NCV
17	Igen	NFW	Összes felhasznált édesvíz	$10^3 m^3$
Hulladékkategóriákat leíró egyéb környezeti információk				
18	Igen	HWD	Ártalmatlanított veszélyes hulladék	t
19	Igen	Non-HWD	Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék	t
20	Igen	RWD	Ártalmatlanított radioaktív hulladék	t
Kimeneti folyamokat leíró egyéb környezeti információk				
21	Nem	CR	Ártalmatlanított veszélyes hulladék	t
22	Nem	MR	Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék	t
23	Nem	MER	Ártalmatlanított radioaktív hulladék	t
24	Nem	EE	Ártalmatlanított veszélyes hulladék	t

1. táblázat: Környezeti hatások

Az Ameco 3 legfőbb új funkciója a használati fázis környezeti hatásai számításának. A szoftver lehetővé teszi többféle épületgépészeti rendszer energiaigényének becslését (fűtés, hűtés…). A számítások az ISO-13370, ISO-13789, ISO-13790 nemzetközi és az EN 15316 európai szabványokon alapulnak.

Az Ameco 3 épületek és hidak vizsgálatára is alkalmas, azonban a használati fázis számításai csak épületekre elérhetőek.

3.2 Telepítés

Az Ameco 3 egy az “Install Creator” szoftverrel létrehozott telepítőcsomagban érkezik. A telepítőcsomag tartalmazza:

- az .exe futtatható programfilet
- a szükséges komponens könyvtárakat (.dll fileok)
- adatbázisok
- súgó fileok
- nyelvi fileok
- ikonok, szükséges képfileok

3.3 Nyelvek

Az Ameco többnyelvű alkalmazás. A grafikus felhasználói felület minden eleme külön nyelvi fileokban található minden nyelvhez külön file tartozik. A nyelvi fileok elemeit kulcsszavak azonosítják.

3.4 Mértékegységek

A paraméterek megadásához a következő mértékegységek állnak rendelkezésre:

Tömeg:	tonna
Méret:	m
Födém vastagság:	mm
Távolság:	km
Sűrűség:	kg/m^3
Szint területe	m^2
Energiaigény	kWh

A környezeti hatások mértékegységei a 10. táblázatban vannak megadva (lásd § 5.2 A használati fázis globális eredményei).

4 Műszaki leírás

4.1 Projekt definiálása

A hatások számítása több a struktúrát leíró mennyiséget igényel, az elemek a helyszínre szállításának módja és végül az elemek felhasználása a struktúra lebontása után.

A használati fázis számításához számos mennyiségi paraméter megadása szükséges, amelyeket az alábbiakban ismertetünk. A következőkben az ***m*** jelöli a hónapot (month), 1 től 12-ig, a ***dir*** rövidítés jelöli az irányt (É, NY, K és D).

4.1.1 Épület struktúra definiálása, általános adatok

4.1.1.1 Általános paraméterek

Az épület általános definícióját a felhasználó által megadott következő paraméterek írják le:

Hossz	ℓ_b
Szélesség	w_b
Szintek száma	$n_{b,fl}$
A szintek hasznos alapterülete	$a_{b,fl,custom}$

A szintek alapértelmezett területe a következő reláció alapján számítható:

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

A felhasználó által kiválasztott számítási beállításnak megfelelően a szintek területének kiszámítása a következő:

$a_{b,fl} = a_{b,fl,custom}$ ha a terület a felhasználó által definiált (Eq 2)

$a_{b,fl} = a_{b,fl,default}$ egyébként

Az épület helye az adatbázisban található városok közül választható ki.

Minden városhoz a következő paraméterek találhatók az adatbázisban:

Ország	
$\theta_{ext}(m)$	külső hőmérséklet *m* hónapban [°C]
$I_{sol,k}(m, dir)$	beeső napsugárzás *dir* irányban *m* hónapban [W/m²]
$I_{sol,k,roof}(m)$	beeső napsugárzás a tetőn *m* hónapban [W/m²]
$f_{H,shut}(m)$	éjszaka aránya *m* hónapban a fűtési mód miatt (extra szigetelés árnyékolókkal) [-]
$f_{sh,with}(m, dir)$	az árnyékolók használatai idejének súlyozott aránya [-]
Latitude	a város szélességi foka
Climate	sarkvidéki, köztes vagy trópusi
Geiger Climate	lehet: Csa, Csb, Cfb, Dfb, Dfc

A klíma paraméter ismeretében a következő paramétereket kapjuk

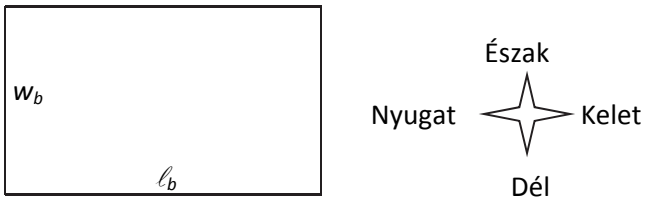
$\Delta\theta_{\mathrm{er}}$ a külső levegő hőmérséklete és az ég hőmérsékletének átlagos különbsége az éghajlattól függően (lásd **14. 14. táblázat**) [°C]

A 3. mellékletben ezen adatok megtalálhatók Coimbra, Tampere és Temesvár városokra.

Az épületeknél számos felhasználási terület választható ki: Lakóház (Residential Building RB), Irodaépület (Office Building OB), Kereskedelmi célú épület (Commercial Building CB) és Ipari rendeltetésű épület (Industrial Building IB). A választás számos tényező alapértelmezett értékére van hatással, amelyeket a következő fejezetekben mutatunk be.

Az épület alakja négyzetes. A kapcsolódó adatok:

ℓ_b	észak déli homlokzat hossza [m]
w_b	kelet nyugati homlokzat hossza [m]
$n_{b,fl}$	köztes szintek száma [-]
h_{floor}	szint magassága (minden szintre azonos) [m]
$a_{b,fl,custom}$	szintek hasznos alapterülete [m²]



1. ábra: Az épület alakja

Az épület teljes területe:

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

Az A, C és D modulban használt „szintek területe” megegyezik a közbenső szintek területével.
A terület a következő képlet alapján automatikusan számítódik:

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

Három egyéb területi paraméter kerül felhasználásra:

$A_{conditionedarea}$	légkondicionált zónák területe [m²]
A_{area1}	elsődleges légkondicionált zónák területe [m²]
A_{area2}	egyéb légkondicionált zónák területe [m²]

Teljesül, hogy:

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

$A_{conditionedarea}$ egyenlő az épület teljes területével $a_{b,\,fl,\,default}$ míg A_{area1} és A_{area2} az $A_{conditionedarea}$ -ból számított a **2. melléklet 12. 12. táblázat** alapján (1. terület az elsődleges kondícionált területek, 2. terület egyéb kondícionált területek). Ez a három területet a program nem jeleníti meg.

4.1.1.2 Födémek

Acél elemek:

A födémlemezként használt acél elemeket a következő paraméterek írják le.

Födém típusa, a következő listából választható ki:

- Egyszerű födém (acéllemezek nélkül)
- Kompozit födém
- Bennmaradó zsaluzat
- Előregyártott
- Szárazpadló

Az acéllemezek ugyanabból az adatbázisból választhatók ki, mint az Ameco-ban [1].

Az épület acél födémlemezeinek teljes tömege a következő reláció alapján számítható:

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

m_{ssu} az acél födémlemezek tömege (egy egységnyi területre) az adatbázisból;
$a_{b,fl}$ a szintek területe (lásd 4.1.1.1)

Beton elemek:

A beton elemek következő paraméterei lesznek felhasználva:

Beton típusa, a következők közül választható:

- Helyszínen öntött
- Előregyártott

Beton minősége:

- C20/25
- C30/37

A szint teljes vastagsága t_{tfl}
Betonacél m_{conrs}

A beton teljes tömege m_{consl} kiszámítható:

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

ahol $a_{b,fl}$ a szintek területe (lásd 4.1.1.1)
ρ_{consl} = 2360 kg/m^3
t_{mniss} az acéllemezek minimális vastagsága az adatbázisból
V_{tmniss} a beton térfogata a minimális födémvastagság eléréséhez az adatbázisból

Megjegyzések:

- Szárazpadlóhoz, $m_{consl} = 0$
- Acéllemezek nélküli födémekhez, $t_{minss} = 0$ és $V_{tmin} = 0$ az előző képletből.

4.1.1.3 Teherviselő szerkezet

Acél elemek:

Az acélszerkezetet leíró, a felhasználó által definiált paraméterek:

A gerendák összes tömege	m_{tsb}
Az oszlopok összes tömege	m_{tsc}
A szegecsek összes tömege	m_{tst}
A csavarok összes tömege	m_{tbo}
A lemezkapcsolatok összes tömege	m_{tpl}
Acél profilok veszteségrátája	s_{plos}

Ez utóbbi azt jelenti, hogy a végső m tömeghez m $(1 + s_{plos})$ gyártása szükséges.

Beton elemek:

A betonszerkezet leíró paraméterei, mint a födémlemezeknél:

A betongerendák összes tömege	m_{tcb}
A betonoszlopok összes tömege	m_{tcc}
A betonacél összes tömege	m_{trs}

Beton típusa, a következő listából választható:

- Helyszínen öntött
- Előregyártott

Beton minősége, a következő listából választható:

- C20/25
- C30/37

Fa elemek:

Az Ameco első verziójától kezdve a fa elemeket is figyelembe veszi a program néhány mennyiségi paraméteren keresztül. A fa elemeket leíró új paraméterek a következők:

A gerendák összes tömege	m_{twb}
Az oszlopok összes tömege	m_{twc}

4.1.1.4 Szállítási feltételezések

Beton szállítása a gyártás helyétől az építés helyére:

A beton szállítását leíró paraméterek a következők:

A helyszínen készített beton szállítási távolsága	d_{conmix}
Az előregyártott beton szállítási távolsága	d_{conreg}

Az Amecoval számítható a részben helyszínen készített részben előregyártott beton is:

A helyszínen gyártott beton rész:	$m_{conmix} = m_1 + m_2$	(Eq 5)
Előregyártott beton rész:	$m_{conreg} = m_3 + m_4$	(Eq 6)

ahol $m_1 = m_{consl}$ ha a beton a helyszínen gyártott (lásd. **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**); egyébként $m_1 = 0$

$m_2 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ ha a teherviselő szerkezet beton elemei a helyszínen gyártottak (lásd 4.1.1.3); egyébként $m_2 = 0$

$m_3 = m_{consl}$ ha a beton födém előregyártott (lásd **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**); egyébként $m_3 = 0$

$m_4 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$ ha a teherviselő szerkezet beton elemei előregyártottak (lásd 4.1.1.3); egyébként $m_4 = 0$

Acél szállítása gyártástól az építés helyére:

A felhasználónak lehetősége van az adatbázisból az acélszállítás európai átlagadatainak használatára, vagy definiálhatja az értékeket.

A teljes szállított acél tömege:

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

Ha az átlagértékeket nem használjuk a következő további paraméterek megadás szükséges:

Vasúton szállított acél tömege	m_{str}
Vasúti szállítás távolsága	d_{str}
Teherautókkal szállított acél tömege	m_{sreg}
Teherautókkal történő szállítás távolsága	d_{sreg}

Továbbá, a következő relációnak kell teljesülnie:

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

Fa szállítása a gyártástól az építés helyére:

A fa szállítást leíró paraméterek a következők:

A vasúton szállított fa tömege	m_{wtr}
A vasúti szállítás távolsága	d_{wtr}
Teherautókkal szállított fa tömege	m_{wreg}
Teherautókkal történő szállítás távolsága	d_{wreg}

A szállított fa összes tömege:

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

Az Eq 9-el együtt, a következő relációnak teljesülnie kell:

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

4.1.1.5 Életciklus vége

A felhasználónak lehetősége van az életciklus végéhez kapcsolódó összes paraméter megváltoztatására.

Acél:

Az acél elemek egy része újrahasznosításra kerül az épület lebontása utána. Az arányt az $eol_{element}$ jelöli. Továbbá a gerendák és oszlopok egy része is újra felhasználható ezt az arányt a re_{sbc} jelöli. Az anyagok nem újrahasznosított része elvész.

Így tehát, az elhasználódott acélt meghatározó, a felhasználó által megadandó arányok a következők:

Újrahasznosított betonacél	eol_{srs}

Újrahasznosított lemezek	eol_{sd}
Újrahasznosított gerendák és oszlopok	eol_{sbc}
Újrafelhasznált gerendák és oszlopok	re_{sbc}
Újrahasznosított szegecsek és csavarok	eol_{sstbo}
Újrahasznosított lemezkapcsolatok	eol_{spl}

Beton:

A beton elemeket nem hasznosítják újra, hanem felértékelik kavicsként való felhasználáshoz. A felértékelt beton elemek aránya: $val_{element}$.

A felértékelt beton elemeket leíró, a felhasználó által megadandó paraméterek a következők:

Födémek felértékelése	val_{confl}
A szerkezet felértékelése	val_{const}

Fa:

Az épület lebontása után a fa elemek egy részét elégetik. A folyamat során energia keletkezik, amely villamos energiává alakítható.

Az elhasználódott fa elemeket leíró, a felhasználó által megadandó arányszámok:

Fa szerkezeti elemek égetése energiavisszanyeréssel	inc_w

4.1.2 Híd definiálása

4.1.2.1 Teherviselő szerkezet

Acél elemek:

A híd acél elemeinek a felhasználó által megadandó paraméterei a következők:

A profilok összes tömege	m_{tspbr}
A szegecsek összes tömege	m_{tstbr}
A véglemezek összes tömege	m_{tepbr}
Egyéb idomacélok összes tömege	m_{totbr}
Egyéb betonacélok összes tömege	m_{torbr}
Acél profilok veszteségtényezője	s_{plos}

Ez utóbbi azt jelenti, hogy m tömegnyi profilhoz $m\ (1 + s_{plos})$ tömeg előállítása szükséges.

Beton:

A híd beton elemeit leíró paraméterek a következők:

A beton összes tömege	m_{tcbr}
A betonacél összes tömege	m_{trsbr}

A beton típusa, a következő listából választható:

- Helyszínen öntött
- Előregyártott

Beton minősége, a következő listából választható:

- C20/25
- C30/37

4.1.2.2 Szállítási feltételezések

Beton szállítása a gyártási helytől az építés helyéig:

A beton szállítását a következő paraméterek írják le:

A helyszínen gyártott beton távolsága $d_{conmixbr}$
Az előregyártott beton távolsága $d_{conregbr}$

Az Amecoval számítható a részben helyszínen készített, részben előregyártott beton is:

Helyszínen gyártott rész: $m_{conmixbr}$
Előregyártott rész: $m_{conregbr}$

ahol: $m_{conmixbr} = m_{tcbr}$, ha a beton helyszínen gyártott; egyébként 0
$m_{conregbr} = m_{tcbr}$, ha a beton előregyártott; egyébként 0

Acél szállítása a gyártási helyről az építés helyére:

A felhasználónak lehetősége van az adatbázisból az acélszállítás európai átlagadatainak használatára, vagy definiálhatja az értékeket.

Az Ameco az összes szállított acél tömegét a következő relációval számítja:

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

Ha nem átlagérték kerül felhasználásra a következő paramétereket kell megadni:

A vasúton szállított acél tömege m_{strbr}
Vasúti szállítás távolsága d_{strbr}
Teherautókkal szállított acél tömege m_{sregbr}
Teherautókkal történő szállítás távolsága d_{sregbr}

Továbbá, a következő relációnak teljesülni kell:

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

4.1.2.3 Életciklus vége

Ahogyan az épületeknél is a felhasználó a hidak elemeinek életciklus végi fázisának összes paraméterét megváltoztathatja.

Acél:

Ahogy az épületeknél, a felhasználó által definiálandó arányok a következők:

Újrahasznosított profilok eol_{spbr}
Újrafelhasznált profilok re_{spbr}
Újrahasznosított of szegecsek eol_{stbr}

Újrahasznosított véglemezek	eol_{sepbr}
Újrahasznosított egyéb betonacélok	eol_{sorbr}
Újrahasznosított betonacél	eol_{srsbr}

Beton:

Ugyanaz a definíciója, mint az épületeknél, a felhasználó által megadandó arány a beton felértékelésére a következő:

Beton felértékelése	val_{conbr}

4.1.3 Épület burkolata

4.1.3.1 Homlokzat geometriája

A falak meghatározásához a következő paraméterek szükségesek:

$A_{lat,tot}(dir)$:	a *dir* irányba néző fal területe, automatikusan számítódik a hossz és a magasság szorzataként [m²]
$A_{lat,opening}(dir)$	a nyílászárók területe a *dir* irányba néző falon, a teljes terület százalékos arányából számítódik [m²]
$A_{lat}(dir)$:	a *dir* irányba néző fal nettó területe, automatikusan számítódik a $A_{lat,tot}(dir)$ és a $A_{lat,opening}(dir)$ különbségeként [m²]
$F_{glazing,sh}(dir)$	a *dir* falon található nyílászárók árnyékolási akadálytényezője, rejtett paraméter, alapértelmezett értéke 1.
$F_{walls,sh}(dir)$	a *dir* fal árnyékolási akadálytényezője, rejtett paraméter, alapértelmezett értéke 1.

4.1.3.2 Homlokzat tulajdonságai

A felhasználó kiválasztja a fal és a nyílászárók típusát (*Faltípus* és *Nyílászárótípus*) a megfelelő makrokomponensek listájáról (lásd **16. táblázat** and **15. táblázat** a 2. mellékletben) és a megfelelő kapcsolódó változók értékei frissülnek:

U_{walls}	falak U-értéke [W/(m².K)], nem módosítható
$k_{m,walls}$	egy négyzetméterre jutó hőtehetetlenség [J/(m².K)], rejtett, nem módosítható
$U_{mean,opening}$	nyílászárók U-értéke [W/(m².K)], nem módosítható
g_n	üvegezésre merőleges napsugárzás átengedés, rejtett paraméter (lásd **15. táblázat** a 2. mellékletben) [-]

Az árnyékoló kiválasztása (ÁrnyékolóTípus és *ÁrnyékolóSzín*, lásd **21. táblázat** a 2. mellékletben) szabályozza a következő változót:

f_f	árnyékolóval ellátott ablak energia átbocsátási tényezője [-]

Az *ÁrnyékolóTípus* és *ÁrnyékolóSzín* alapértelmezett értékei a: “Nincs árnyékoló” és a “Közepes”. Az ÁrnyékolóSzín nem kerül megjelenítésre.
A redőny kiválasztása (Redőnytípus, lásd **13. táblázat** a 2. mellékletben) a következő 4 változó értékére van hatással:

R_{sh}	további termikus ellenállás specifikus légáteresztő redőnyöknél [m².K/W]
ΔR_{high}	magas vagy nagyon magas áteresztőképesség [m².K/W]
ΔR_{avg}	átlagos áteresztőképesség [m².K/W]
ΔR_{low}	alacsony áteresztőképesség [m².K/W]

Ez a 4 változó rejtett.
A következő változók szintén rejtettek:

$NightHeatingActivation$	redőny vezérlőkhöz, csukva vannak e télen éjszaka az ablakon keresztüli hőveszteség minimalizálására. Alapértelmezett értékek a 2. melléklet **23. táblázat**-ban.
$DayCoolingActivation$	redőny vezérlőkhöz, aktiválva vannak e napközben nyáron, hogy csökkentsék az ablakon keresztüli hőnyereséget. Alapértelmezett értékek a 2. melléklet **23. táblázat**.
$FrameAreaFraction$	Alapértelmezett érték 0.3 [-]

4.1.3.3 Földszint

A földszint meghatározásához a következő paraméterek szükségesek:

U_f	A földszint U-értéke [W/(m².K)]
GroundFloorType	földszint típusa, amely a "Födém a földön" és a "Függesztett" lehetőségek közül választható,
$D_{concretebasefloor}$	A földszint beton vastagsága, alapértelmezett értéke 0.2 [m]
$M_{steelbasefloor}$	betonacél tömege, alapértelmezett értéke 0 [t]

A TalajTípus (rejtett alapértelmezett érték) két változóra van hatással:

(ρc)	föld hőkapacitása (lásd **22. táblázat** 2. melléklet), rejtett [J/(m^3.K)]
λ	föld hővezetőképessége (lásd **22. táblázat**), rejtett [W/(m.K)]

Egyéb rejtett változók:

w_{ground}	pince fal vastagsága, alapértelmezett érték 0.2, [m]
$P_{eri,custom}$	földszint kerülete, [m]
$A_{ground,custom}$	földszint területe, [m²].

A földszinti terület kerülete a következő képlet alapján automatikusan számítódik:

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

A földszint típustól függően (*GroundFloorType*), a következő paraméterek állítódnak be. Ezek a paraméterek nem jelenítődnek meg.

- Födém a földön
  Különféle szigetelés változatok elérhetőek (Edgeinsulation): "nincs", „vízszintes", "*függőleges*" vagy "mindkettő".
  Egyéb paraméterek:

$d_{n,hor}$	vízszintes peremszigetelés vastagsága [mm]
λ_{hor}	vízszintes peremszigetelés hővezető képessége [W/(m.K)]
w_{hor}	vízszintes peremszigetelés szélessége [m]
$d_{n,vert}$	függőleges peremszigetelés vastagsága [mm]
λ_{vert}	függőleges peremszigetelés hővezetőképessége [W/(m.K)]
w_{vert}	függőleges peremszigetelés mélysége [m]

- Pince
  A pince (BasementType) lehet "fűtött" vagy "nem fűtött".
  Paraméterek:

h	a fal magassága a föld fölött [m]
h_z	a fal magassága a föld alatt [m]

- Függesztett
  A függesztett földszintet leíró paraméterek:

h	a fal magassága a föld fölött, mint a pincetípusnál [m]

h_z	a fal magassága a föld alatt [m]
A_{irflow}	légáram, alapértelmezett érték 0.1 [ac/h]
A_{wind}	egységnyi kerülethosszra eső szellőztető nyílászárók területe, alapértelmezett érték 1, rejtett [m²/m]
$w_{avgspeed}$	átlagos szélsebesség 10m magasságban, rejtett [m/s]

Az utolsó 3 paraméter kapcsolata:

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

4.1.3.4 További paraméterek

Néhány további, az épület burkolatára vonatkozó paraméter. Ezek a paraméterek rejtettek.

R_{se}	külső felületi ellenállás (alapértelmezett érték 0.04 [m².K/W]
$\alpha_{s,c}$	napsugárzás abszorpciós együttható, alapértelmezett érték 0.5 [-]
h_r	külső sugárzási hőátadási együttható, alapértelmezett érték 4.5 [W/(m².K)]
C_m	belső hőkapacitás [J/K], a következő képletből számítva:

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

ahol:

$k_{m,walls}$	falak belső hőkapacitása [J/K/m²], értéke függ a kiválasztott fal makro komponenstől
$k_{m,roof}$	tető belső hőkapacitása [J/K/m²], értéke függ a kiválasztott tető makro komponenstől
$k_{m,ext,floor}$	külső szintek belső hőkapacitása [J/K/m²], alapértelmezett érték 50000 J/K/m²
$k_{m,ground}$	földszintek belső hőkapacitása [J/K/m²], alapértelmezett érték 50000 J/K/m²
$k_{m,interm,floor}$	közbenső szintek belső hőkapacitása [J/K/m²], alapértelmezett érték 50000 J/K/m²
$k_{m,intern,walls}$	belső falak belső hőkapacitása [J/K/m²], alapértelmezett érték a $k_{m,walls}$ J/K/m² kétszerese
$Ratio_{intern,walls}$	arányszám: belső falak területe osztva a homlokzati területekkel, alapértelmezett érték 40%

4.1.3.5 Tető

A felhasználó kiválasztja a tető makro komponenst a **24. táblázat**-nak megfelelően (2. melléklet)
A tetőt a következő paraméterek írják le:

U_{roof}	Lapos tető U-értéke, az alapértelmezett érték függ a kiválasztott makro komponenstől, nem módosítható [W/(m².K)]
$A_{ext,floor}$	külső padlózat területe, alapértelmezett érték 0, rejtett paraméter [m²]
A_{roof}	a tető lapos részének területe, alapértelmezett érték az épület kiterjedéséből számítódik, rejtett paraméter [m²]
$A_{slopedroof}$	a tető lejtős részének területe, alapértelmezett érték 0, rejtett [m²]
$A_{roof,opening}$	a nyílászárók területe a tetőn, alapértelmezett érték 0, rejtett [m²]
$F_{glazing,sh,roof}$	a tetőn lévő nyílászárók árnyékolási akadálytényezője, alapértelmezett érték 0, rejtett

$U_{slopedroof}$ lejtős tető U értéke, alapértelmezett érték 0, rejtett [W/(m².K)]
$U_{ext,floor}$ külső padlózat U értéke, alapértelmezett érték 0, rejtett [W/(m².K)]
$U_{floorunconditionedspace}$ Nem légkondícionált terület U értéke, alapértelmezett érték 0, rejtett [W/(m².K)]

4.1.4 Épület használata

Az épület használata három, napi periódusra oszlik; hovatovább megkülönböztetjük a munka és a hétköznapokat is. Végső soron a használat számításakor két dolgot veszünk számításba: egyrészről az emberek jelenlétét, másrészről a világítás szükségességét. Ezek a feltételek különbözőek lehetnek az elsődleges légkondicionált területek között (1. terület) és az egyéb légkondicionált területek között (2. terület).

A 24 féle lehetőséget a következő három mennyiség írja le:

$h_{function,beg,place,Date,i}$ kezdési idő [h]
$h_{function,end,place,Date,i}$ befejezési idő [h]
$Gain_{function,place,Date,i}$ belső nyereség [h]

Ahol *function* Є {használat; világítás}, *place* Є {1. terület; 2. terület}, *Date* Є {Hétfőtől péntekig; Szombattól vasárnapig}, i Є {1; 2; 3}.

Az alapértelmezett értékek a **26. táblázat**-tól a **29. táblázat**-ig láthatók (1. melléklet) az épülettípustól függően. Ez a 24 mennyiség rejtett.

A beltéri körülmények az emberek komfortérzetére vannak hatással, 4 paraméter definiálja őket. Az alapértelmezett értékek a **30. táblázat**-ban találhatók (1. melléklet) ezek nem módosíthatók:

$\theta_{int,set,H}$ fűtési hőmérséklet [°C]
$\theta_{int,set,C}$ hűtési hőmérséklet [°C]
n_H légáram nagysága fűtési módban (per m²) [m^3/(h.m²)]
n_C légáram nagysága hűtési módban (per m²) [m^3/(h.m²)]

4.1.5 Épületgépészeti rendszerek

4. gépészeti rendszer veszünk figyelembe.

4.1.5.1 Fűtési rendszer

A felhasználónak meg kell adnia a fűtési rendszer típusát ($\eta_{HeatingType_System}$, lásd **17. táblázat** (2. melléklet).

A választás kihat a számításokban használt fűtőrendszer hatékonyság értékére:

$\eta_{HeatingEfficiencySystem}$ fűtési rendszer hatékonysága, normál módban rejtett [-]

A felhasznált energia ($EnergyType_{heating}$), alapértelmezett értékei a **32. táblázat** (2. melléklet), szabályozzák a végső energia, elsődleges energia konverziós tényezőt:

$k_{energytype,heating}$ energia típus (lásd **20. táblázat** 2. melléklet) [kgoe/kWh]

Ez a két mező rejtett.

A következő mennyiségek a számításokban használtak, de nem jelenítődnek meg. Az értékek a **31. táblázat**-nak megfelelően vannak beállítva (2. melléklet).

$h_{begd,heating}$ munkaidő kezdete [h]
$h_{end,heating}$ munkanap műszak befejezési ideje [h]
$NbDay_{working,heating}$ munkanapok száma hetente [-]

4.1.5.2 Hűtő rendszer

A felhasználónak be kell állítani a hűtőrendszer típusát ($\eta_{CoolingType_System}$, lásd **18. táblázat** 2. melléklet.

A kiválasztott hűtőrendszer hatékonysága:

$\eta_{CoolingEfficiencySystem}$ hűtőrendszer hatékonysága, rejtett [-]

A felhasznált energia ($EnergyType_{cooling}$), alapértelmezett értékei a **32. táblázat**-ban találhatók (2. melléklet), ez megadja a végső energia, elsődleges energia konverziós tényezőt is:

$k_{energytype,cooling}$ energia típusa (lásd **20. táblázat**) [kgoe/kWh]

Ez a két mező rejtett.

Végül, a fűtőrendszerhez egy hasonló változó kerül definiálásra, amely szintén rejtett, alapértelmezett értékeit a **33. táblázat** mutatja:

$NbDay_{working,cooling}$ munkanapok száma hetente [-]

4.1.5.3 Szellőzés

A szellőzési rendszer definíció szerint feltételezi hővisszanyerő rendszer használatát ($HeatRecovery$). Ebben az esetben a rendszer a rendszer jellemzői a következők:

$HeatRecovery\%$ az áramló levegő térfogatának azon része, amely keresztülmegy a hővisszanyerő berendezésen, alapértelmezett érték 0.8, rejtett [-]
η_{hru} a hővisszanyerő hatásfoka, alapértelmezett érték 0,6, rejtett [-]

4.1.5.4 Használati melegvíz (HMV) rendszer

A HMV rendszer típusa ($\eta_{TypeDHW}$, lásd **19. táblázat** 2. melléklet) megadja a HMV rendszer hatékonyságát:

η_{DHW} HMV rendszer hatékonysága, normál módban rejtett [-]

A felhasznált energia ($EnergyType_{DHW}$), alapértelmezett értékei a **34. táblázat**-ban találhatók (2. melléklet), ez megadja a végső energia elsődleges energia konverziós tényezőt is:

$k_{energytype,DHW}$ energia típus (lásd **20. táblázat**) [kgoe/kWh]

A HMV rendszer a következő paraméterektől függ:

$\theta_{w,t}$ szükséges vízhőmérséklet a vízkivételi pontokon, alapértelmezett érték 60, rejtett [°C]
$\theta_{w,outside}$ belépő víz hőmérséklete, alapértelmezett érték 15, rejtett [°C]

$DHW_{energyreduction}$ a felhasznált energia megújuló forrásokból nyert része, alapértelmezett érték 0, rejtett [-]

4.2 Konstansok és fajlagos paraméterek

Általános konstansok:

$MonthLength(m)$ másodpercek száma *m* hónapban millió másodpercben
$MonthDay(m)$ napok száma *m* hónapban [-]
$NbDayWorking(m)$ munkanapok száma *m* hónapban [-]

A következő mennyiségek kezelése speciális. Kezdetben bemenő adatok, de a továbbiakban a program konstansként kezeli ezeket.

F_w korrekciós tényező a nem szóró üvegezéshez [-]
f_w szélvédő faktor [-]
$b_{tr,U}$ nem légkondicionált területek korrekciós tényezője [-]
$\mathrm{F_{r,v}}$ függőleges tető sugárzási tényezője [-]
$\mathrm{F_{r,h}}$ vízszintes falak sugárzási tényezője [-]

Fűtési mód paraméterei:

$k_{D,cor,H}$ transzmissziós hőátadás korrekciós tényezője [-]
$k_{cor,ve,H}$ ventillációs hőátadás korrekciós tényezője [-]
$k_{cor,int,H}$ belső nyereségek korrekciós tényezője [-]
$k_{cor,H}$ napsugárzási hőnyereség korrekciós tényezője [-]
a_{H0} dimenziónélküli referencia, numerikus paraméter [-]
τ_{H0} Referencia idő konstans [h]
$b_{H,red}$ Empirikus korrelációs tényező (alapértelmezett érték 3) [-]

A paraméterek a GeigerClimate változótól és az árnyékoló használatától függenek (lásd **25. táblázat**).

Hűtési mód paraméterei:

$k_{D,cor,C}$ transzmissziós hőátadás korrekciós tényezője [-]
$k_{cor,ve,C}$ ventillációs hőátadás korrekciós tényezője [-]
$k_{cor,int,C}$ belső nyereségek korrekciós tényezője [-]
$k_{cor,C}$ napsugárzási hőnyereség korrekciós tényezője [-]
a_{C0} dimenziónélküli referencia, numerikus paraméter [-]
τ_{C0} Referencia idő konstans [h]
$b_{C,red}$ Empirikus korrelációs tényező (alapértelmezett érték 3) [-]

A paraméterek a GeigerClimate változótól és az árnyékoló használatától függenek (lásd **25. táblázat**).

HMV termelés konstansai:

Az EN15316-3-1-nek megfelelően, a következő konstansok kerülnek definiálásra (lakóépületek).
$X = 62$ [l/(nap.m²)]
$Y = 160$ [l/(nap.m²)]
$Z = 2$ [l/(nap.m²)]

4.3 A szerkezet környezeti hatásának kiszámítása

4.3.1 Alapelvek

Az Ameco-ban használt módszer 24 környezeti hatásindikátort használ, mindegyik négy modulra osztható:

- A modul: Termék és építési fázis
- B modul: Használati fázis
- C modul: Élettartam vége fázis
- D modul: Előnyök és terhelések a rendszer határain túl

A 24 indikátor ugyanazokat a formulákat követi. Az egyetlen különbség közöttük az együtthatók értékeiben van. Az együtthatók a 2. és 3. táblázatban találhatók.

Hatás együttható	Jelölés
RER: Acél lemez worldsteel	$k_{RERStPl}$
RER: Idomacél worldsteel	$k_{RERStSec}$
GLO: Betonacél worldsteel	k_{GLOSt}
RER: Horganyzott acél worldsteel	$K_{RERStHDG}$
DE: Beton C20/25 PE	$k_{DEConC20}$
DE: Beton C30/37 PE	$k_{DEConC30}$
DE: Ragasztott rétegelt fa PE [1kg -ra]	k_{DEW}
GLO: Hulladék értéke worldsteel	k_{GLO}
Acélszerkezetes épület bontása - 1kg kezelésének hatása	$k_{StBldgDem}$
CH: ártalmatlanítás, épület, beton, nem megerősített, végleges elhelyezés	k_{CHCon}
CH: ártalmatlanítás, épület, betonacél, végleges elhelyezés	k_{CHSt}
CH: ártalmatlanítás, épület, beton, nem megerősített, válogató üzembe [40% hulladéklerakóba]	$k_{CHConPlt}$
CH: ártalmatlanítás, épület, betonacél, válogató üzembe	$k_{CHStPlt}$
CH: ártalmatlanítás, beton, 5% víz, inert anyagok lerakója	$k_{CHConLdf}$
CH: kavics, nem meghatározott, bánya	k_{CHGr}
RER: inert anyagok lerakója (acél) PE	$k_{RERStLdf}$
EU-27: Fahulladék égetése (OSB, forgácslap) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg fa]	k_{EUWWa}
Hulladékégetés jóváírása (agg mínusz p-agg)	k_{Wa}
EU-27: Fahulladék hulladéklerakóba (OSB, forgácslap) PE <p-agg>	k_{EUWLdf}
CH: ártalmatlanítás, inert anyagok, 0% víz, hulladéklerakó	k_{CHLdf}
RER: Nyerges vontatós szállítás PE [1tkm]	k_{RERALT}
Vasúti szállítás [1tkm]	k_{Tr}
Mixerkocsis szállítás [100kgkm]	k_{Cont}
Átlagos európai acélszállítás 1t átlagos európai távolságra]	k_{StAvg}
EU-27: Villamos hálózati mix PE [1kWh]	k_{EUElec}
Villamosenergia hasznosítás	k_{EOR}
RER: Acéllemez (hulladék nyersanyagból)	$k_{RERStPl0}$
RER: Idomacél worldsteel (hulladék nyersanyagból)	$k_{RERStSec0}$
RER: Horganyzott acél worldsteel (hulladék nyersanyagból)	$k_{RERStHDG0}$
GLO: Betonacél worldsteel (hulladék nyersanyagból)	k_{GLOSt0}

2. táblázat: Együtthatók jelölése

Az együtthatók jelölései a 2. **táblázat**–ban, értékeik a következő fejezetekben kerülnek leírásra. Az Amecoban nmegjelenő paraméterek értékeit ebben a fejezetben mutatjuk be. A paraméterek értékei épületekre és hidakra megegyeznek. Nem módosíthatók.

Az Amecoban 10 indikátorhoz definiáltunk hatásegyütthatót, a maradék 14 indikátor értéke zérus.

A **2. táblázat**-ban használt rövidítések:
- GLO: Globális (átlag)
- DE: Német (átlag)
- CH: Svájci (átlag)

Az utolsó 5 hatásegyüttható (mennyiségi egység nélkül) értéke megegyezik minden hatásindikátorra:

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

3. táblázat: Hulladék nyersanyag bemeneti együtthatók

4.3.1.1 Környezeti hatásokat leíró paraméterek

A 4. táblázat tartalmazza a GWP, ODP, AP, EP, POCP, ADP-elemek, ADP-fosszilis tüzelőanyagok indikátorok együtthatóinak értékeit.

	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

4. táblázat: Környezeti együtthatók értékei

4.3.1.2 Erőforrás használatot leíró paraméterek, másodlagos anyagok és üzemanyagok, vízhasználat

Az **5. táblázat** tartalmazza a következő három indikátor értékeit:

- Összes felhasznált elsődleges megújuló energia (elsődleges energia és nyersanyagként felhasznált elsődleges energia) [RPE-Összes].
- Összes felhasznált nem megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként felhasznált elsődleges energia) [Non RPE-Összes].
- Felhasznált édesvíz [NFW].

	RPE-Összes	Non RPE Összes	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

5. táblázat: Erőforrásfelhasználás értékei, másodlagos anyagok és tüzelőanyagok, és vízhasználat együtthatói

Az adatok hiánya miatt a következő együtthatók indikátorai zérusok (így ez nulla hatás értéket eredményez):

- Megújuló elsődleges energia használata, kivéve a nyersanyagként felhasznált elsődleges megújuló energiaforrásokat [RPE].
- Nyersanyagként felhasznált megújuló energiaforrások használata [RER].
- Nem megújuló elsődleges energia használata kivéve a nyersanyagként felhasznált elsődleges nem megújuló energiaforrásokat [Non-RPE].
- Nem megújuló energiaforrások használata nyersanyagként [Non-RER].
- Másodlagos anyagok használata [SM].

- Megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata [RSF].
- Nem megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata [Non-RSF].

4.3.1.3 Hulladék kategóriákat meghatározó egyéb környezeti információk

A **6. táblázat** a következő indikátorok együtthatóinak értékét mutatja:

- Ártalmatlanított veszélyes hulladék.
- Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék.
- Ártalmatlanított radioaktív hulladék.

	Ártalmatlanított veszélyes hulladék	Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék	Ártalmatlanított radioaktív hulladék
	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

6. táblázat: Egyéb, hulladék kategóriákat leíró környezeti információk

4.3.1.4 Egyéb, kimeneti folyamokat leíró környezeti információk

A következő négy együttható ismeretlen, értékük az Ameco 3-ban zérus:

- Újrafelhasznált komponensek.
- Újrahasznosított anyagok.
- Energetikai hasznosításra kerülő anyagok.
- Exportált energia.

4.3.2 Az épület környezeti hatása

4.3.2.1 **A** modul

Az A modul környezeti hatásokat értékelő egyenletei a következők:

A modul			
Termék fázis	A1 Nyersanyag ellátás	Szintek betonja	$m_{consl}\ k_{DECon}$
		Acéllemezek	$m_{tss}\ k_{RERStHDG}$
		Szerkezeti beton	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ k_{DECon}$
		Betonacél	$(m_{conrs} + m_{trs})\ k_{GLOSt}$
		Acél gerendák	$m_{tsb}\ (1 + S_{plos})\ k_{RERStSec}$
		Acél oszlopok	$m_{tsc}\ (1 + S_{plos})\ k_{RERStSec}$
		Fa gerendák	$m_{twb}\ k_{DEW}$
		Fa oszlopok	$m_{twc}\ k_{DEW}$
	A3 Gyártás	Gyártási veszteség	$(m_{tsb} + m_{tsc})\ S_{plos}\ k_{RERALT}$ / 10
		Acél szegecsek és csavarok	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{GLOSt}$
		Lemezkapcsolatok	$m_{tpl}\ k_{RERStPl}$
	A1-A3	Makro komponensek	
Gyártási fázis	A4 Szállítás	Beton – mixerkocsi	$m_{conmix}\ d_{conmix}\ k_{Cont}$ / 100
		Beton – teherautó	$m_{conreg}\ d_{conreg}\ k_{RERALT}$ / 1000
		Acél – teherautó	$m_{sreg}\ d_{sreg}\ k_{RERALT}$ / 1000
		Acél – vasút	$m_{str}\ d_{str}\ k_{Tr}$ / 1000
		Acél – átlagos szállítás	$m_{tstrtot}\ k_{StAvg}$
		Fa – vasút	$m_{wtr}\ d_{wtr}\ k_{Tr}$ / 1000
		Fa – teherautó	$m_{wreg}\ d_{wreg}\ k_{RERALT}$ / 1000
		Makro komponens	
A modul összesen			A modul összes mennyiségének szummája

7. táblázat: A modul környezeti hatásai

Ebben a táblázatban a kiemelt egyenletek mutatják az LVS3 projektben módosított vagy hozzáadott összefüggéseket.

A földszint számításához hozzáadott paramétereket figyelembe véve a következő egyenletek módosulnak:

Összes beton tömege $m_{consl,LVS3}$:

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

Betonacél tömege:

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

A termék fázishoz egy további részt kell figyelembe venni:

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

Az összes szállított acél tömege $m_{tstrtot,LVS3}$ így:

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

A gyártási folyamat fázishoz egy további részt kell figyelembe venni:

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

A $k_{A1\text{-}A3,wall}$, $k_{A4,wall}$, $k_{A1\text{-}A3,opening}$ és $k_{A4,opening}$ értékeit a 4. melléklet mutatja.

4.3.2.2 **B** modul: Használati fázis

A használati fázis számítása több lépésben történik. Az első lépés a földszint számítása.

Ezután a fűtéshez szükséges energia és a kapcsolódó napenergia hőnyereség számítása történik.

Hasonló folyamat számítja a hűtéshez szükséges energiát a kapcsolódó napenergia hőnyereségekkel.

A következő lépésben a használati melegvíz számítása történik meg.

A végső kalkulációs folyamat összegzi a részszámításokat.

4.3.2.2.1 A földszint karakterisztikájának kiértékelés (ISO 13370)

A cél a H_g,H_{pi}, H_{pe}, α és a β kiszámítása.

A *GroundFloorType -tól* függetlenül a következő közbülső változók becslődnek:

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

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

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

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

- A belső hőmérsékletet konstansnak feltételezve:

$$H_{pi} = 0$$

- Továbbá a földszint típusnak α értéke egyedi:

$$\alpha = 0$$

A további mennyiségek a **földszint típusától függenek**.

- **Födém a földön**

- β értéke 1:

$\beta = 1$

<u>H_g számítása:</u>

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

így:

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

<u>H_{pe} számítása</u>

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

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

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

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

$$H_{pe} = \begin{cases} 0.37P_{eri}.\lambda.ln\left(1 + \dfrac{\delta}{d_{ground}}\right) & ha\ peremszigetelés = nincs \\ H_{pe,hor} & ha\ peremszigetelés = vízszintes \\ H_{pe,vert} & ha\ peremszigetelés = függőleges \\ min(H_{pe,hor}; H_{pe,vert}) & egyébként \end{cases}$$

- **Pince**

- β értéke 1:
$\beta = 1$

<u>H_g számítása</u>

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

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

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

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

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

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

$$H_g = \begin{cases} A_{ground}.U_{bf} + h_z.P_{eri}.U_{bw} & ha\ a\ PinceTípus = fűtött \\ U'_H.A_{ground} & ha\ a\ PinceTípus = nem\ fűtött, fűtés\ számításához \\ U'_C.A_{ground} & ha\ a\ PinceTípus = nem\ fűtött, hűtés\ számításához \end{cases}$$

<u>H_{pe} számítása</u>

$$H_{pe} = \begin{cases} 0.37P_{eri}.\lambda.\left[exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + 2.\left(1 - exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_w}\right)\right] \\ ha\ a\ PinceTípus = fűtött \\ A_{ground}.U_f.\frac{0.37P_{eri}.\lambda.\left(2 - exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_H.V}{\frac{(A_{ground} + h_z.P_{eri}).\lambda}{\delta} + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_H.V + A_{ground}.U_f} \\ ha\ a\ PinceTípus = nem\ fűtött, fűtés\ számításához \\ A_{ground}.U_f.\frac{0.37P_{eri}.\lambda.\left(2 - exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right).ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_C.V}{\frac{(A_{ground} + h_z.P_{eri}).\lambda}{\delta} + h.P_{eri}.U_{walls} + 0.33n_C.V + A_{ground}.U_f} \\ ha\ a\ PinceTípus = nem\ fűtött, hűtés\ számításához \end{cases}$$

- **Függesztett padló**

- β értéke zérus:
$\beta = 0$

<u>H_g számítása</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} számítása</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 Fűtés energiaigénye és napenergia hőnyeresége

Az energiaigény és a napenergia hőnyereség számítása hasonló a fűtésre és a hűtésre. Csak néhány egyenlet és néhány változó kap az adott esettől függő értéket. Így a számítás az Ameco 3 ugyanazon modulján alapul, az esetek speciális igényeinek figyelembevételével.

- **Előzetes hozzárendelések**

A fűtés energiaigény számításának megkezdése előtt a hűtés mód mennyiségei kerülnek hozzárendelésre. Ezek:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$AFR_{floor} = n_H$$

$$a_0 = a_{H0}$$

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

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

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

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

- **Hőátadás hővezetéssel**

A következő képletek a talajnak való hőátadásra vonatkoznak.

Az éves átlagos külső hőmérséklet:

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

A változások amplitúdója a havi középhőmérsékletben:

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

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

A havi középhőmérsékletek *m* hónapban megfelelnek:

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

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

Ahol τ_m annak a hónap indexe mikor a külső hőmérséklet a minimum.

A havi hőáramlási sebesség:

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

Ebből levezethető a havi talajhő együttható:

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

Végül a teljes hőátadás a talajnak:

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

A hővezetéses hőátadás az épület külső burkolatának számos részére meghatározásra kerül, úgymint a falak, az üvegezés, a tető és a földszint.

<u>Falak</u>

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

A falak összes oldalirányú felületét figyelembe véve a falak környezet felé történő hővezetéses hőátviteli együtthatója a következőképpen számítódik:

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

A összes hővezetéses hőátvitel a falakra:

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

<u>Üvegezés</u>

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

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

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

Tehát az üvegfelületek a környezet felé történő hővezetéses hőátviteli együtthatója:

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

és az ehhez kapcsolódó üvegfelületek összes hővezetéses hőátvitele:

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

<u>Külső padlózat és földszint</u>

A külső padlózat hővezetéses hőátviteli együtthatója a következő:

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

Tehát, külső padlózat összes hővezetéses hőátvitele:

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

Az összes a talajnak történő hővezetéses hőátadás:

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

<u>Tető</u>

A tető hővezetéses hőátviteli együtthatója az előzőekhez hasonlóan definiálva:

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

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

A tető összes a hővezetéses hőátadása:

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

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

A teljes hővezetéses hőátadás:

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

A talajnak és a nem légkondicionált területeknek történő hővezetéses hőátadási együttható:

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

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

A teljes hővezetéses hőátadás együttható a következőképpen számítható:

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

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

- **Hőátadás szellőzéssel**

A szellőzéssel történő hőátadás számítására a következő formulák szolgálnak:

Légáram nagysága (m^3/s):

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

Hőmérséklet korrekciós tényező:

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

Légáram nagyságának időátlaga (m^3/s):

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

Ahol a légáramoltatás csak egy nap töredékében történik:

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

Az együttható értéke 0.99 és 1.0 között változik, mivel η_{hru} értéke 0 és 1 között van.

Így a szellőzéses hőátvitel együtthatója:

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

és a hozzá kapcsolódó összes szellőzéses hőátadás:

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

- **Belső hőnyereség**

A belső hőnyereségek ugyanazzal a módszerrel számítódnak, mint a lakók jelenlétének, a berendezések és a világítás nyereségének számítása.

A bevezetésre kerülő közbenső változók:

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

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

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

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

Ezután a lakók és a berendezések hőnyeresége levezethető:

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

PartA2, PartB2, PartC2, PartD2 ugyanúgy számítódik, mint *PartA, PartB, PartC, PartD* de a "világítás" értékeket használva "használat"értékek helyett.

A világításból származó hőnyereség:

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

Végül a külső forrásokból származó hőnyereség becsült értéke:

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

- **Napsütés hőnyeresége**

A napsütés hőnyereségének kiszámítása két részre osztható. Az első rész az üvegezésre a második rész a falakra koncentrál.

<u>Üvegezés</u>

Az üvegezésen átmenő napsugárzás:

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

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

és az égbolt felé elmenő sugárzás:

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

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

Így az üvegezésen átmenő hőáram:

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

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

Végül a teljes üvegezésen átmenő napsugárzási hőnyereség:

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

<u>Falak</u>

A falakra eső napsugárzás:

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

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

és az égbolt felé elmenő sugárzás:

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

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

Az üvegezéshez hasonlóan a falakon átjutó napsugárzási hőáram (a falak árnyékolás csökkentő tényezője nélkül):

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

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

Végül a teljes napsugárzási hőnyereség a falakon keresztül:

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

- **Teljes hőátvitel és hőnyereségek**

A teljes hőátvitel Q_{ht} és a hőnyereség Q_{gn} a következő egyenletek alapján számíthatók:

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

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

- **Fűtés energiaigénye**

Az utolsó rész a fűtés energiaigényének kiszámításához kapcsolódik. Két lépésből áll: a dinamikus paraméterek és a fűtési igény hosszának becslése az adott hónapban.

Dinamikus paraméterek

Az első nyereség kihasználási tényező:

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

Az épület időállandója:

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

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

A második nyereség kihasználási tényező:

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

A fűtés hossza az adott hónapban

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

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

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

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

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

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

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

Két köztes mennyiség kerül definiálásra:

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

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

és egy feltétel, amely a fűtött napok számától függ:

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

Így a végső $\gamma_{cor}(m)$ változó kiszámítható:

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

<u>A fűtés energiaigénye</u>

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

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

A havi energiaigény (érzékelhető energia) a következő:

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

Az éves energiaigény (érzékelhető energia) így tehát:

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

Tehát az éves (végső vagy másodlagos) szállított energia definiálható, mint:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & if\ the\ user\ has\ selected\ no\ heating\ system \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{év}}\right] & else \end{cases}$$

és a hozzájuk kapcsolódó fűtés éves elsődleges energiaigénye:

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

4.3.2.2.3 Hűtés energiaigénye és a napsugárzás hőnyeresége

Ahogy a 4.3.2.2.2 fejezetben, a legtöbb fűtési módhoz felhasznált képlet igaz marad a hűtési módra is. Így csak azon képleteket mutatjuk be a következő fejezetekben, amelyek változtak.

- **Előzetes hozzárendelés**

Első lépés a hűtési módhoz kapcsolódó változók hozzárendelése:

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

$$H_{pi} = H_{pi,C}$$

$$H_{pe} = H_{pe,C}$$

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

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

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

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

$$k_{cor} = k_{cor,C}$$

$$f_{shut}(m) = 0$$

$$AFR_{floor} = n_C$$

$$a_0 = a_{C0}$$

$$\tau_0 = \tau_{C0}$$

$$b_{red} = b_{C,red}$$

$$\eta_{EfficiencySystem} = \eta_{CoolingEfficiencySystem}$$

$$k_{energytype} = k_{energytype,cooling}$$

- **Hőátadás a talajnak**

Ebben a részben az egyenletek változatlanok.

- **Hőátadás hővezetéssel**

Az üvegezés hővezetéses hőátadása a külső környezetnek:

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

- **Hőátadás szellőzéssel**

A következő egyenletek a hűtési módnak megfelelően egyszerűsítve:

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

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

- **Belső nyereségek**

Az egyenletek a fűtési módnak megfelelőek.

- **Napenergia nyeresége**

Az üvegezésnél a napsugárzási egyenletek a következőképpen alakulnak:

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

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

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

- **Összes hőátvitel és hőnyereségek**

Az egyenletek megegyeznek.

- **Dinamikus paraméterek**

A második nyereség kihasználási tényező:

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

- **Hűtés hossza az adott hónapban**

A fűtéshez hasonlóan most a hűtés hosszát határozzuk meg az adott hónapban. Habár a megközelítés globálisan hasonló, az új egyenletek a következők:

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

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

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

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

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

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

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

$$inv\gamma_{2bool}(m) = \begin{cases} \text{”}MORE\text{”} & if\ inv\gamma_2(m) > inv\gamma_{lim} \\ 1 & else \end{cases}$$

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

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

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

$$\gamma_{cor}(m) = \begin{cases} invcond(m) & if\ inv\gamma_1(m) > 0\ or\ inv\gamma_2(m) > 0 \\ 1 & else \end{cases}$$

- **Hűtés energiaigénye**

Ahogy a hűtés hosszának meghatározása, a hűtési energiaigény meghatározása is a fűtésből vezethető le.

Csak két egyenlet változik:

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

Végül a hűtés havi energiaigénye (érzékelhető energia) :

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

A hűtés éves elsődleges energiaigénye:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & ha\ a\ felhasználó\ nem\ adott\ meg\ hűtési\ rendszert \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{év}}\right] & else \end{cases}$$

4.3.2.2.4 HMV energiaigénye

Az első lépés a következő köztes mennyiségek kiszámítása:

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

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

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

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

A HMV éves energiaigénye (érzékelhető energia) :

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

A HMV éves szállított energia (végső vagy másodlagos):

$$Q_{DHW,delivered} = \begin{cases} 0 & ha\ a\ felhasználó\ nem\ adott\ meg\ HMV\ rendszert \\ Q_{DHW,nd} \cdot \dfrac{1 - DHW_{energyreduction}}{\eta_{DHW}} \text{ [kWh/év]} & else \end{cases}$$

Így tehát a HMV éves elsődleges energiaigénye:

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

4.3.2.3 **C** modul

A C modul környezeti hatásokat kiértékelő egyenletei a következők:

C modul			
Élettartam vége	C1 Szétszerelés	Acéllemezek	$m_{tss}\ k_{StBldgDem}$
		Acél gerendák	$m_{tsb}\ k_{StBldgDem}$
		Acél oszlopok	$m_{tsc}\ k_{StBldgDem}$
		Acél szegecsek és csavarok	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{StBldgDem}$
		Lemezkapcsolatok	$m_{tpl}\ k_{StBldgDem}$
	C2 Szállítás	Acéllemezek	$m_{tss}\ k_{RERALT}$ / 10
		Acél gerendák	$m_{tsb}\ k_{RERALT}$ / 10
		Acél oszlopok	$m_{tsc}\ k_{RERALT}$ / 10
		Acél szegecsek és csavarok	$(m_{tst} + m_{tbo})\ k_{RERALT}$ / 10
		Lemezkapcsolatok	$m_{tpl}\ k_{RERALT}$ / 10
		Fa gerendák	$m_{twb}\ k_{RERALT}$ / 10
		Fa oszlopok	$m_{twc}\ k_{RERALT}$ / 10
		Makro komponensek	
	C3 Hulladékkezelés	Födém beton válogatóüzembe	$m_{consl}\ eol_{srs}\ k_{Corr}$
		Szerkezeti beton válogatóüzembe	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ eol_{srs}\ k_{Corr}$
		Betonacélok válogatóüzembe	$(m_{conrs} + m_{trs})\ eol_{srs}\ k_{CHStPlt}$
	C4 Ártalmatlanítás	Acéllemezek	$m_{tss}\ (1 - eol_{sd})\ k_{RERStLdf}$
		Acél gerendák	$m_{tsb}\ (1 - eol_{sbc})\ k_{RERStLdf}$
		Acél oszlopok	$m_{tsc}\ (1 - eol_{sbc})\ k_{RERStLdf}$
		Acél szegecsek és csavarok	$(m_{tst} + m_{tbo})\ (1 - eol_{stbo})\ k_{RERStLdf}$
		Lemezkapcsolatok	$m_{tpl}\ (1 - eol_{spl})\ k_{RERStLdf}$
		Födémbeton hulladéklerakóba	$m_{consl}\ [\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{confl})\ k_{CHConLdf}\ ]$
		Szerkezeti beton hulladéklerakóba	$(m_{tcb} + m_{tcc})\ [\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const})\ k_{CHConLdf}\ ]$
		Betonacél hulladéklerakóba	$(m_{conrs} + m_{trs})\ (1 - eol_{srs})\ k_{CHSt}$
		Fa gerendák	$m_{twb}\ (inc_w\ k_{EUWWa} + (1 - inc_w)\ k_{EUWLdf})$
		Fa oszlopok	$m_{twc}\ (inc_w\ k_{EUWWa} + (1 - inc_w)\ k_{EUWLdf})$
		Makro komponensek	
C modul összesen			C modul összes mennyiségének összege

8. táblázat: C modul környezeti hatások

Az LVS3 projekt keretében hozzáadott vagy módosított egyenletek a szövegben kiemelve.

A földszint hozzáadott paramétereit figyelembe véve a módosított egyenletek:

Valamint egy további rész a szállítás figyelembevételéhez:

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

Az összes beton tömege $m_{consl,LVS3}$:

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

Betonacélok válogató üzembe

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

Betonacélok hulladéklerakóba:

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

További rész a szállítás figyelembevételéhez:

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

A $k_{C2,wall}$, $k_{C4,wall}$, $k_{C2,opening}$ *és a* $k_{C4,opening}$ változók értékei a **4. melléklet**ben találhatók.

4.3.2.4 **D** modul

A C modul környezeti hatásokat kiértékelő egyenletei:

D modul			
Előnyök és terhelések a rendszer határain túl	D Előnyök	Födém beton	$- m_{consl}\, val_{confl}\, k_{CHGr}$
		Acéllemezek	$- m_{tss}\, (eol_{sd} - k_{RERStHDG0})\, k_{GLO}$
		Szerkezeti beton	$- (m_{tcb} + m_{tcc})\, val_{const}\, k_{CHGr}$
		Betonacél	$- (m_{conrs} + m_{trs})\, (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$
		Acél gerendák	$- m_{tsb}\, [\, (eol_{sbc} - k_{RERStSec0})\, k_{GLO} + re_{sbc}\, (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)\,]$
		Acél oszlopok	$- m_{tsc}\, [\, (eol_{sbc} - k_{RERStHDG0})\, k_{GLO} + re_{sbc}\, (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)\,]$
		Acél szegecsek és csavarok	$- (m_{tst} + m_{tbo})\, (eol_{stbo} - k_{GLOSt0})\, k_{GLO}$
		Lemezkapcsolatok	$- m_{tpl}\, (eol_{spl} - k_{RERStPl0})\, k_{GLO}$
		Fa gerendák	$- m_{twb}\, (inc_w\, k_{Wa} + (1 - inc_w)\, k_{EOR}\, k_{EUElec} / 3.6)$
		Fa oszlopok	$- m_{twc}\, (inc_w\, k_{Wa} + (1 - inc_w)\, k_{EOR}\, k_{EUElec} / 3.6)$
		Makro komponensek	
D modul összesen			A D modul összes mennyiségének összege

9. táblázat: D modul környezeti hatások

Az LVS3 projekt keretében hozzáadott vagy módosított egyenletek a szövegben kiemelve.

A földszint hozzáadott paramétereit figyelembe véve a módosított egyenletek:

A beton összes tömege $m_{consl,LVS3}$:

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

A betonacél hatása:

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

A szállítás figyelembevételéhez hozzáadott rész:

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

A $k_{D,wall}$, $k_{D,wall}$, $k_{D,opening}$ *és a* $k_{D,opening}$ változók értékeit a **4. melléklet** mutatja.

5 Program kimenete

Az Ameco által kiszámított eredmények az Eredmények fülön jelennek meg a felhasználó által kiválasztott beállításoknak megfelelően:

- számítási lapként,
- hisztogram vagy táblázatos formában a kiválasztott hatástényezőkkel. A hisztogram elkülöníti az A, C és D modulokat valamint az A-tól C-ig és A-tól D-ig összegeket minden hatástényezőre.
- pókháló diagram A-tól C-ig és A-tól D-ig minden hatástényezőre.

A használati fázis részletes eredményei a számítási lap táblázatok rovatában jelennek meg, ezeket az 5.1 fejezetben bemutatott leírások követik. A hatások eredményei a grafikus felületen és a számítási lapon is megjelennek.

5.1 A használati fázis részletes eredményei

A használati fázis eredményeinek táblázatai a számítási lapon jelennek meg, egy a fűtés energiaigénye, egy a hűtés energiaigénye, egy a HMV termelés energiaigénye és egy összesítő táblázat, és végül egy táblázat a napenergia hőnyereség megjelenítésére. A grafikus megjelenítés a Coimbrai Egyetem által készített excel fájlon alapul, amelyet a következő fejezetekben mutatunk be.

5.1.1 A fűtés energiaigénye

A hővezetéses hőátadásnál, a pozitív elemek összege jelenik meg. Ez magában foglalja a következőket:

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

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

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

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

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

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

A szellőzéses hőátadásnál a hőnyereségek és a mennyiségek összege a következő módon számítható:

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

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

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

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

Sőt a hőátadás lebontása (hővezetéses, szellőzéses) egy oszlopdiagramon is megjelenik.

Ezen mennyiségek mellett, a fűtés havi energiaigénye és a kapcsolódó globális mennyiségek jelennek meg. A nem kondicionált területek egy négyzetméterre jutó értékei is kiszámítódnak.

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		PRIMARY	49.4	kgoe/yea	
COP: 4	1.4	kWh/m^2/		f_{conv}: 0.29	0.4	kgoe/m^2/	

2. ábra: A fűtés energiaigény számításának eredményei excel táblában

5.1.2 A hűtés energiaigénye

Mivel ugyanazon mennyiségek kerülnek kiszámításra, mint fűtési, mint hűtési módban az eredmények ugyanazon a módon jeleníthetők meg (lásd 3. ábra).

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		PRIMARY	313.1	kgoe/yea	
COP: 3	8.7	kWh/m^2/		f_{conv}: 0.29	2.5	kgoe/m^2/	

3 . ábra: A hűtés energiaigény számításának eredményei excel táblában

5.1.3 HMV energiaigénye

A használati melegvíz előállításnak csak a havi energiaigénye, valamint az éves értéke jelenik meg (4. ábra).

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

4. ábra: A HMV előállítás energiaigény számításának eredményei excel táblában

5.1.4 Összes energiaigény

Az eredmény fül egy része az összesen értékeket jeleníti meg, ezek a következőképpen számítódnak:

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

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

Az éves össz energiaigény az éves fűtési, az éves hűtési és az éves HMV előállítási energiaigény összege. A teljes szállított energia és az elsődleges energia hasonló módon számítható.

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

5. ábra: Energia összértékek megjelenítése excel táblában

5.1.5 Napenergia hőnyeresége

A falak és az üvegezés havi hőnyeresége a 6. ábra két táblázatában található.

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

6. ábra: A napenergia hőnyeresége, excel tábla

5.2 A használati fázis globális eredményei

Az Ameco célja a környezeti hatások értékelése, így a használati fázis számításának eredményeit a hatások szempontjából kell értékelni. Ennek érdekében mind a 24 hatásra a következő eljárást kell alkalmazni:

$$ModuleB_{impact} = Q_{heating,delivered} . k_{heating} + Q_{cooling,delivered} . k_{cooling} + Q_{DHW,delivered} . k_{DHW}$$

Ahol a $k_{heating}, k_{cooling}, k_{DHW}$ az energiatípustól és a hatástényezőtől függ a következő táblázatnak megfelelően:

Rövidítés	Jelentés	Elektromosság	Gáz	Folyékony	Szilárd	Biomassza	Egység
Környezeti hatások							
GWP	Globális Felmelegedési Potenciál	4.82E-01	4.84E-01	4.33E-01	2.92E-01	0	tCO2eq
ODP	Ózonlebontó potenciál	4.32E-10	7.97E-11	3.11E-11	3.02E-11	0	t_{CFCeq}
AP	Savasító potenciál	2.28E-03	1.61E-03	2.95E-03	1.34E-03	0	t_{SO2eq}
EP	Eutrofizációs potenciál	1.20E-04	7.85E-05	1.46E-04	1.70E-04	0	t_{PO4eq}
POCP	Fotokémiai ózontermelő képesség	1.34E-04	3.49E-04	4.41E-04	1.43E-04	0	$t_{Etheneeq}$
ADP-e	Abiotikus kimerülési potenciál – elemek	6.63E-08	1.18E-07	1.04E-07	5.01E-09	0	t_{Sbeq}
ADP-ff	Abiotikus kimerülési potenciál – fosszilis tüzelőanyagok	8.48E+00	5.02E+01	5.07E+01	2.79E+01	0	GJ NCV

Erőforrásfelhasználás, másodlagos anyagok, tüzelőanyagok							
RPE	A megújuló elsődleges energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként felhasznált megújuló elsődleges energiaforrások	1.41E+00	2.41E-01	8.53E-02	5.72E-02	0	GJ NCV
RER	A nyersanyagként felhasznált megújuló energiaforrások	0	0	0	0	0	GJ NCV
RPE-total	Összes felhasznált megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként felhasznált elsődleges energiaforrások)	1.41E+00	2.41E-01	8.53E-02	5.72E-02	0	GJ NCV
Non-RPE	Nem megújuló energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások	4.90E+00	5.05E+00	8.06E+00	1.28E+00	0	GJ NCV
Non-RER	A nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások használata	3.60E+00	4.52E+01	4.26E+01	2.66E+01	0	GJ NCV
Non-RPE-total	Összes felhasznált nem megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként használt elsődleges energia)	8.50E+00	5.03E+01	5.07E+01	2.79E+01	0	GJ NCV
SM	Másodlagos anyagok használata	0	0	0	0	0	t
RSF	Megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata	1.73E-04	3.37E-04	2.97E-04	1.53E-05	0	GJ NCV
Non-RSF	Nem megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata	1.82E-03	3.54E-03	3.13E-03	1.60E-04	0	GJ NCV
NFW	Összes felhasznált édesvíz	1.84E+00	3.12E-01	1.36E-01	6.88E-02	0	$10^3 m^3$

Hulladékkategóriákat leíró egyéb környezeti információk							
HWD	Ártalmatlanított veszélyes hulladék	0	0	0	0	0	t
Non-HWD	Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék	1.92E+00	3.32E-01	1.10E-01	4.94E+00	0	t
RWD	Ártalmatlanított radioaktív hulladék	1.25E-03	2.07E-04	6.31E-05	2.47E-05	0	t

Kimeneti folyamokat leíró egyéb környezeti információk							
CR	Újrafelhasználásra kerülő komponensek	0	0	0	0	0	t
MR	Újrahasznosításra kerülő anyagok	0	0	0	0	0	t
MER	Energetikai hasznosításra kerülő anyagok	0	0	0	0	0	t
EE	Exportált energia	0	0	0	0	0	t

10. táblázat: Használati fázis hatástényezők

6 Az AMECO3 használati útmutató

Az Ameco 3 lehetővé teszi bármilyen típusú híd vagy épület környezeti hatásainak kiszámítását. Épületekre a működtetéshez szükséges energia is számítható, mint például fűtés, hűtés és melegvíz termelés energiafelhasználása.

Az útmutató célja az AMECO előző verzióihoz képest az LVS³ projekt keretében történt változások, változtatások bemutatása.

Különböző modulok állnak rendelkezésre, az inputokra, valamint a paraméterek kezelésére. A modulok a munkaterületen, a Tanulmány eszköztáron választhatók ki. Egy épület összes adatának kiszámításához, a használati fázist is beleértve, a következő modulok szükségesek:

- Projekt
- Épület
- Burkolat
- Padlószint
- Tető
- Használat
- Gépészet
- Szintek
- Szerkezet
- Szállítás
- Eredmények

Ha „Csak a szerkezet” opció ki van választva akkor a következő modulok érhetők el:

- Projekt
- Épület
- Szintek
- Szerkezet
- Szállítás

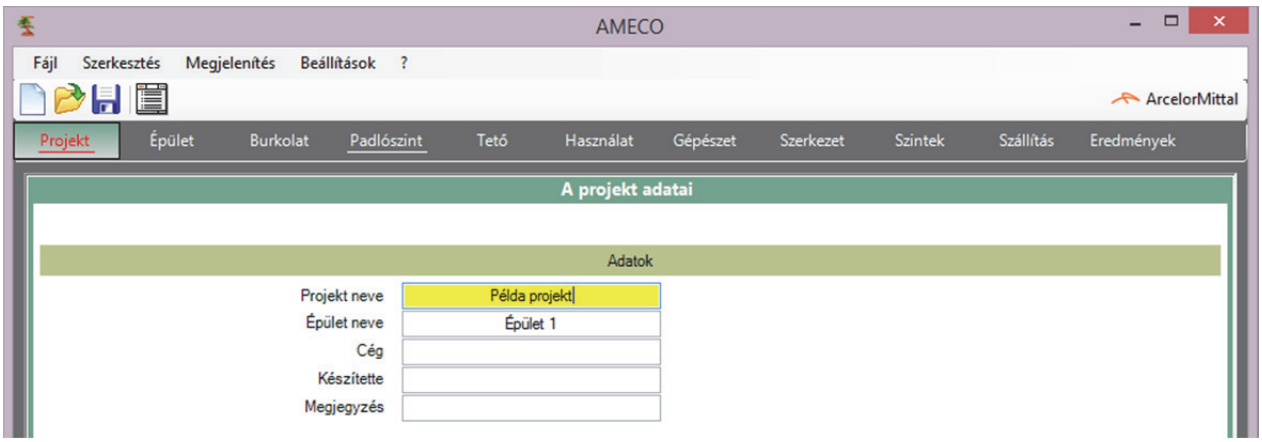
A felhasználó a számítás célját az Épület modulban állíthatja be.

6.1 Projekt

Ebben a modulban opcionális paraméterekkel definiálható a számítási projekt, későbbi egyértelmű azonosítás céljából. Ezeket a paramétereket a számítási lap is használja, de üresen hagyhatók, mivel a tényleges számításokra nincs hatásuk A következő öt paraméter adható meg:

- a projekt neve
- az épület neve
- a felelős cég neve
- a felhasználó neve
- megjegyzés.

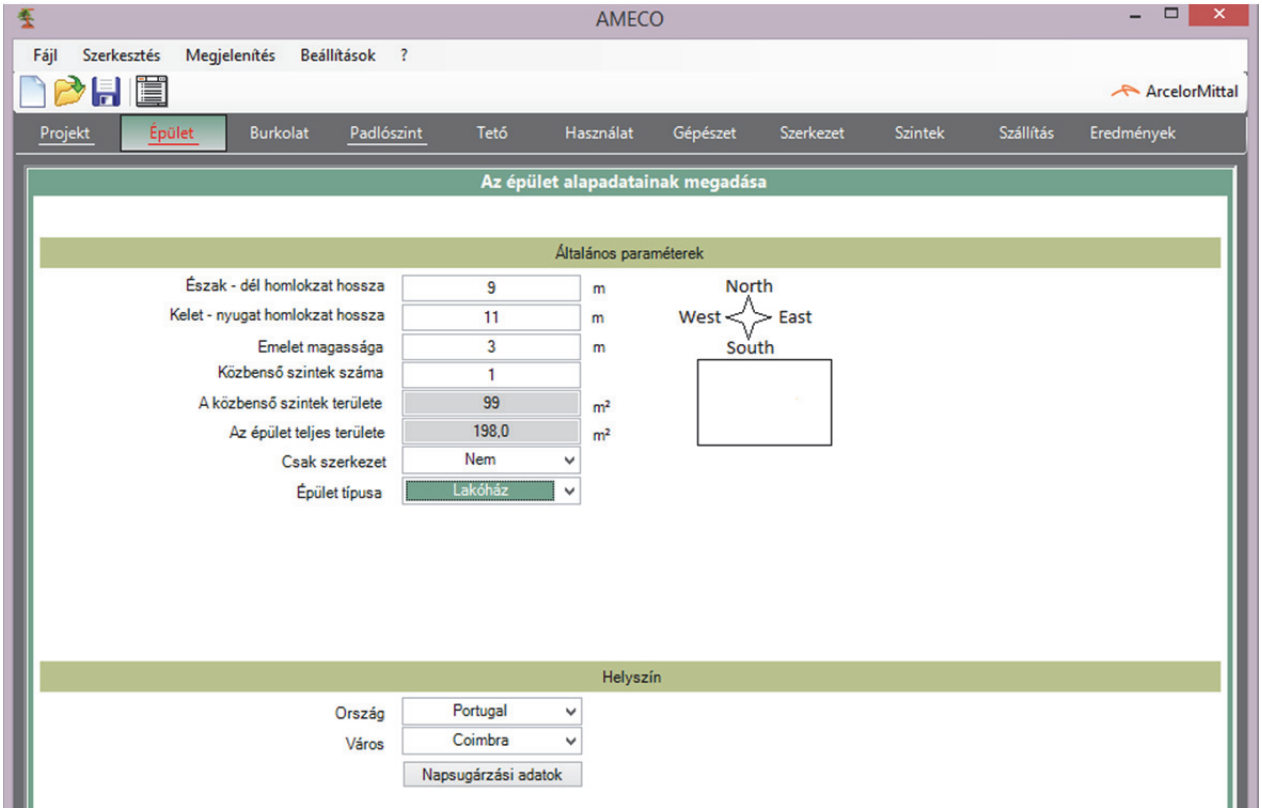
Ezen mezők üresen hagyhatók, mivel a számításokra nincs hatásuk.



7. ábra: Projekt paraméterek

6.2 Épület

6.2.1 Általános paraméterek

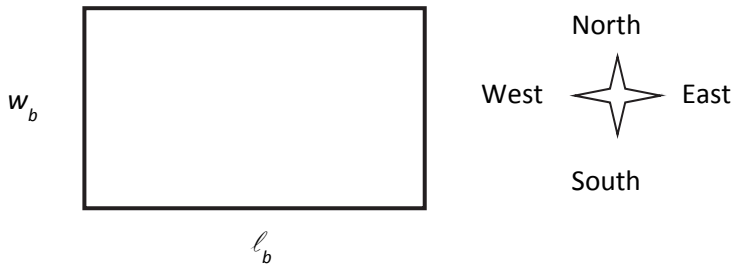


8. ábra : Épület fő jellemzői, használati fázis számítása bekapcsolva

Ebben a modulban adhatja meg a felhasználó az épület általános paramétereit:

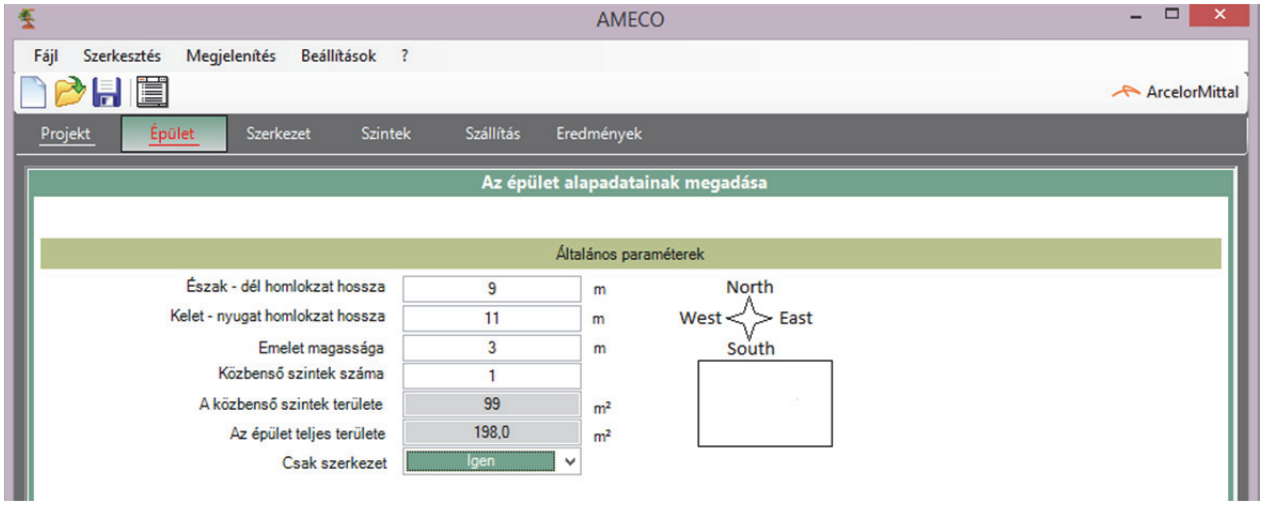
- Az észak – dél hossz l_b;
- a kelet nyugati hossz w_b;

Ezen paraméterek megadása lehetővé teszi az épület orientációjának meghatározását. Az AMECO3-ban csak téglalap alakú épület adható meg.



9. ábra: Épület alakja

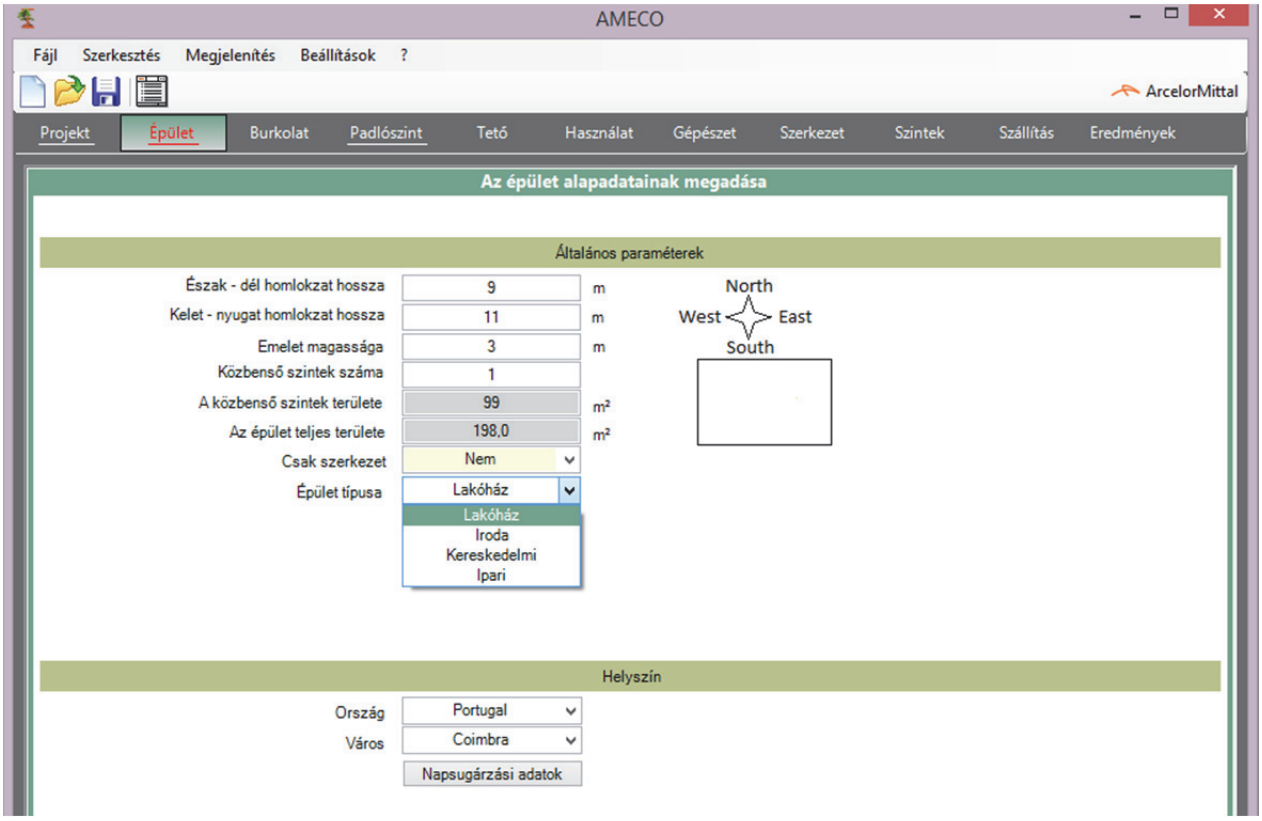
- egy szint magassága;
- szintek száma n;
- a köztes szintek összes területe, a fenti paraméterekből számítható. A számítás az $a_{def,floors} = n\ \ell_b\ w_b$ összefüggésen alapul, feltételezi, hogy a szintek területe azonos. Ez az érték nem tartalmazza a földszint területét;
- az épület teljes területe, N+1 szint területe;
- A számítás célja: "Csak szerkezet".
  Ez az opció a felhasználó által „Igen"-re állítható, ekkor az energiafogyasztási számítások nem kerülnek elvégzésre. Ebben az esetben a környezeti hatásokat az épület szerkezetének felépítésére használt anyagok adják, mint például elsődleges gerendák, oszlopok, köztes szintek szerkezete, valamint ezek szállítási hatásai lesznek figyelembe véve a számításokban.



10. ábra: Épület fő jellemzői, használati fázis számítása kikapcsolva

Ha a felhasználó „Nem"-et választ kiegészítő modulok jelennek meg ahol az épület működéséhez szükséges energiaszámításokhoz kapcsolódó paraméterek adhatók meg. Az első ilyen mező az épület típusa;

- Az épület típusa egy legördülő menüből választható, a következő lehetőségek adottak:
  - Lakóház
  - Irodaépület
  - Kereskedelmi épület
  - Ipari épület;



11. ábra: Épülettípus kiválasztása

Az épület típusának csak a használati fázis számításaira van hatása. Valójában, az épület felhasználóinak van hatása az épület energiafogyasztására. Például a világítási rendszerek extra hőt generálnak az irodaépületekben, amely emelheti a hűtési igényt.

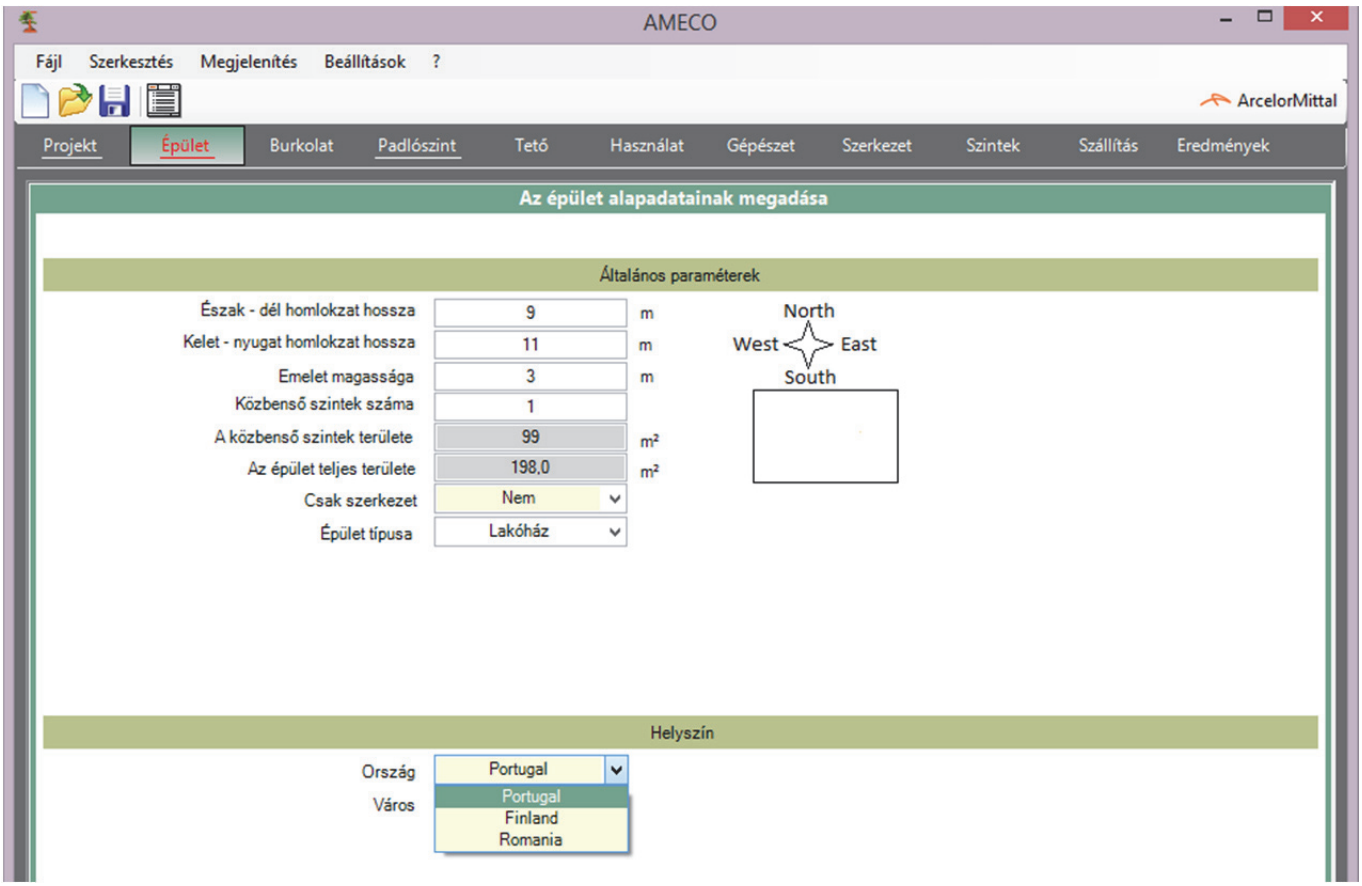
Minden épülettípushoz specifikus használati forgatókönyv lett definiálva, amely megadja a használati paramétereket, megvilágítást, a különféle zónák funkcióit, amelyek a teljes terület százalékában lettek megadva. A használati forgatókönyvek részletes leírása a tervezési segédlet következő fejezeteiben található.

6.2.2 Helyszín

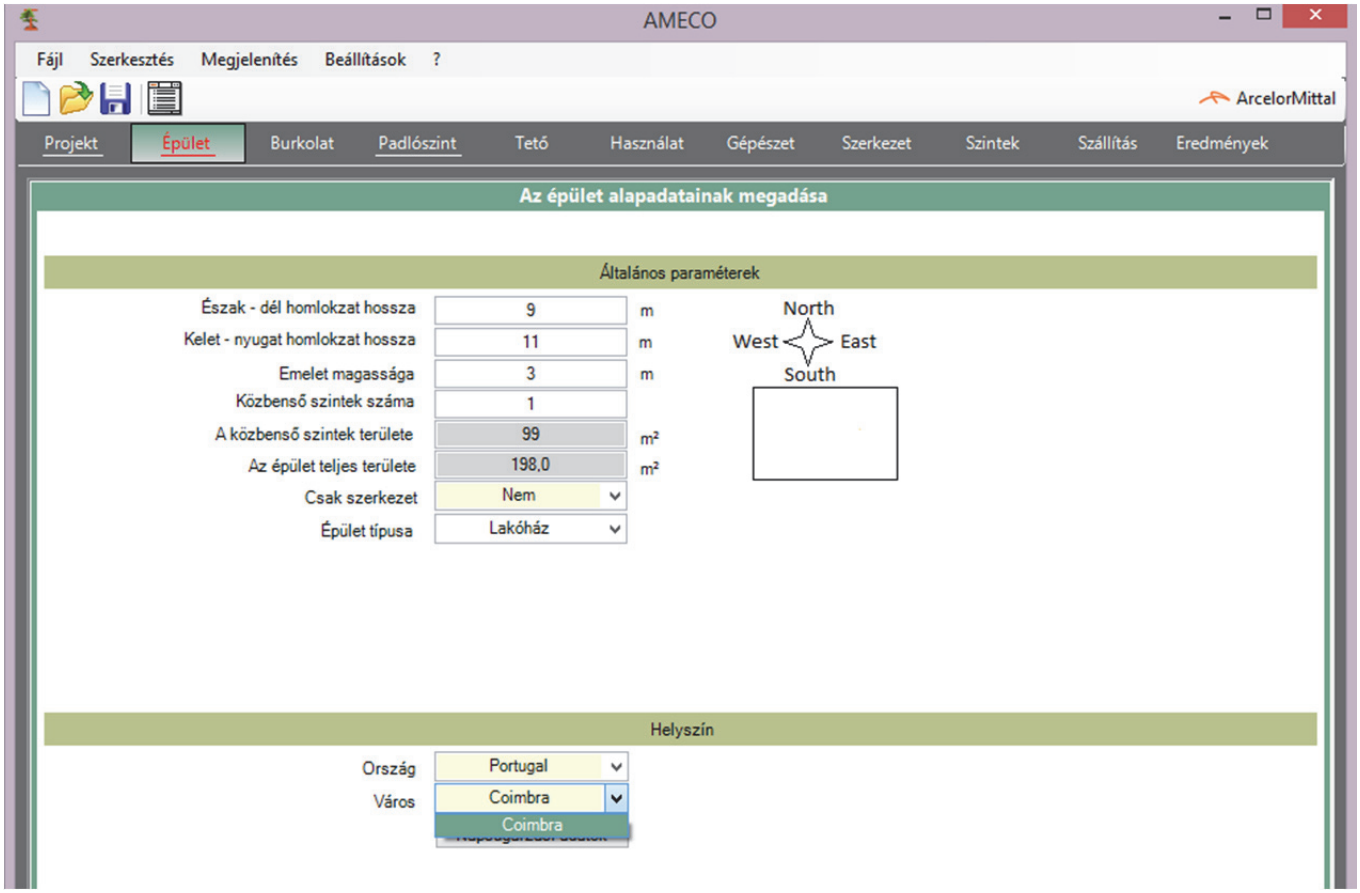
A modul alsó részében az épület helye adható meg, a kiválasztható paraméterek:
- ország;
- város;

23 ország és 48 város adható meg az AMECO3:

Ország	Város
Ausztria	Bécs, Grác
Fehéroroszország	Minszk
Belgium	Brüsszel
Csehország	Prága
Anglia	London
Finnország	Helsinki, Tampere
Franciaország	Nantes, Párizs, Montpellier, Marseille, Nizza
Németország	Berlin, München, Hamburg
Görögország	Thessaloniki, Athén
Olaszország	Milánó, Róma, Sanremo, Genova
Hollandia	Amszterdam
Norvégia	Oslo
Magyarország	Budapest
Lengyelország	Varsó
Portugália	Lisszabon, Portó, Coimbra
Románia	Bukarest, Temesvár
Oroszország	Moszkva, Arhangleszk
Szlovákia	Pozsony
Szlovénia	Ljubljana
Spanyolország	Madrid, Barcelona, Sevilla, La Coruna, Salamanca, Vigo, Bilbao
Svédország	Stockholm, Kiruna, Ostersund
Svájc	Zürich
Törökország	Isztambul, Ankara
Ukrajna	Kijev

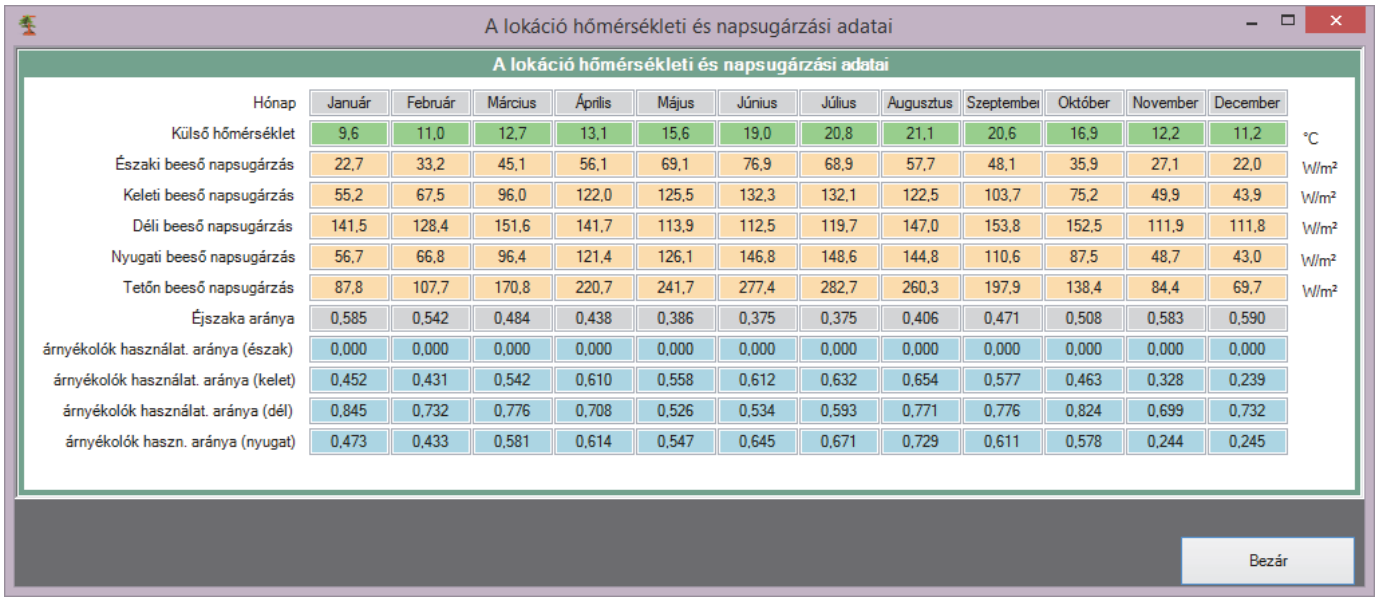


12. ábra : Ország kiválasztása



13. ábra: Város kiválasztása

A megjelenítés gombra kattintva a felhasználó a kiválasztott város éghajlati adatait látja, ahogy a következő ábra mutatja:



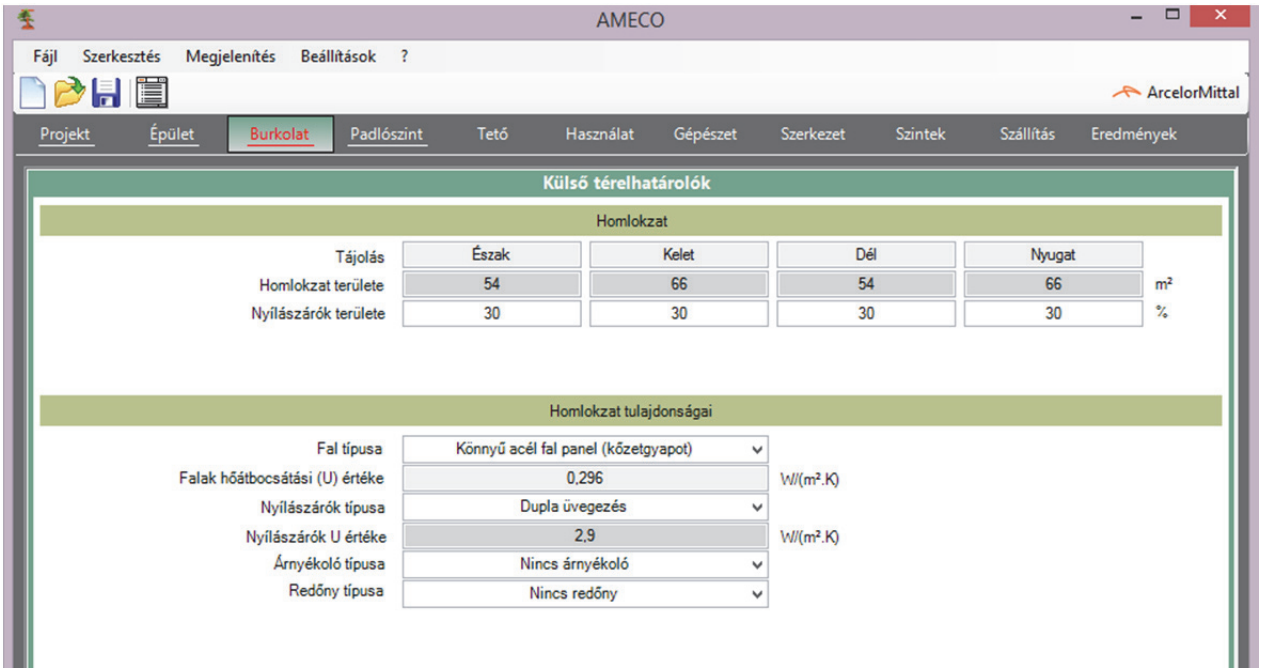
Hónap	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október	November	December	
Külső hőmérséklet	9,6	11,0	12,7	13,1	15,6	19,0	20,8	21,1	20,6	16,9	12,2	11,2	°C
Északi beeső napsugárzás	22,7	33,2	45,1	56,1	69,1	76,9	68,9	57,7	48,1	35,9	27,1	22,0	W/m²
Keleti beeső napsugárzás	55,2	67,5	96,0	122,0	125,5	132,3	132,1	122,5	103,7	75,2	49,9	43,9	W/m²
Déli beeső napsugárzás	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
Nyugati beeső napsugárzás	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
Tetőn beeső napsugárzás	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
Éjszaka aránya	0,585	0,542	0,484	0,438	0,386	0,375	0,375	0,406	0,471	0,508	0,583	0,590	
árnyékolók használat. aránya (észak)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
árnyékolók használat. aránya (kelet)	0,452	0,431	0,542	0,610	0,558	0,612	0,632	0,654	0,577	0,463	0,328	0,239	
árnyékolók használat. aránya (dél)	0,845	0,732	0,776	0,708	0,526	0,534	0,593	0,771	0,776	0,824	0,699	0,732	
árnyékolók haszn. aránya (nyugat)	0,473	0,433	0,581	0,614	0,547	0,645	0,671	0,729	0,611	0,578	0,244	0,245	

14. ábra: Kiválasztott lokáció meteorológiai adatai

6.2.3 Burkolat

A burkolat modul felső részében állíthatja be a felhasználó a homlokzat paramétereit:

- A falak területe automatikusan számítódik minden irányra. A terület a megfelelő hosszok szorzata a magassággal, szorozva a szintek száma +1 -el;
- A nyílászárók területe a teljes homlokzat százalékában adható meg az egyes orientációkra.



Tájolás	Észak	Kelet	Dél	Nyugat	
Homlokzat területe	54	66	54	66	m²
Nyílászárók területe	30	30	30	30	%

Fal típusa	Könnyű acél fal panel (kőzetgyapot)	
Falak hőátbocsátási (U) értéke	0,296	W/(m².K)
Nyílászárók típusa	Dupla üvegezés	
Nyílászárók U értéke	2,9	W/(m².K)
Árnyékoló típusa	Nincs árnyékoló	
Redőny típusa	Nincs redőny	

15. ábra: Burkolat paraméterei

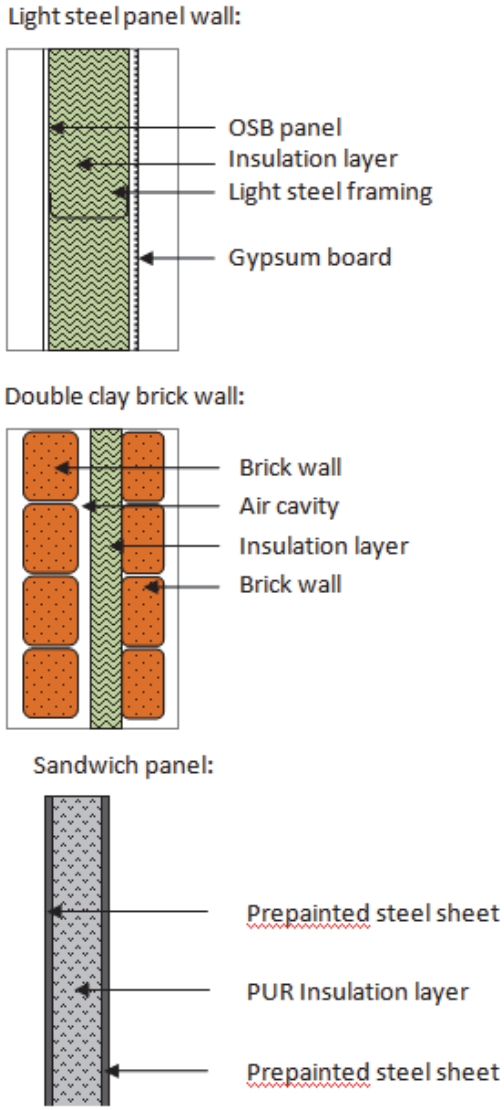
A burkolat modul alsó részében a következő homlokzati paraméterek kerülnek definiálásra:

- A fal típusa, amelyből a homlokzat áll.
  Három fő faltípus definiált az AMECO 3-ban:
  - Könnyű acél fal panel;
  - Dupla téglafal;
  - Szendvics panel.

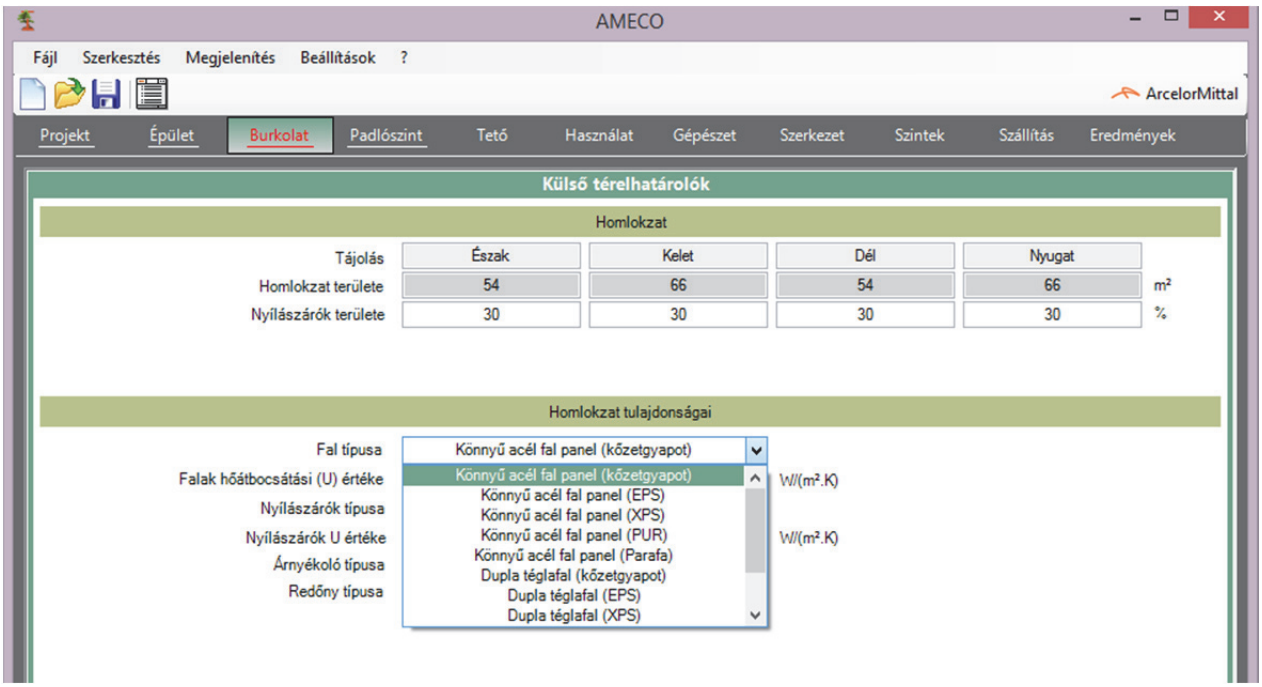
Könnyű acél fal panel és a dupla téglafal különböző szigeteléstípusokkal definiált:
- Kőzetgyapot;
- EPS (expandált polisztirol);
- XPS (extrudált polisztirol);
- PUR (poliuretán).

A szendvics panelek poliuretán alapúak különböző vastagsággal: 80mm és 200 mm.

A faltípusokat a következő ábrák mutatják:



16. ábra: A fal komponensek sematikus ábrái

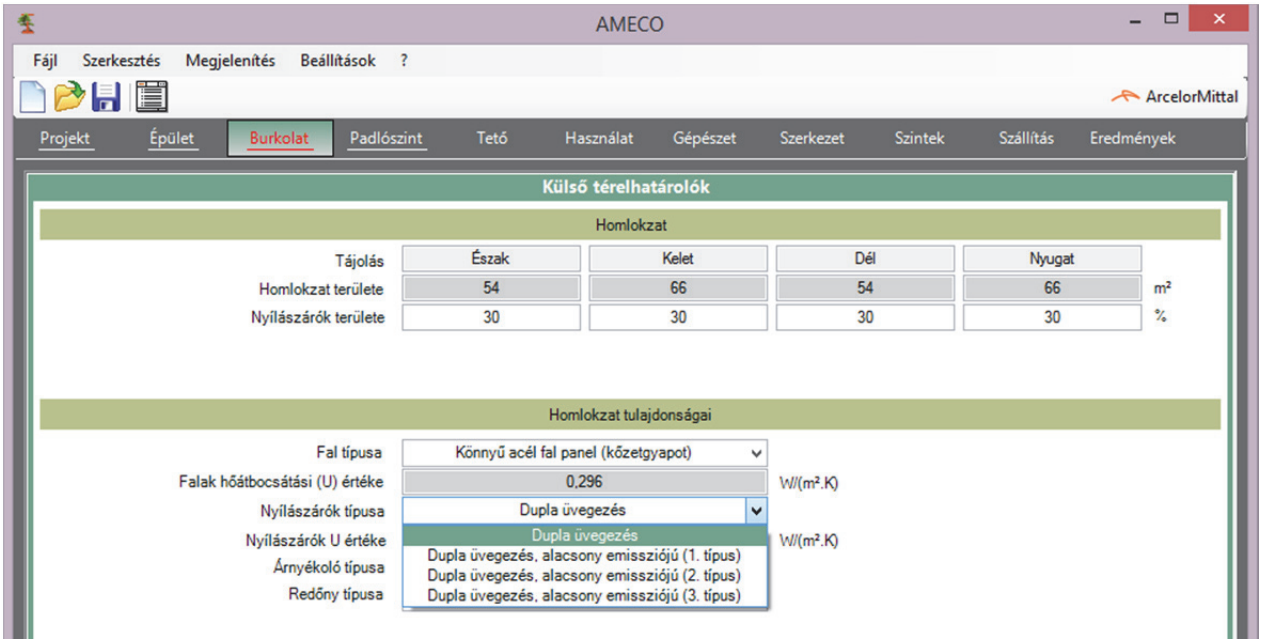


17. **ábra**: Fal típus kiválasztása

Az egyes falkonfigurációk környezeti hatásai a műszaki háttér dokumentációban megtalálhatók.

- Az U-érték, vagy más néven hőátbocsátási tényező, a kiválasztott típusnak megfelelően jelenik meg.
  A faltípusok U értékei a belső hőhidaknak figyelembevételével kerülnek be a számításokba.

- A nyílászáró típusok, különféle U értékekkel, mint:
  - Dupla üvegezés
  - Dupla üvegezés alacsony emissziójú (1. típus)
  - Dupla üvegezés alacsony emissziójú (2. típus)
  - Dupla üvegezés alacsony emissziójú (3. típus)

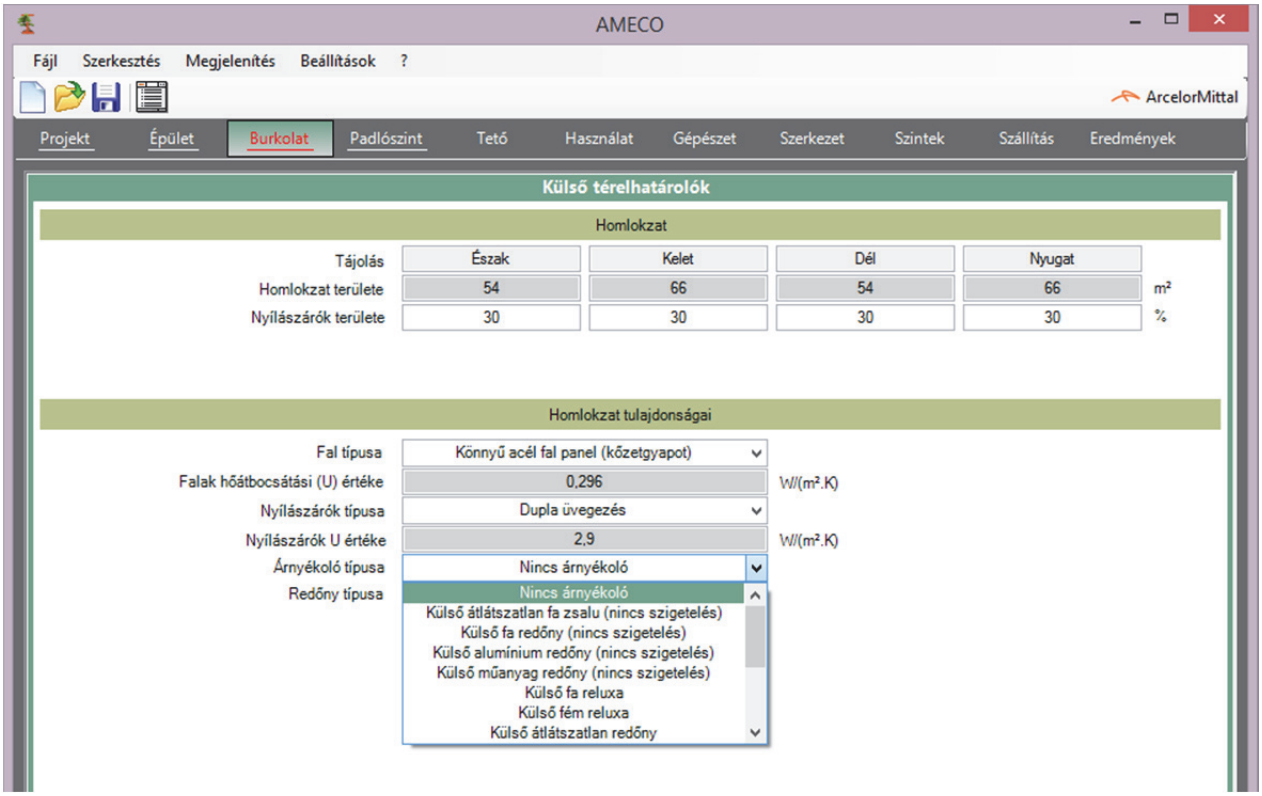


18. ábra : Nyílászárók típusának kiválasztása

- A kiválasztott ablak U-értéke;

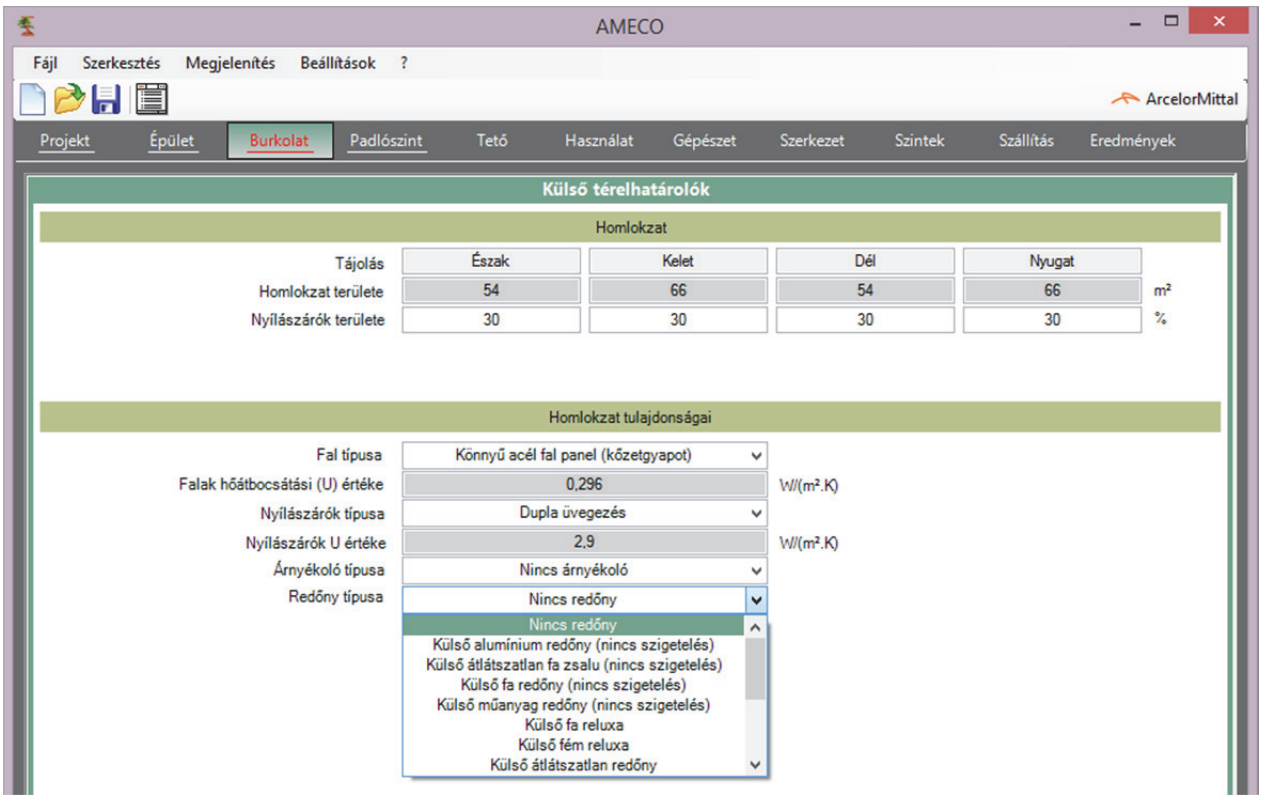
- Az árnyékoló típusa, úgymint:

    - Nincs árnyékoló
    - Külső átlátszatlan fa zsalu (nincs szigetelés)
    - Külső fa redőny (nincs szigetelés)
    - Külső alumínium redőny (nincs szigetelés)
    - Külső műanyag redőny (nincs szigetelés)
    - Külső fa reluxa
    - Külső fém reluxa
    - Külső átlátszatlan redőny



19. ábra : Árnyékoló típusának kiválasztása

- A redőny típusa, ami a következő listából választható ki:
    - Nincs árnyékoló
    - Külső átlátszatlan fa zsalu (nincs szigetelés)
    - Külső fa redőny (nincs szigetelés)
    - Külső alumínium redőny (nincs szigetelés)
    - Külső műanyag redőny (nincs szigetelés)
    - Külső fa reluxa
    - Külső fém reluxa
    - Külső átlátszatlan redőny



20. ábra : Redőny típusának kiválasztása

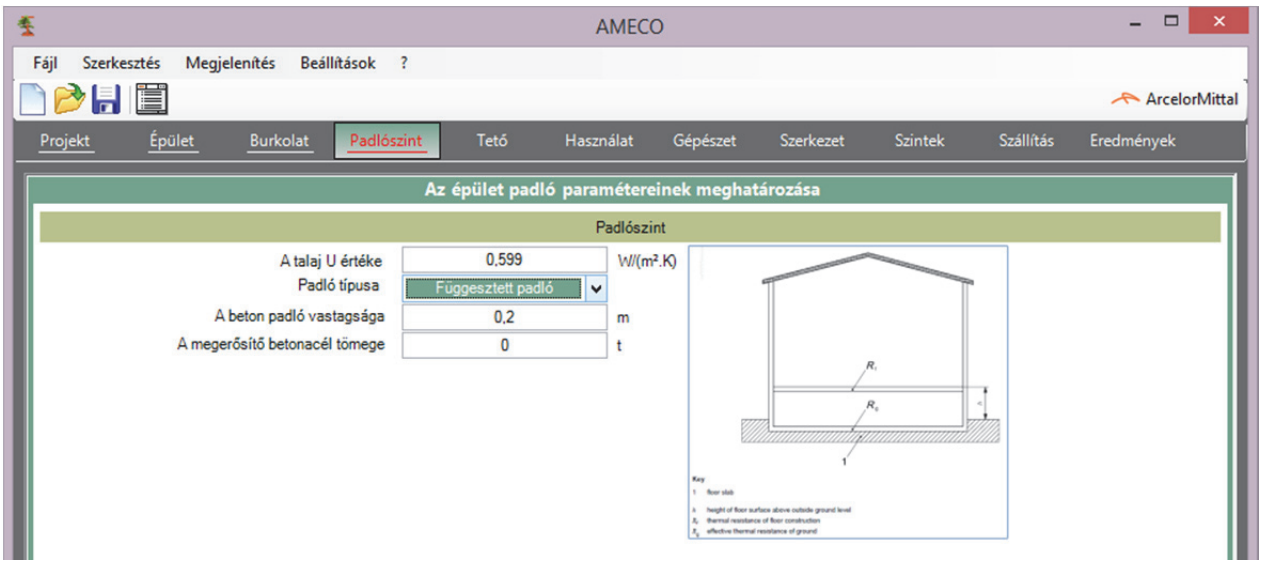
6.2.4 Padlószint

Ebben a modulban a padlószint tulajdonságait definiálhatjuk:

- a padló U-értéke, a szigetelés minőségétől függően;
- padló típusa, amely a következők közül választható ki:
  - födém a földön
  - pinceszint

A padló típusa hatással van az épület termális viselkedésére, paraméterei alapértelmezett értékekkel vannak feltöltve a kezelőfelület egyszerűsítésének érdekében. Az alapértelmezett értékek a műszaki háttér dokumentációban kerültek leírásra.

- az padló vastagsága méterben és a
- betonacélok összes tömege.



21. ábra : Padló definiálása

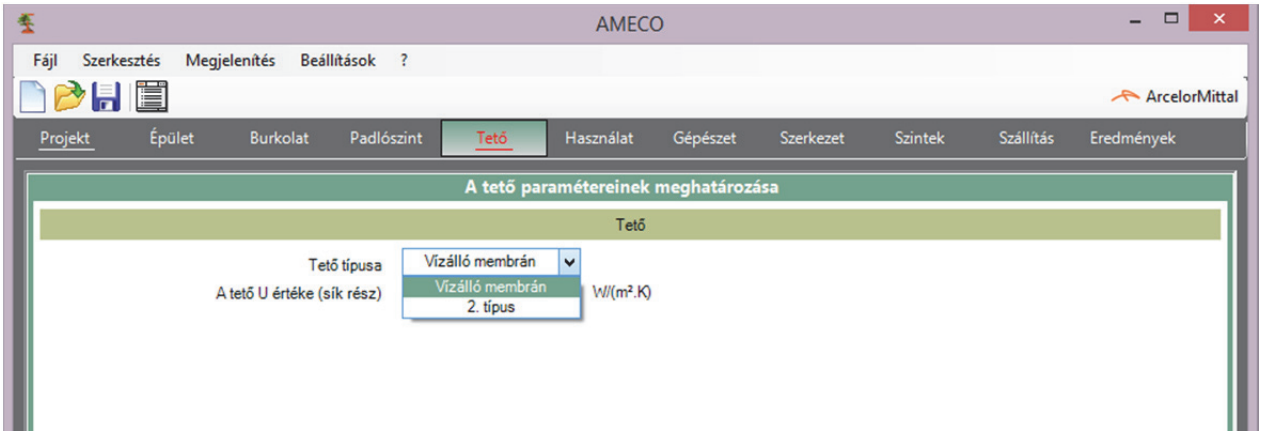
6.2.5 Tető

Ebben a modulban a tető komponenseket definiálhatjuk:

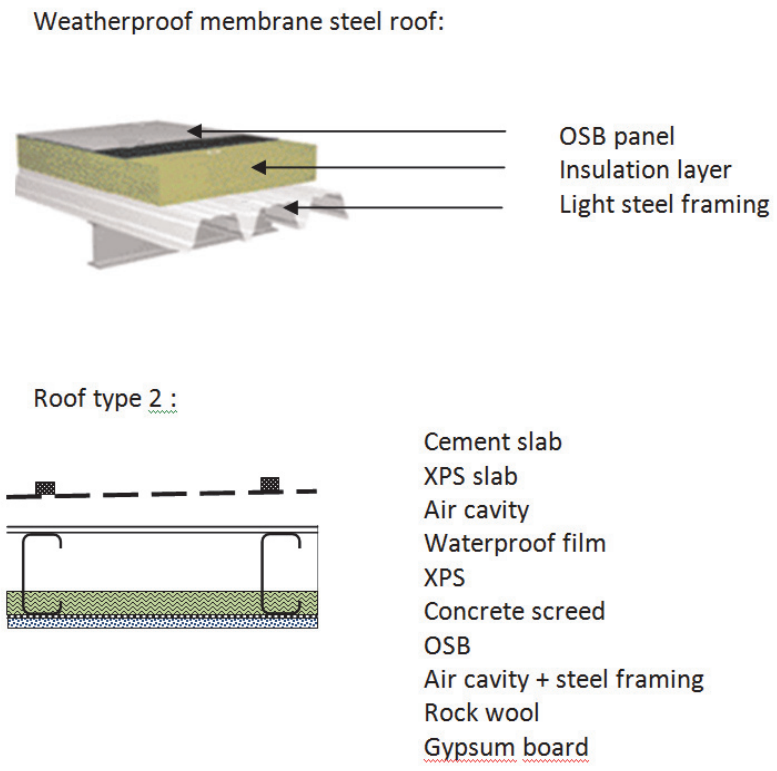
- A tető típusa;
- A megfelelő U érték jelenik meg.

Két tetőtípus elérhető:

- Vízálló membrán acél tető
- Tetőtípus 2



22. ábra: Tető komponens kiválasztása

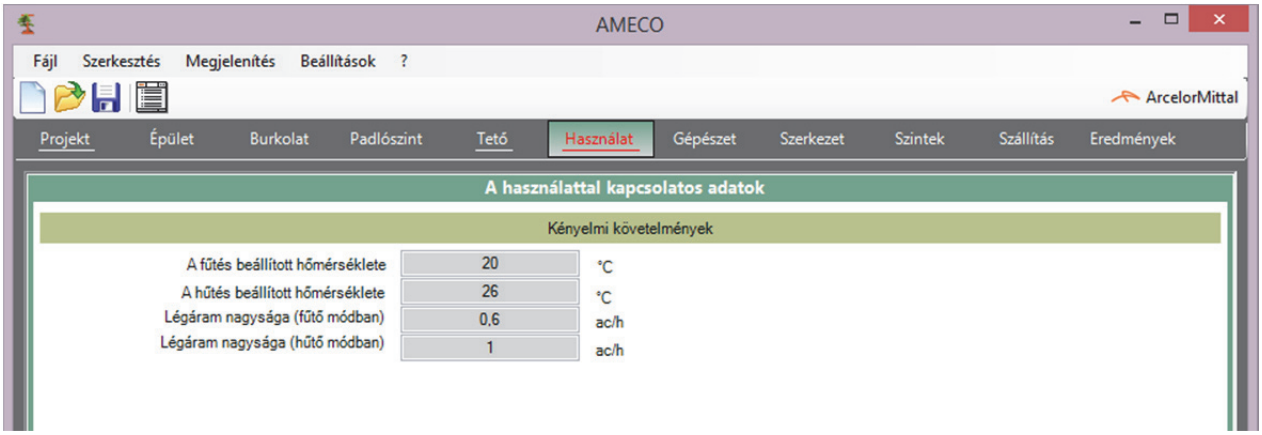


23. ábra: Tető típusok sematikus ábrája az AMECO3-ban

6.2.6 Használat

Ennek a modulnak a célja a számításokban használt beltéri feltételek meghatározása:

- Fűtési határhőmérséklet, amely hőmérséklet alatt a fűtés aktiválódik;
- Hűtési határhőmérséklet, amely felett a hűtés aktiválódik;
- Légáram nagysága, légcserék száma óránként, fűtési módban;
- Légáram nagysága hűtési módban;



24. ábra: Lakóház használati paramétereihez kapcsolódó értékek

Ezen paraméterek fix értékek az Épület modulban kiválasztott épület típustól függenek.

6.2.7 Épületgépészeti rendszerek

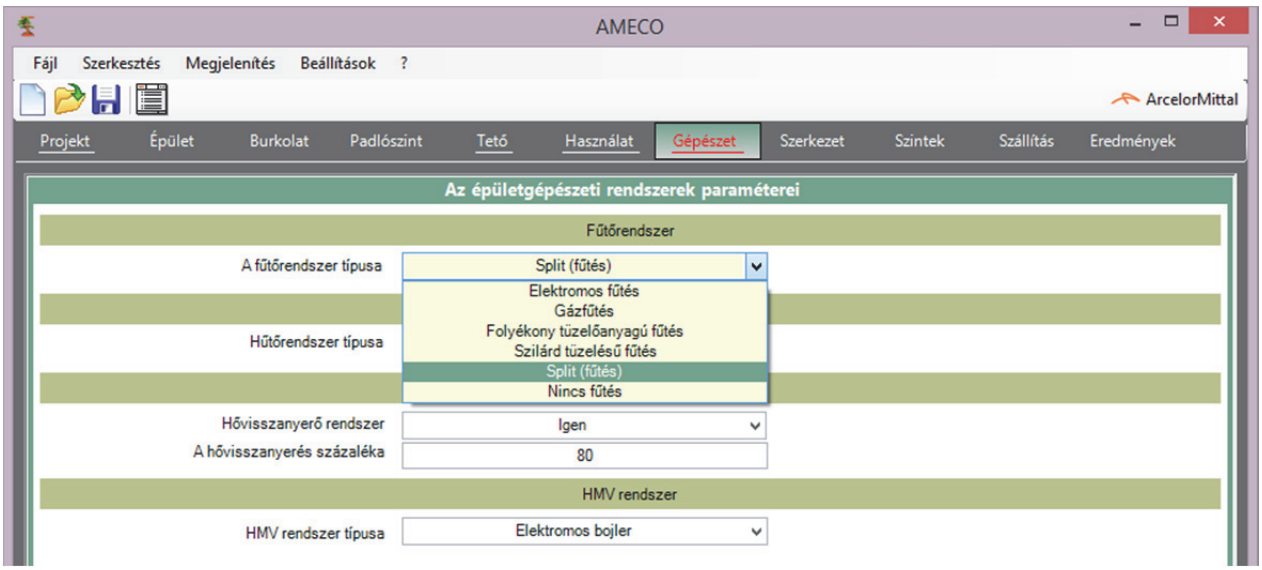
Ez a modul az aktív energetikai rendszerek paramétereit definiálja:

- Fűtőrendszer típusa, a következő típusok közül választható:
  - Elektromos fűtés
  - Gázüzemű fűtés
  - Folyékony tüzelőanyagú fűtés
  - Szilárd tüzelőanyagú fűtés
  - Split fűtés
  - Nincs fűtés

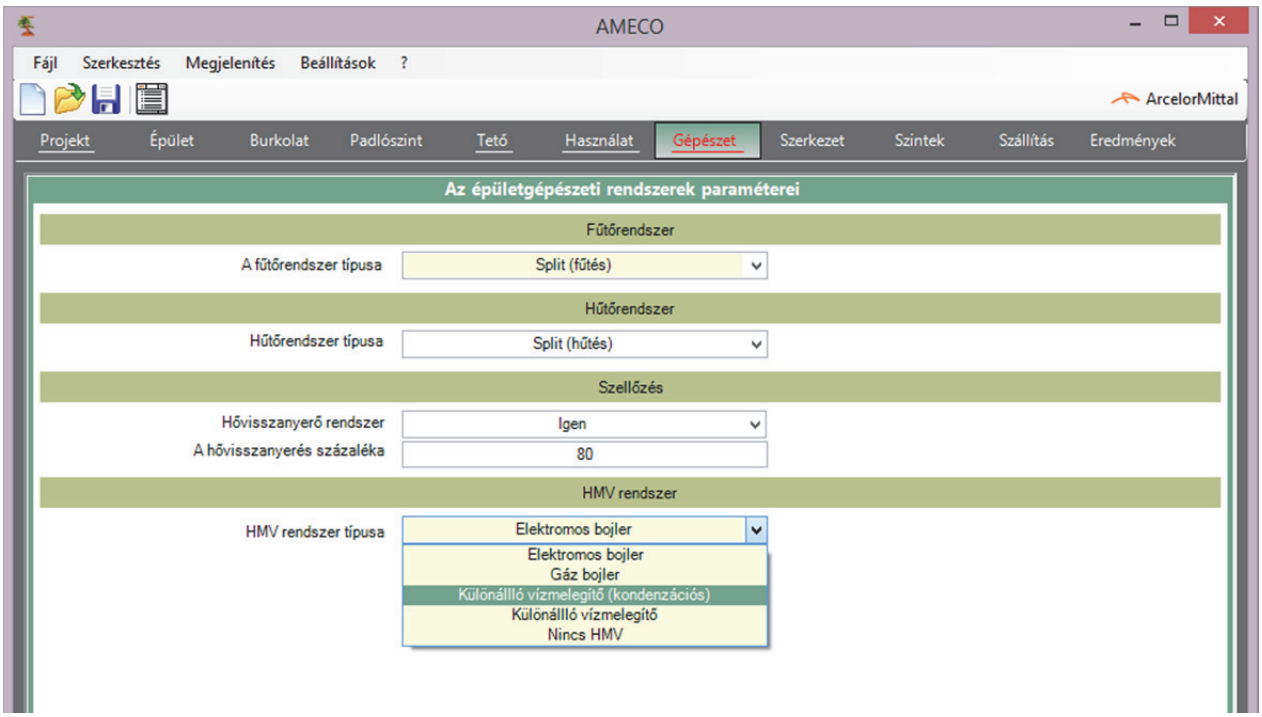
- A hűtőrendszer típusa, amely:
  - Split hűtés
  - Hűtőgép (kompressziós ciklusú)
  - Hűtőgép (abszorpciós ciklusú)
  - Nincs hűtés

- Hővisszanyerő rendszer. Ez a paraméter a kettős áramú szellőzéssel felszerelt épületeknél kell megadni százalékos értékben. Természetes szellőzésnél nincs hővisszanyerő rendszer az épületben.

- HMV (használati melegvíz) rendszer típusa:
  - Elektromos bojler
  - Gázbojler
  - Különálló vízmelegítő (kondenzációs)
  - Különálló vízmelegítő
  - Nincs HMV



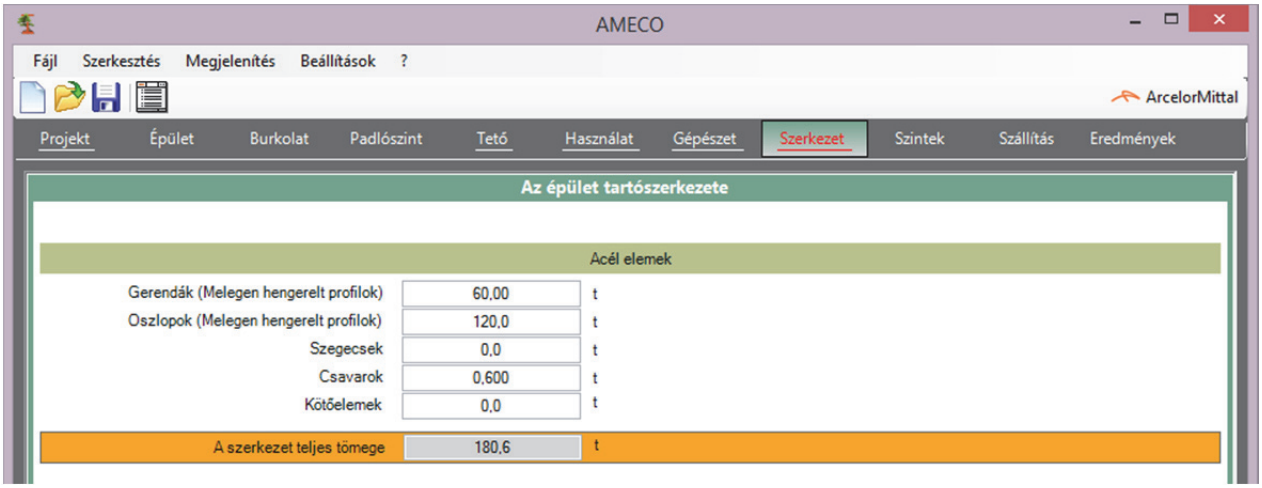
25. ábra: Fűtési rendszer kiválasztása



26. ábra: A használati melegvíz rendszer típusának kiválasztása

6.2.8 Szerkezet

Ebben a modulban az épület szerkezetének acél elemeit kell megadni tonnában.



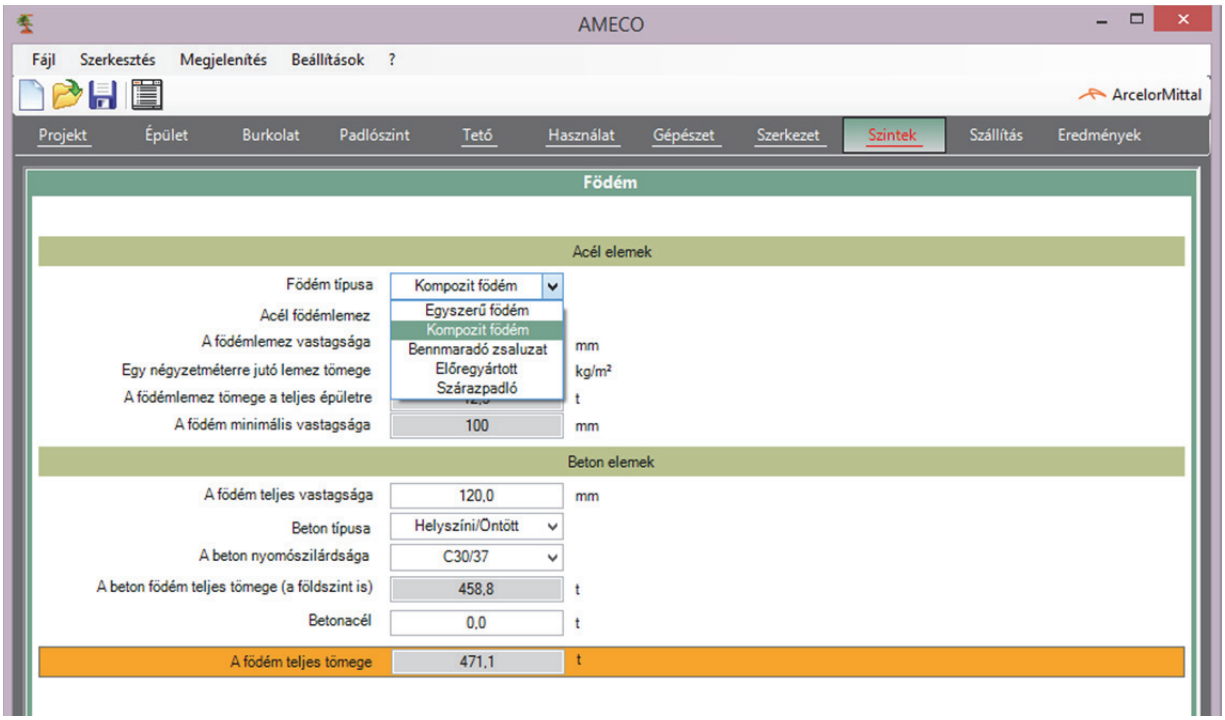
27. ábra: A különböző acél szerkezeti elemek tömege

Acél elemek

- acél gerendák összes tömege;
- acél oszlopok összes tömege;
- szegecsek összes tömege;
- csavarok összes tömege;
- acél elemek összes tömege (lemezek, szögek);

6.2.9 Szintek

Ebben a modulban a köztes szintek paramétereit adhatjuk meg.



28. ábra: Köztes szintek födémeinek paramétereinek meghatározása, amennyiben van ilyen.

A kiválasztott padló típusától függően a felhasználónak meg kell adnia az acél és/vagy beton elemek tulajdonságait.

Acél elemek

- a födém típusa, a következő listából választható:
  - egyszerű födém,
  - kompozit födém,
  - bennmaradó zsaluzat,
  - előregyártott és
  - szárazpadló.

Ezek í típusok, kivéve az elsőket specifikus acéllemezek használatán alapulnak.

- a födémhez használt acéllemezek (ha nem egyszerű födém), az acéllemez adatbázisból választhatók a födém típusától függően.
- az acéllemezek vastagsága (ha nem egyszerű födém), az acéllemez adatbázisból választható a kiválasztott acéllemez típusától függően.
- ha nem egyszerű födém, a kiválasztott acéllemezek sűrűsége alapján kijelzésre kerül az épületben felhasznált acéllemezek teljes tömege.

Beton elemek

- a födémek betonjának cementtartalma
- az alapértelmezett beton sűrűség automatikusan számítódik a cementtartalomból
- a födémek betonjának a sűrűsége alapértelmezett értéken hagyható, vagy a felhasználó által definiálható.
- a födémek vastagsága (beleértve az acéllemezeket is)
- ebből az értékből, a betonsűrűség és a szintek területének felhasználásával a szintek betonjának teljes tömege számítható és megjeleníthető.
- a födémek betonacéljának össztömegét is meg kell adni.

Ha az épületnek nincsenek köztes szintjei a felhasználó a következő modulra léphet.

6.2.10 Szállítás

Ebben a modulban az elemek szállításának paraméterei adhatók meg.

Acél elemek szállítása

A felhasználó választhat az átlagos Európai értékek felhasználása vagy saját értékek megadása között. Az első esetben az alapértelmezett értékek, részletesen a műszaki háttér dokumentációban, kerülnek be a számításokba. A második esetben a felhasználónak meg kell adnia a következő adatokat:

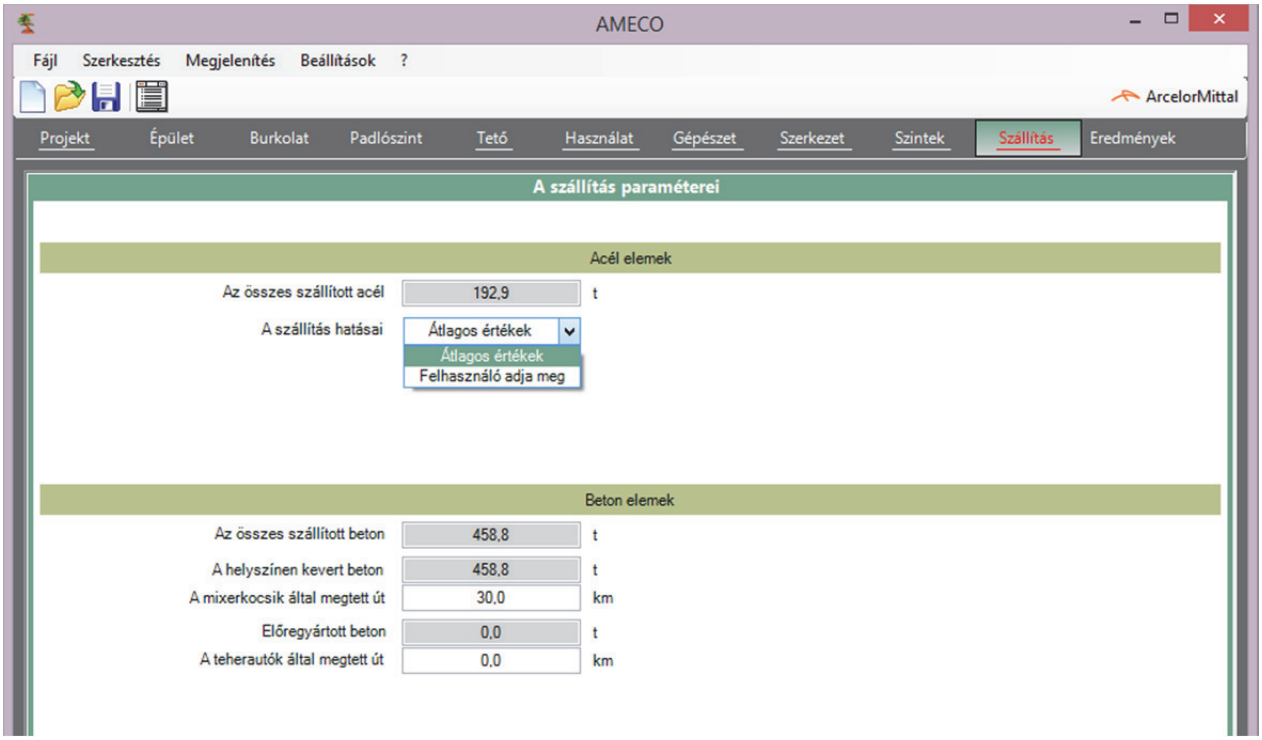
- a villamos vasúton szállított acél össztömege;
- a villamos vonatok által megtett út (egyirányú, a gyárból az építés helyére);
- a teherautók által szállított acél össztömege
- a teherautók által megtett út (egyirányú, a gyárból az építés helyére);
- a vasúton és közúton szállított acél tömegének összege adja az összes szállított tömeget, az minden acél elemet tartalmaz: gerendák, oszlopok, csavarok, egyéb acél elemek, acéllemezek és betonacélok.

Beton elemek

A beton szállításának két módja lehetséges: egyrészt a betont a helyszínen állítják elő, ilyenkor a folyékony betont mixerkocsikkal szállítják, vagy az előregyártott elemeket teherautókkal szállítják a helyszínre. A következő paraméterek megadása szükséges a szállítási számításokhoz:

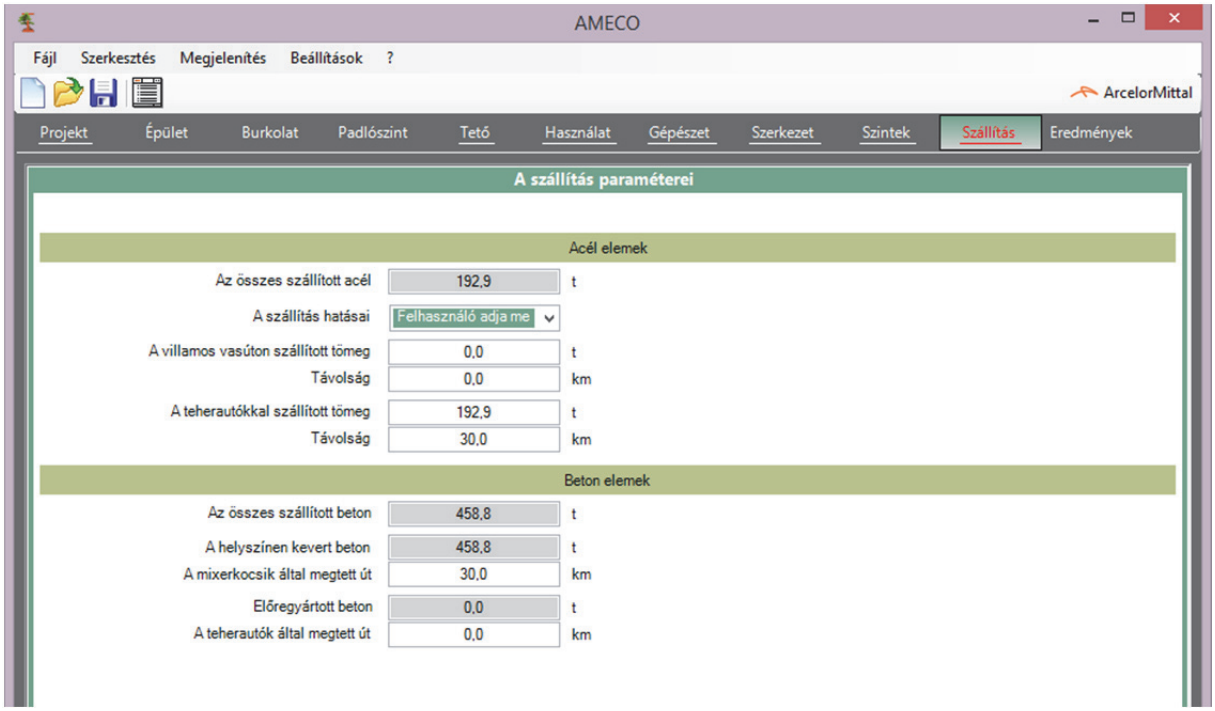
- a helyszínen gyártott, mixerkocsikon szállított beton tömege;
- a mixerkocsik által megtett út (egyirányú, a gyártás helyétől az építés helyére);
- az előregyártott beton tömege, teherautókon szállítva;
- a teherautók által megtett út (egyirányú, a gyártás helyétől az építés helyére);
- természetesen az épületben felhasznált beton összes tömegét ezek tömegének az összege adja (szintek és szerkezet).

Az átlagértékek a műszaki háttér dokumentációban kerülnek bemutatásra.



29. ábra: Alapértelmezett módban a szállításhoz kapcsolódó paraméterek

Ha a „felhasználó által definiált” van kiválasztva a következő paramétereket kell megadni:



30. ábra: A szállításhoz kapcsolódó, felhasználó által definiálandó paraméterek

6.2.11 Eredmények

Az eredmények kiszámítására akkor kerül sor, mikor a felhasználó az „Eredmények” gomba kattint.

A számítások eredménye a számítási lapon láthatók, vagy az Eredmények modulban a felhasználói felületen is megtekinthetők. Ebben az esetben az alábbiakban leírt táblázatok és diagramok elérhetők.

6.2.11.1 Oszlopdiagramok

Minden indikátorra egy specifikus oszlopdiagram rajzolható ki:

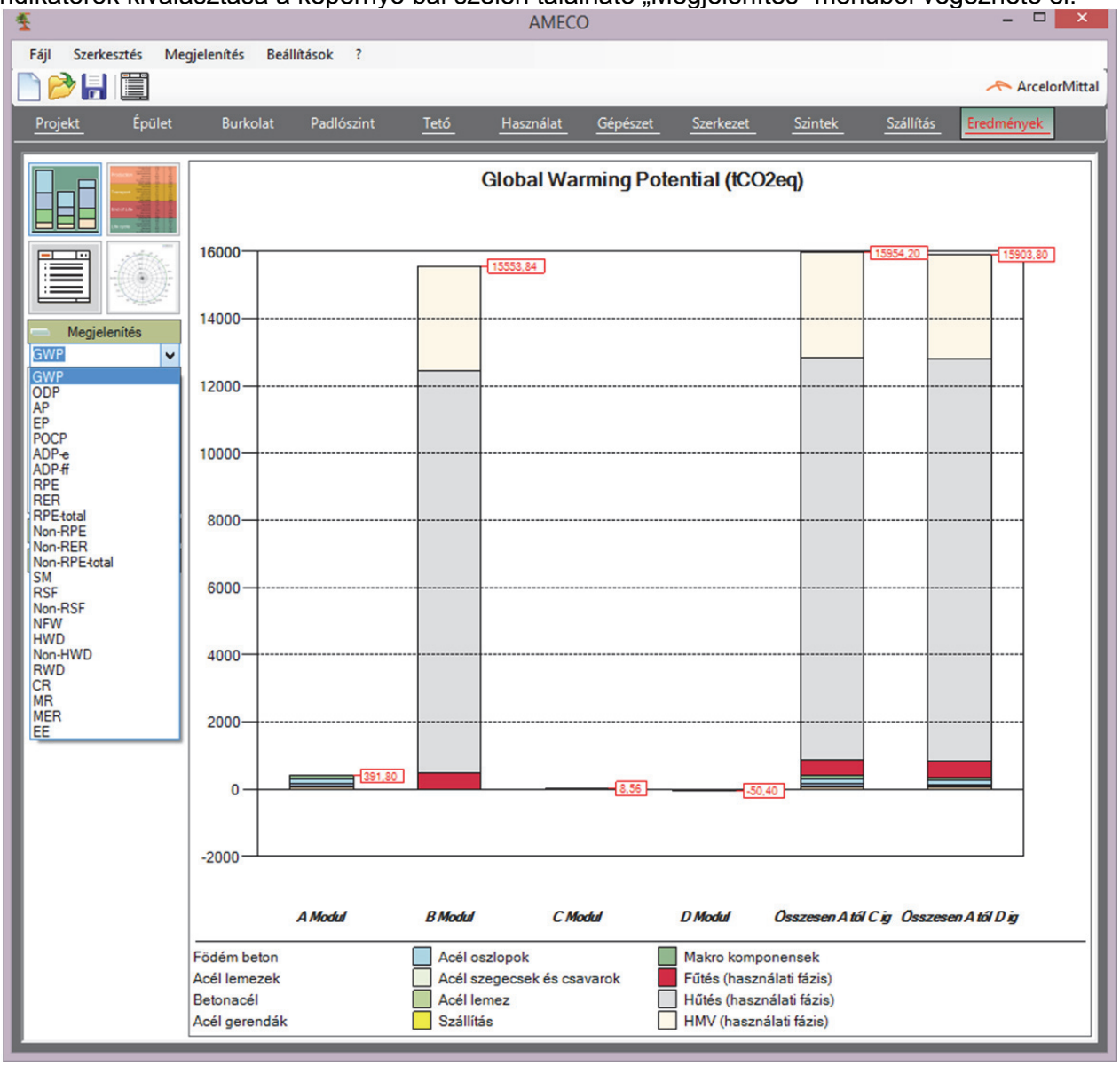
- Környezeti hatásokat leíró indikátorok (EN15978)
  - Globális felmelegedési potenciál, GWP (kg CO_2 egyenérték)
  - Sztratoszférikus ózonréteg lebontó potenciál, ODP (kg CFC 11 egyenérték)
  - Víz és föld savasító potenciál; AP (kg SO_2- egyenérték)
  - Eutrofizációs potenciál, EP (kg $(PO_4)_3$- egyenérték)
  - Troposzferikus ózon fotokémiai oxidáns képző potenciál, POCP (kg Ethene egyenérték)
  - Abiotikus forráskimerülési potenciál elemekre, ADP_elements (kg Sb egyenérték)
  - Abiotikus forráskimerülési potenciál fosszilis energiahordozókra, ADP_fossil fuels (MJ)

- Erőforrásfelhasználást leíró indikátorok (EN15978)
  - A megújuló elsődleges energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként felhasznált megújuló elsődleges energiaforrások, (MJ, nettó fűtőérték)
  - A nyersanyagként felhasznált megújuló energiaforrások (MJ, nettó fűtőérték)
  - Nem megújuló energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások (MJ, nettó fűtőérték)
  - A nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások használata (MJ, nettó fűtőérték)
  - Másodlagos anyagok használata (kg)
  - Megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata (MJ)
  - Nem megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata (MJ)
  - Összes felhasznált édesvíz (m^3)

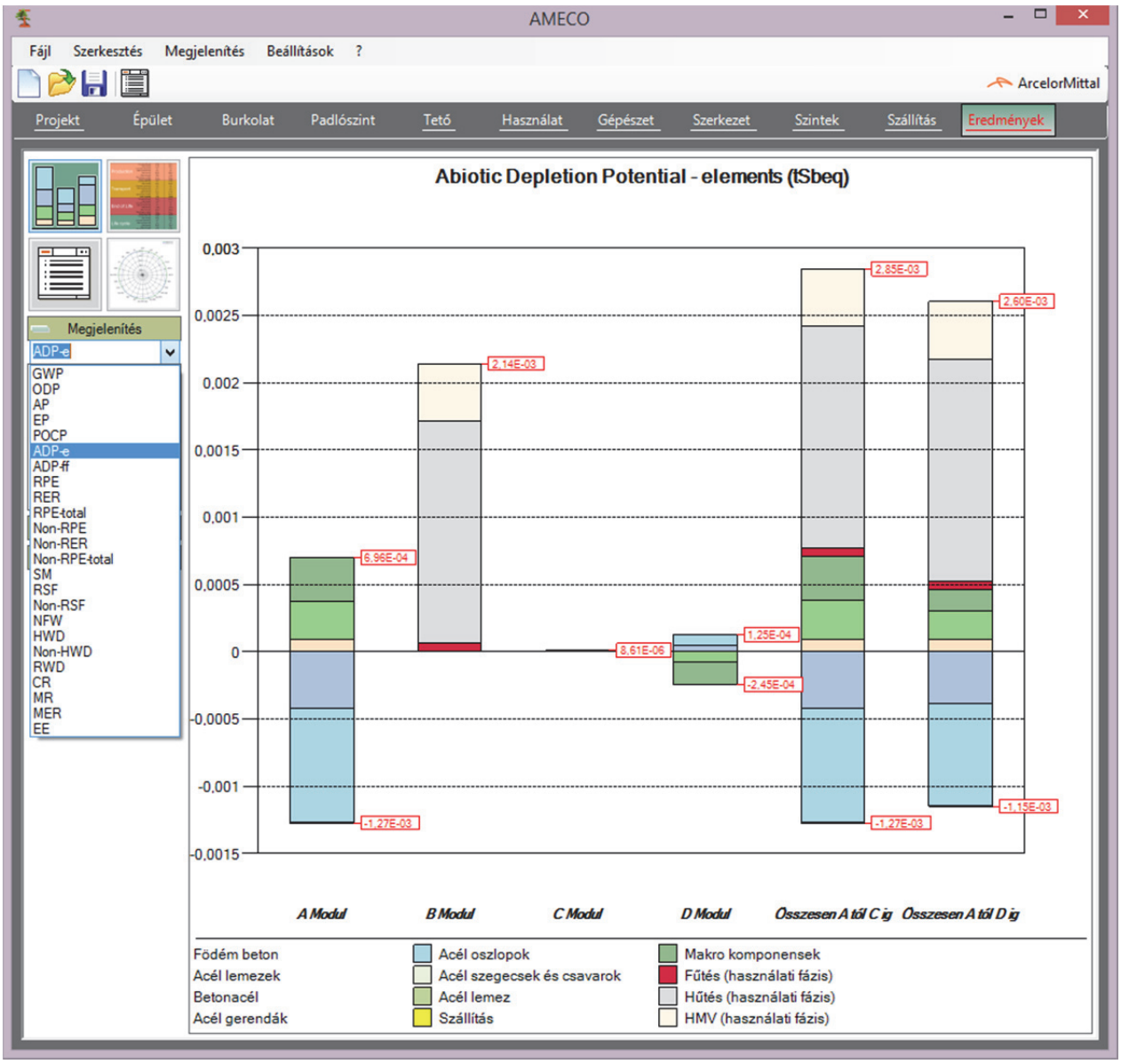
- Hulladékkategóriákat leíró indikátorok (EN15978)
  - Ártalmatlanított veszélyes hulladék (kg)
  - Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék (kg)
  - Ártalmatlanított radioaktív hulladék (kg)

- A rendszert elhagyó kimeneti anyagokat leíró indikátorok (EN15978)
  - Újrafelhasználásra kerülő komponensek (kg)
  - Újrahasznosításra kerülő anyagok (kg)
  - Energetikai hasznosításra kerülő anyagok (nem hulladékégetés) (kg)
  - Exportált energia (MJ minden energiahordozóra)

Az indikátorok kiválasztása a képernyő bal szélén található „Megjelenítés” menüből végezhető el:



31. ábra: A GWP indikátor kiválasztása és megjelenített oszlopdiagramja



32. ábra: Az Abiotikus forráskimerülési potenciál indikátor kiválasztása és megjelenített oszlopdiagramja

Az eredmények az épület teljes életciklusára megjelennek, minden modulra:

- A Modul: Termék és gyártási fázis
- B Modul: Használati fázis
- C Modul: Élettartam vége fázis
- D Modul: Előnyök és terhelések a rendszer határain túl
- A modultól C-ig (A, B és C modulok összege)
- A modultól D-ig: Az épület globális életciklusa (az előző 4 modul összege)

Minden modulban a környezeti hatások a következő elemekre lesznek megadva (ha a szerkezetben adottak):

Szerkezeti elemek:
- Szintek betonja
- Szerkezeti beton
- Acéllemezek
- Betonacélok
- Acél gerendák
- Acél oszlopok
- Acél szegecsek és csavarok
- Acéllemezek

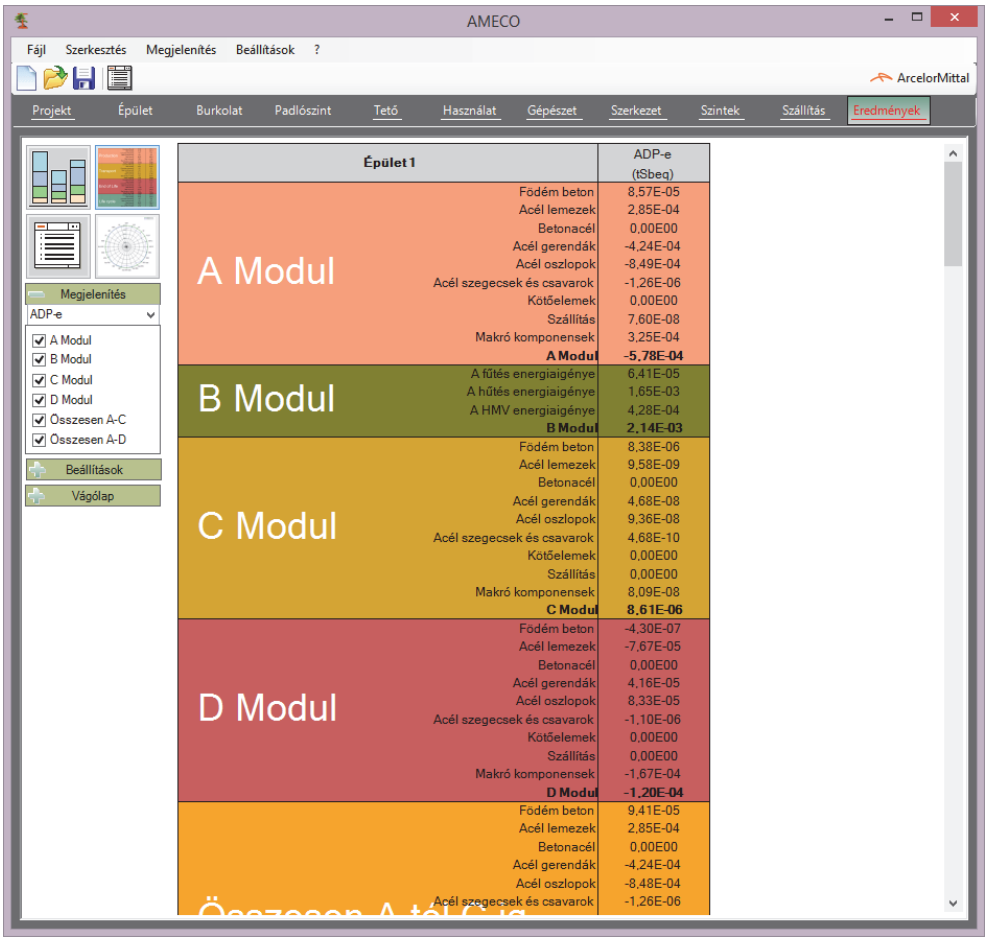
Burkolati komponensek:
- Makro komponensek

Szállítás minden komponensre:
- Szállítás

Használati fázis
- Fűtés
- Hűtés
- HMV

6.2.11.2 táblázatok

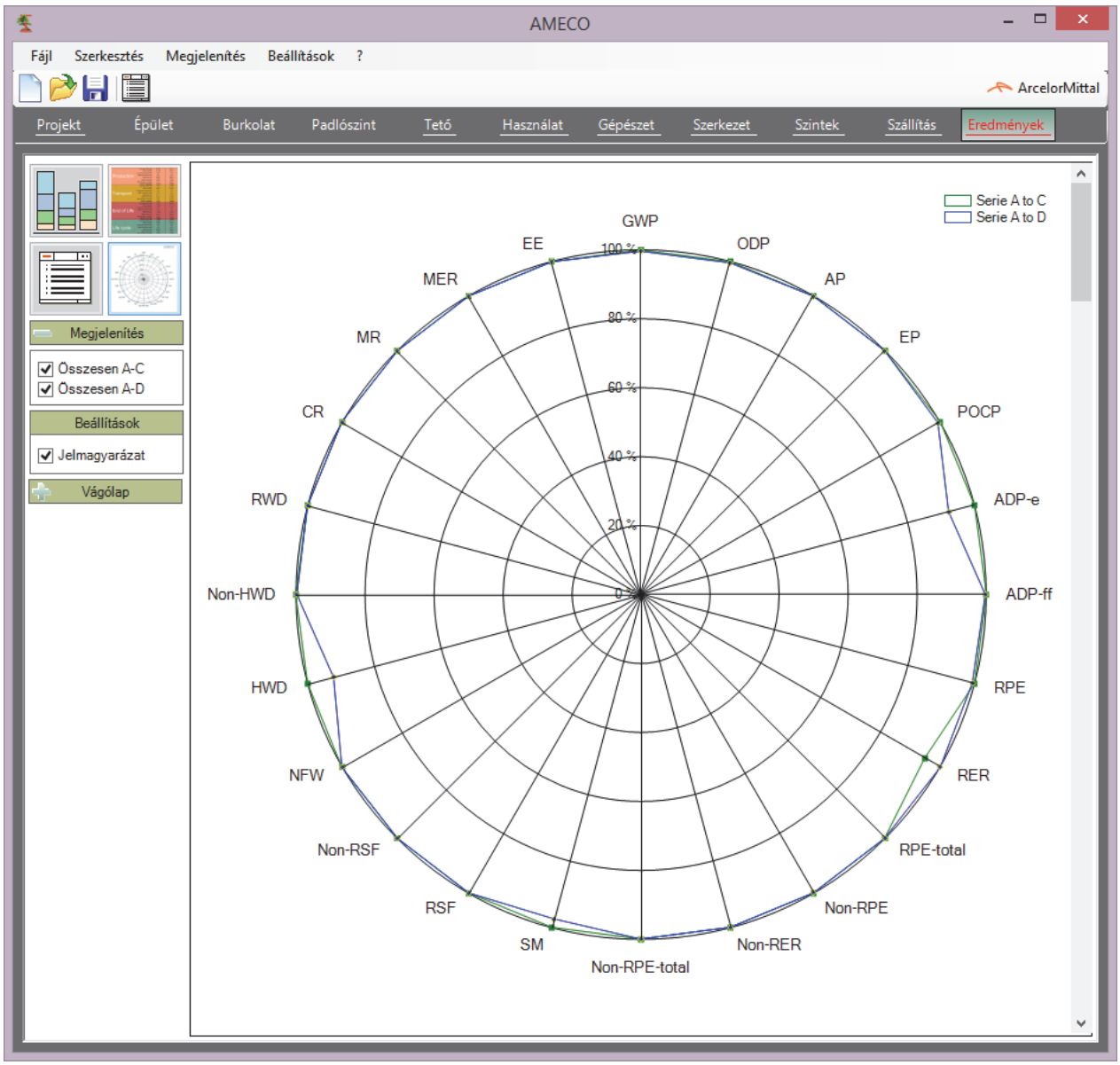
A környezeti hatások táblázatos formában is megjeleníthetők minden fázisra, az oszlopdiagramnál használt elemekre.



33 . ábra: A kiválasztott indikátor eredményei táblázatos formában

6.2.11.3 Pókháló diagram

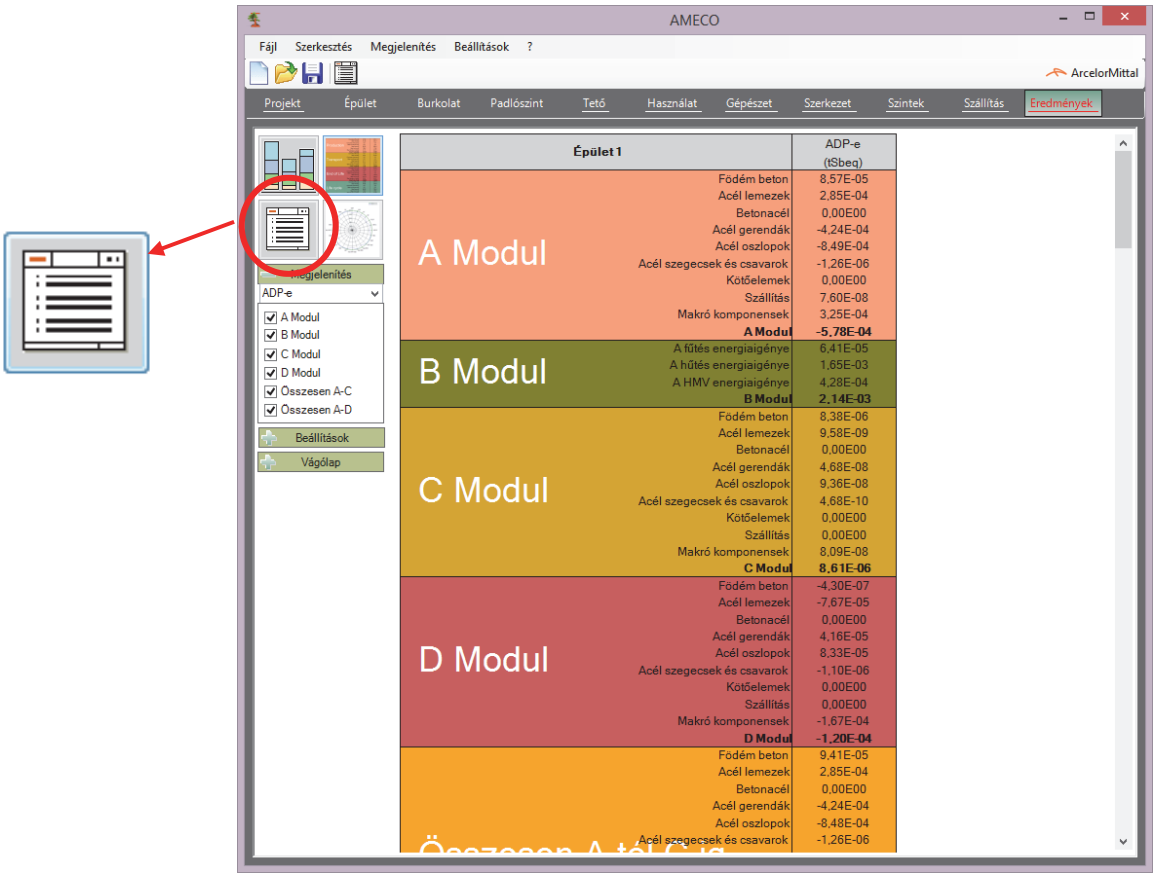
A felhasználó az eredményeket úgynevezett pókháló diagramon is megjelenítheti összegezve a modulokat A-tól C-ig és A-tól D-ig az összes indikátorra.



34. ábra: Pókháló diagram

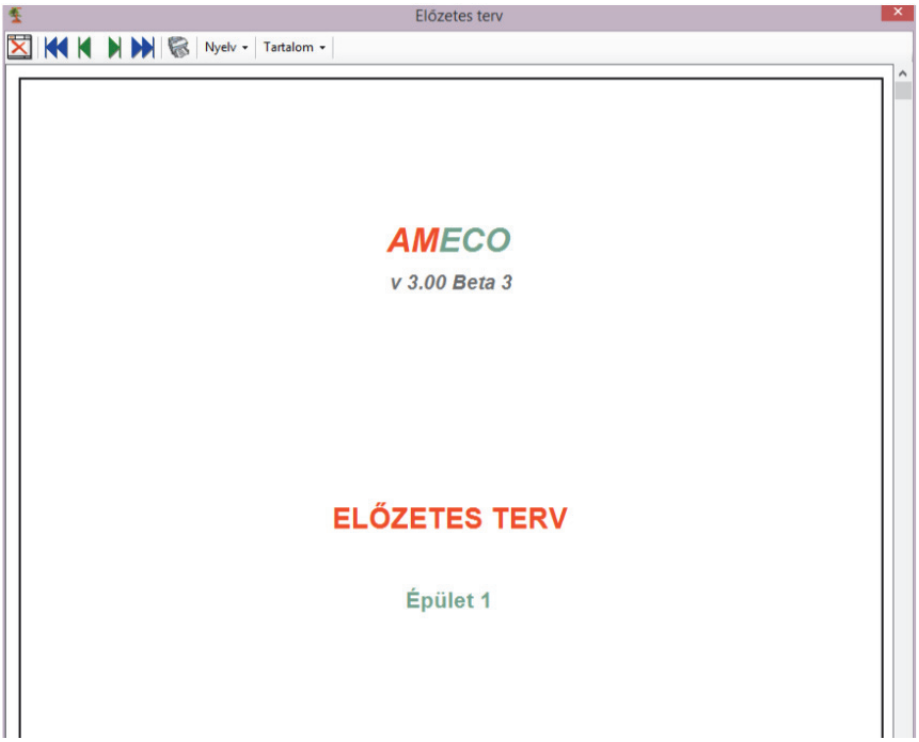
6.2.11.4 Számítási lap

A számítási lap vagy más néven előzetes terv is generálható az ikonjára kattintással:



35. ábra: Számítási lap generálása

Ez egy nyomtatható jelentés, amely az összes inputot és outputot megjeleníti az épületről.



36. ábra: Előzetes terv

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

37. ábra: Az előzetes tervben az indikátorok eredményei táblázatos formában is megjelennek

A használati fázis részletes eredményei az előzetes tervben.

Előzetes terv

Nyelv Tartalom

AMECO
v 3.00 Beta 3

Épület 1

Használati fázis fűtés

Fűtéshez használt energia					
Transzmissziós hőátadás					
Falak	Üvegezés	Külső padló	Tető	Talaj	Összesen
kWh/év	kWh/év	kWh/év	kWh/év	kWh/év	kWh/év
10020,8	42075,7	0,0	15353,3	2831,4	69769,2
Hőátadás ventillációval			Hőnyereség		
Ventilláció			Üvegezett	Átlátszatlan	Belső
kWh/év			kWh/év	kWh/év	kWh/év
4181,9			129768,6	6876,7	85138,6

Fűtés energiaigénye												
Qh,nd	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SZEP	OKT	NOV	DEC
kWh	1312,8	912,7	43,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	511,4	1089,5
kWh/m$_t$	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6

Energiaellátási üzemzavarok		
Fűtés épületre összesen		
Energiaigény	3869,6	kWh/év
	2,1	kWh/m$_t$/év
Szállított energia	967,4	kWh/év
COP : 4	0,5	kWh/m$_t$/év
Elsődleges	280,5	kgoe/év
fconv : 0,29	0,2	kgoe/m$_t$/év

37/40 Hungarian Részletes adatlap

38. ábra: A használati fázis energiafogyasztásához kapcsolódó táblázat

7 Esettanulmányok

7.1 Irodaépület

7.1.1 Bevezetés

A cél egy irodaház környezeti hatásszámításának bemutatása és különféle szerkezeti változatok összehasonlítása az Ameco3-ban.

Háromféle szerkezet analízisét mutatjuk be:

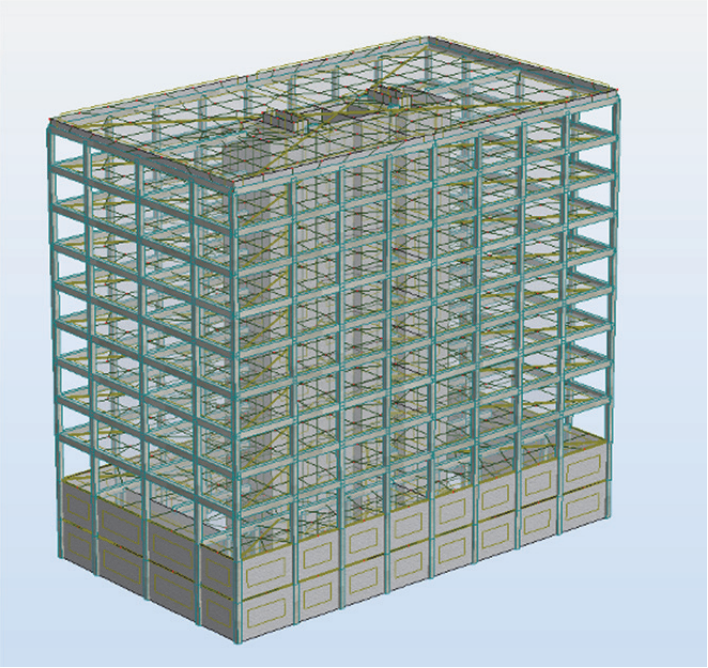
- acél beton kompozit szerkezet
- beton szerkezet
- optimalizált acél beton kompozit szerkezet (az optimálás környezettudatos tervezés alapján történt)

A szerkezetet egy külső mérnökiroda tervezte az ArcelorMittal kérésére. Továbbá a struktúrát független szakértők csoportja ellenőrizte [4].

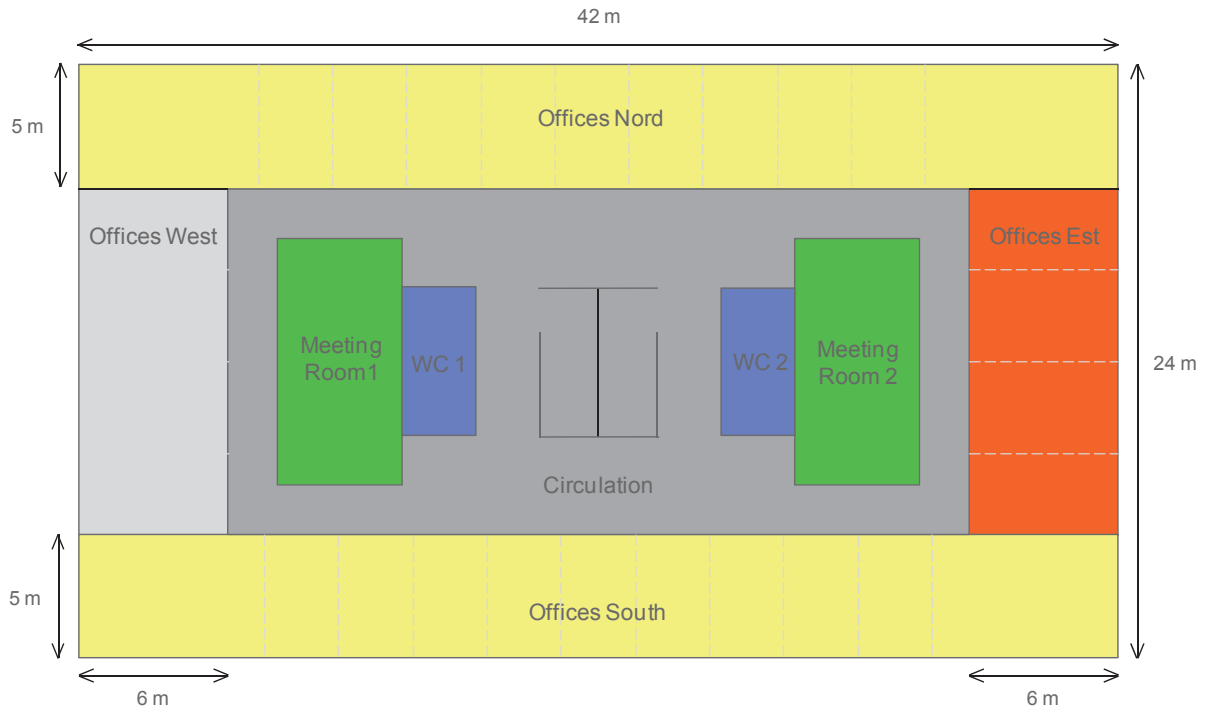
Ez a 3 rendszer a leggyakoribb az európai irodaházaknál.

7.1.2 Épület leírása

Az épület méretei	42.4 m x 24.4 m
A felépítmény emeleteinek száma	R + 8
Alépítmény szintjeinek száma	2
Az épület magassága	31.2 m
Szint magassága (padlószinttől padlószintig)	3.4 m (kivéve földszint 4.0 m)



39. ábra: Az épület 3D modellje, a földalatti szintekkel



40. ábra: Tipikus szintelrendezés

Különféle megoldások:

A 3 épületet megkülönböztető elemek a felépítményt (oszlopok, gerendák, födémek) és a központi stabilizáló magot érintik A szerkezet egyéb elemei (alap, alépítmény), a külső burkolat és a belső burkolatok azonosak.

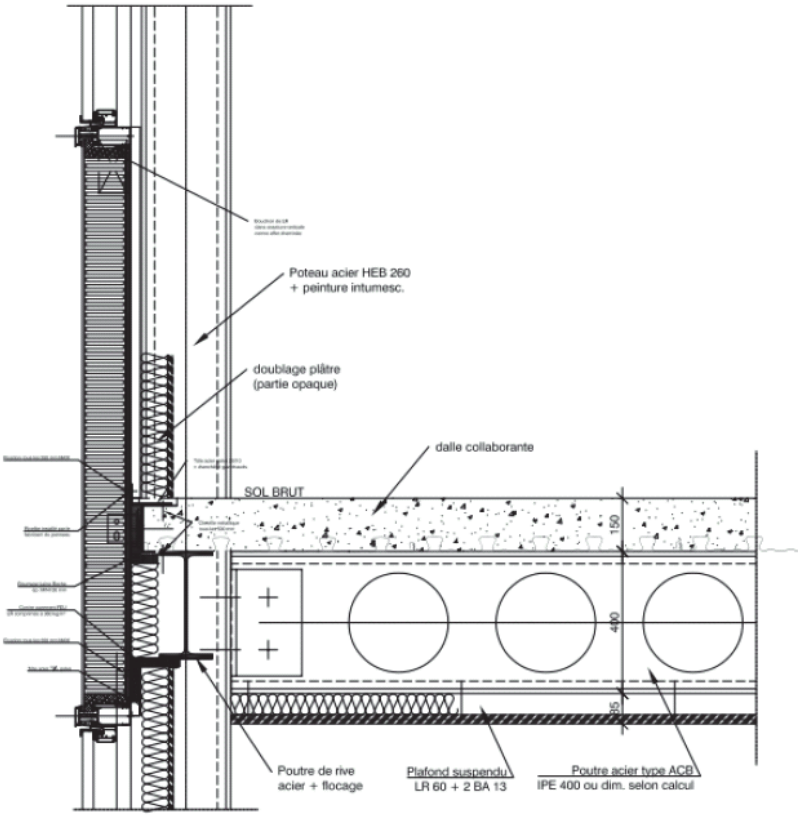
Az épületek által biztosított szolgáltatások azonosak, valamint a hasznos terület is azonos. Valójában a kompozit struktúránál ez kismértékben nagyobb, mint a beton struktúránál.

Az épület a Párizsi éghajlati régióban helyezkedik el.

A tervezett élettartam (Life Time Scheduled LTS) 100 év. Irodaépületeknél az esetek nagy részében a szerkezeti elemek meghatározzák az épület élettartamát; az egyéb elemek renoválhatók vagy cserélhetők. Ebben a tanulmányban a szerkezeti anyagok megfelelnek a 100 éves tervezett élettartamnak. Végül érdemes megjegyezni, hogy a tervezett élettartam nem differenciáló elem a tanulmányban vizsgált különböző struktúrák között.

1. Acél és beton kompozit

A kompozit acél és beton épület felépítménye acél-beton kompozit, magja beton.



41. ábra: A struktúra részletes nézete

Ahogy a 41. ábrán látható a szerkezeti rendszer S355 acél kompozit sejtes gerendák acélszegecsekkel kapcsolódva a kompozit födémhez. A kompozit födém COFRA+60 acél és C30/37 beton.
Az épület magja beton.
A szerkezet megfelel a francia piacon jelenleg található csúcsminőségű irodaépületeknek.

2. Beton megoldás

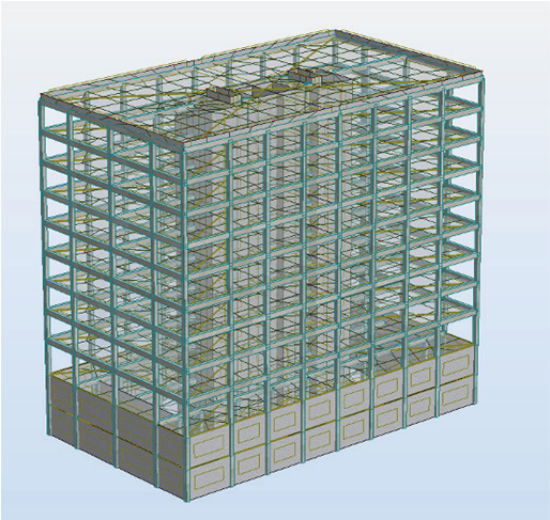
A beton épület megerősített beton struktúra előregyártott üreges födémmel és beton maggal.
Az előregyártott üreges födém és a beton C30/37.
Az épület magja beton.
Ez a szerkezet szintén megfelel a francia piacon jelenleg található csúcsminőségű irodaépületeknek.

3. Öko optimalizált acél beton kompozit szerkezet

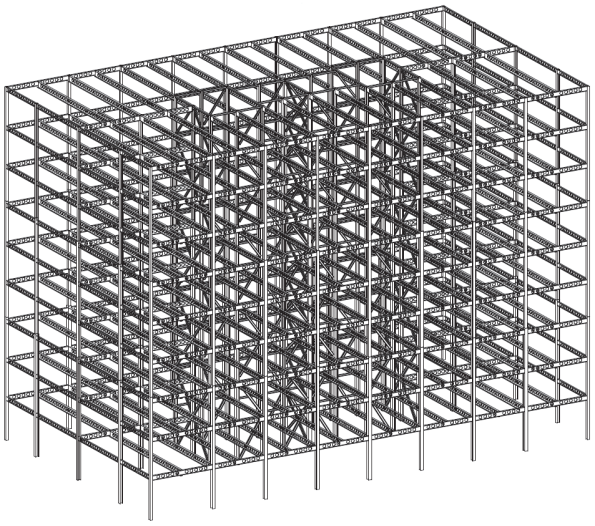
Az öko optimalizált kompozit acél és beton épület acél-beton felépítménnyel és acél maggal rendelkezik.
A szerkezeti rendszer kompozit sejtes S460 acél oszlopokból áll, amelyeket acél szegecsek rögzítenek a kompozit födémhez.
A kompozit födém COFRA+60 acéllemezekből és C30/37 betonból áll.
Az épület magja acél.
A szerkezet a francia piacon jelenleg található csúcsminőségű irodaépületeknek megfelelően lett tervezve, azonban az anyagfelhasználás az ökológiai lábnyom minimalizálásának figyelembevételével lett tervezve

.

Az épületek központi magja:



42. ábra: Beton mag (1. és 2. megoldás)



43. ábra: Acél mag (3. megoldás)

A 3 változat szerkezeti adatai:

Felépítmény	**Szerkezet**				**Födém**			
Érték tonnában (t)	Idomacélok	Acél lemez-kapcsolatok	Beton C30/37	Betonacél	Acél elemek	Teljes vastags.	Beton padló	Betonacél
Acél S355	239,9 t	14,994 t	-	-	70.6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16.56 t
Beton	-	-	1199 t	59.1 t	-	240 mm + 70 mm of screed	4688 t	16.56 t
Acél S460	197,1 t	11,827 t	-	-	70.6 t (Cofraplus 60)	150 mm	2246 t	16.56 t
Acél mag	75,46 t	6,037 t	-	-	-	-	-	-
Beton mag	-	-	1941 t	44,16 t				

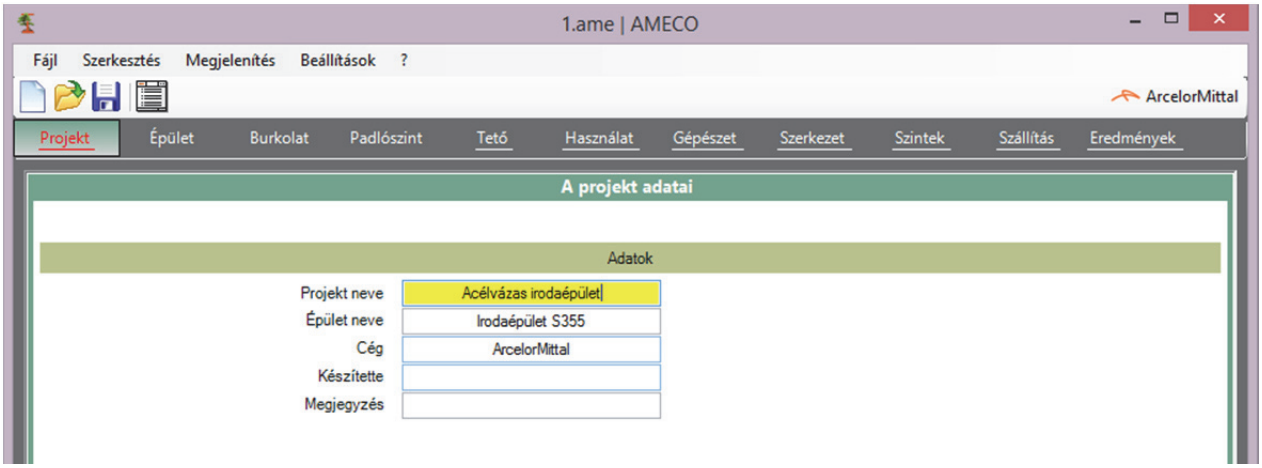
ahol: 1. épület = Szerkezet acél S355, és beton mag
2. épület = Szerkezet beton, beton mag
3. épület = Szerkezet acél S460, és acél mag

NB : beton sűrűsége = 2500 kg/m^3

7.1.3 Környezetanalízis az AMECO3-al

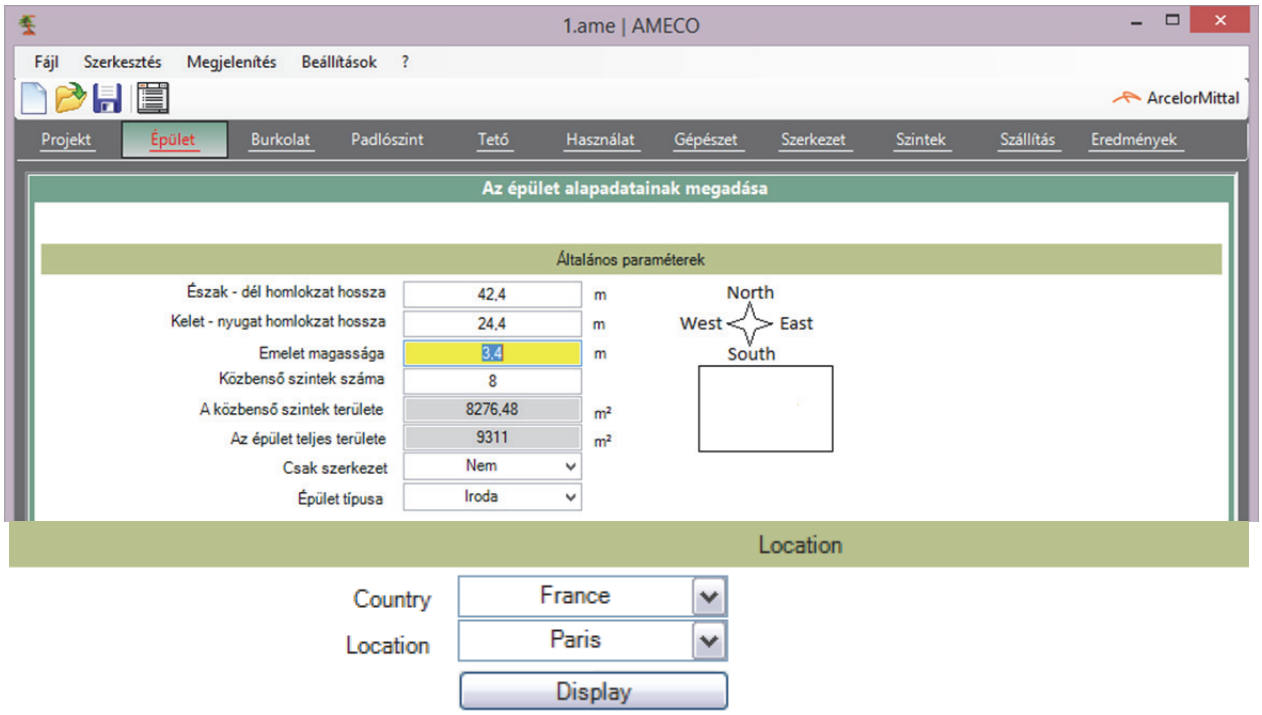
7.1.3.1 Bemeneti adatok

⇨ *Általános adatok megadása az 1. épületre*

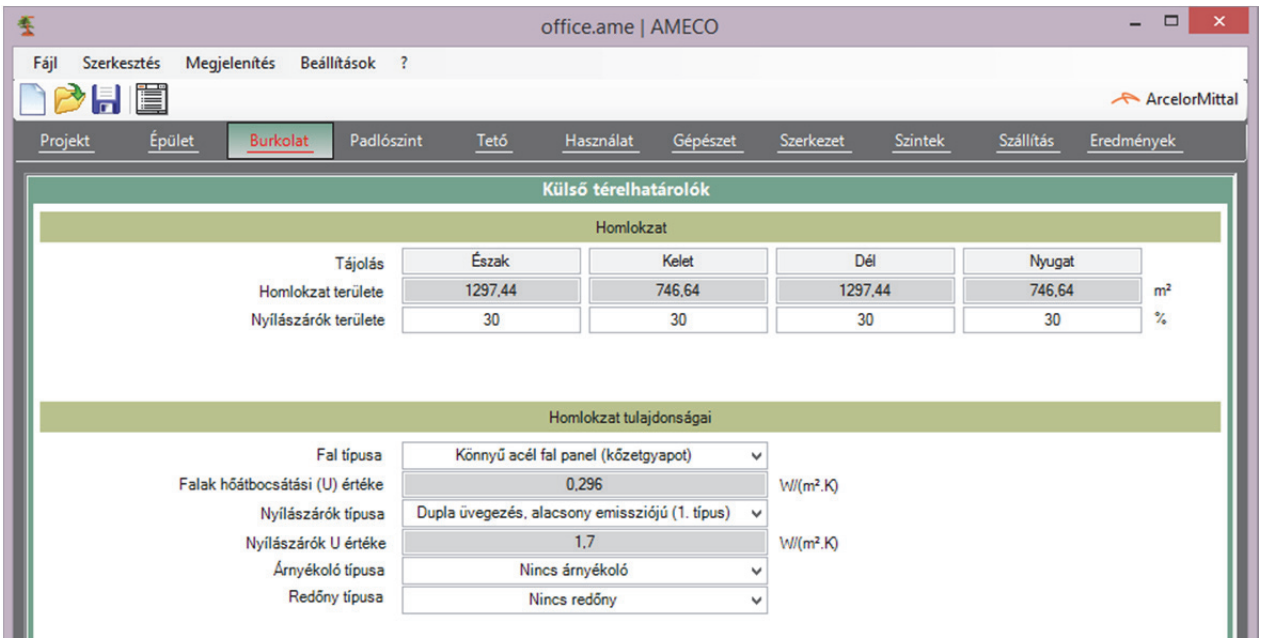


⇨ *Burkolat adatai (A-C-D modulok)*

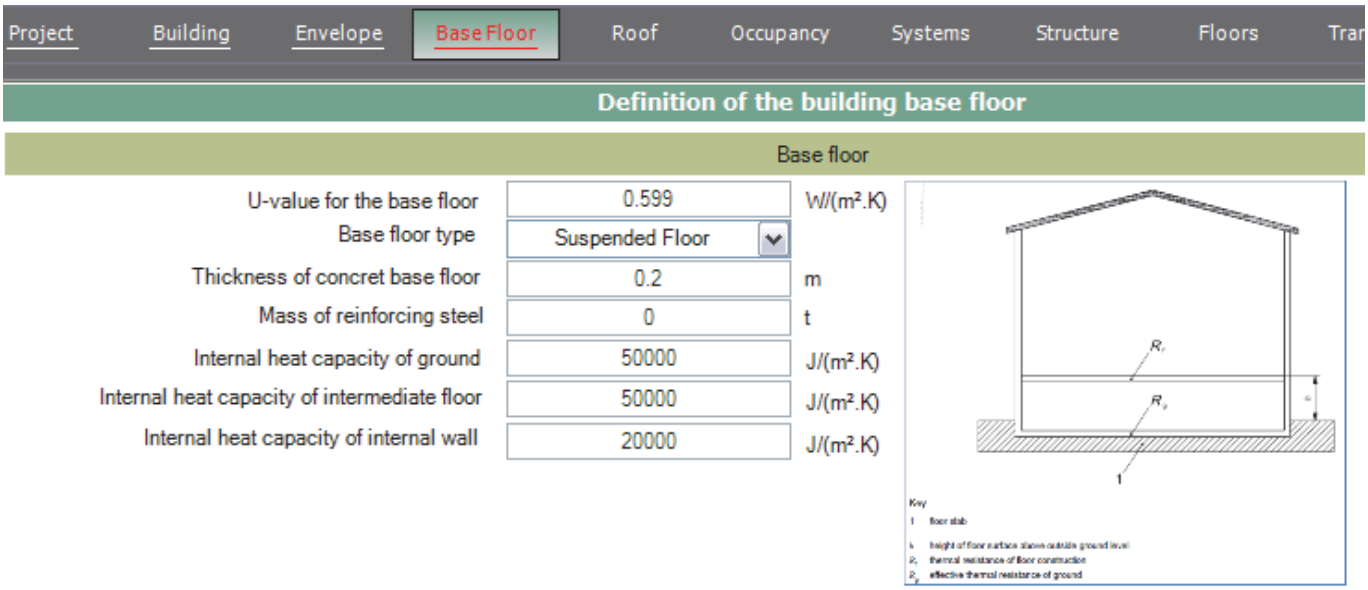
- Épület általános adatainak megadása:



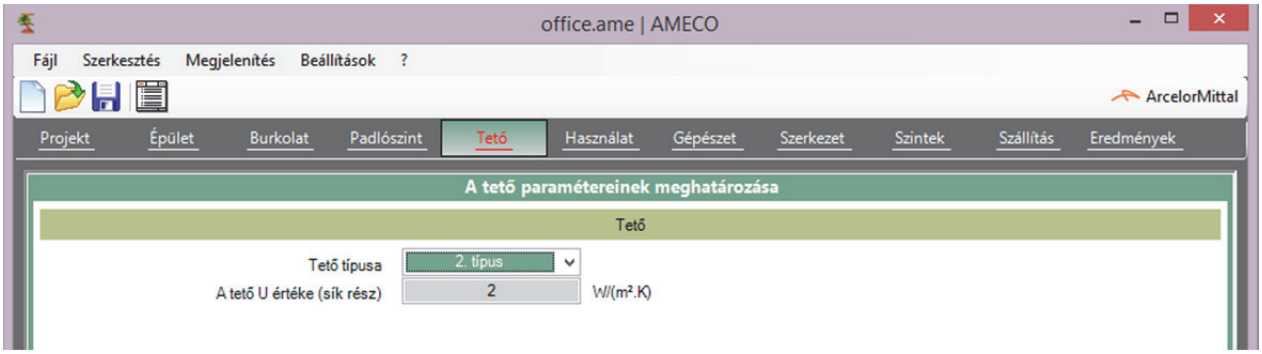
- Az épület burkolatának megadása: burkolat termikus jellemzők (U-értékek) (falak, nyílászárók, talaj és tető) az AMECO3-ban.



- Padlószint megadása:

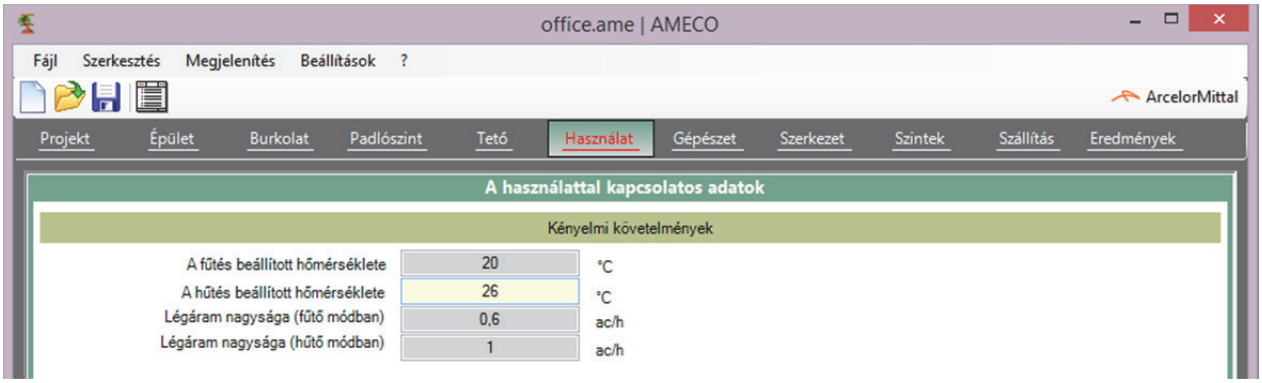


- Tető megadása:

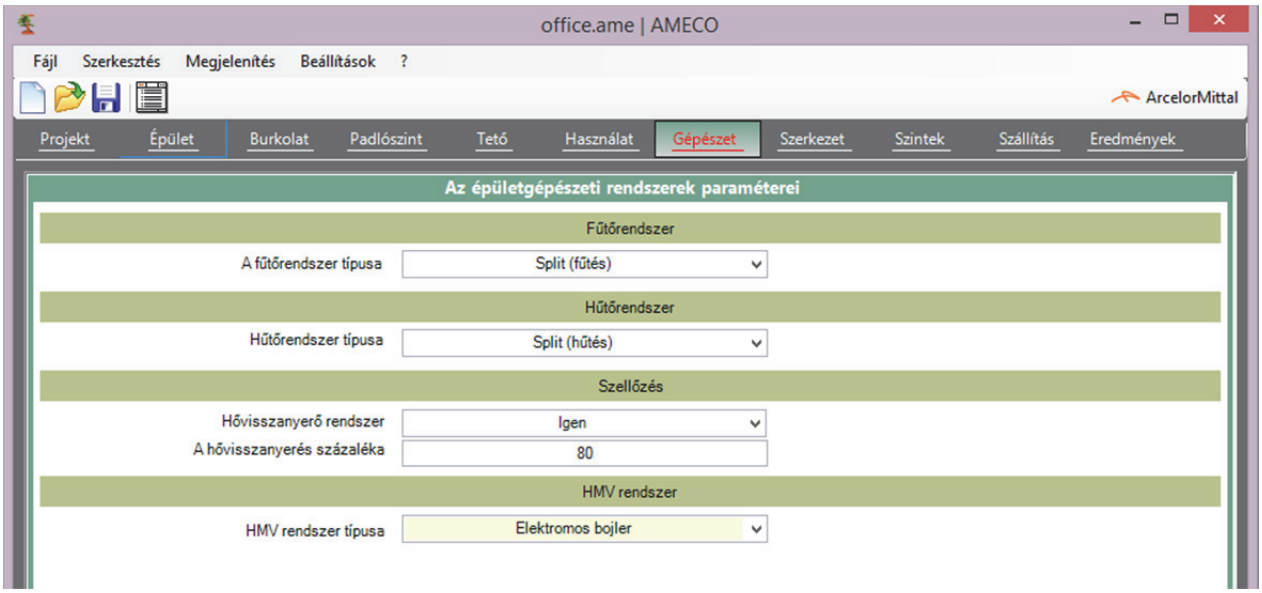


⇨ *Használati fázis bemeneti adatai (B modul)*

- Használati adatok megadása:



- Gépészeti rendszerek:



⇨ *Az épület általános adatai (A-C-D modul)*

- Teherviselő szerkezet megadása:

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

- Szintek megadása :

AMECO

Fájl Szerkesztés Megjelenítés Beállítások ?

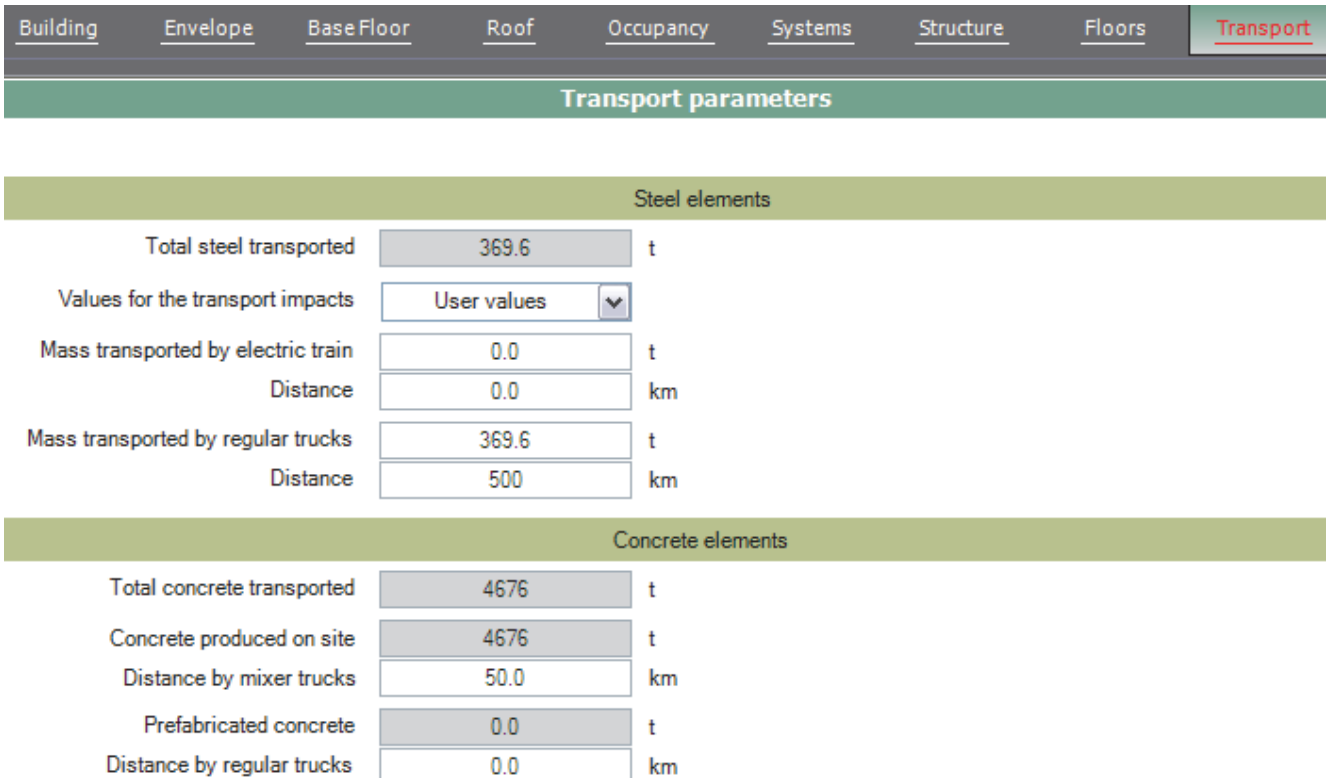
ArcelorMittal

Projekt Épület Burkolat Padlószint Tető Használat Gépészet Szerkezet Szintek Szállítás Eredmények

Födém

Acél elemek		
Födém típusa	Kompozit födém	
Acél födémlemez	Cofraplus 60	
A födémlemez vastagsága	0,750	mm
Egy négyzetméterre jutó lemez tömege	8,53	kg/m²
A födémlemez tömege a teljes épületre	70,6	t
A födém minimális vastagsága	100	mm
Beton elemek		
A födém teljes vastagsága	150	mm
Beton típusa	Helyszíni/Öntött	
A beton nyomószilárdsága	C30/37	
A beton födém teljes tömege (a földszint is)	2735	t
Betonacél	0,0	t
A födém teljes tömege	2805	t

⇨ *Elemek szállításának adatai (A modul)*



7.1.3.2 AMECO3 számítás eredményei

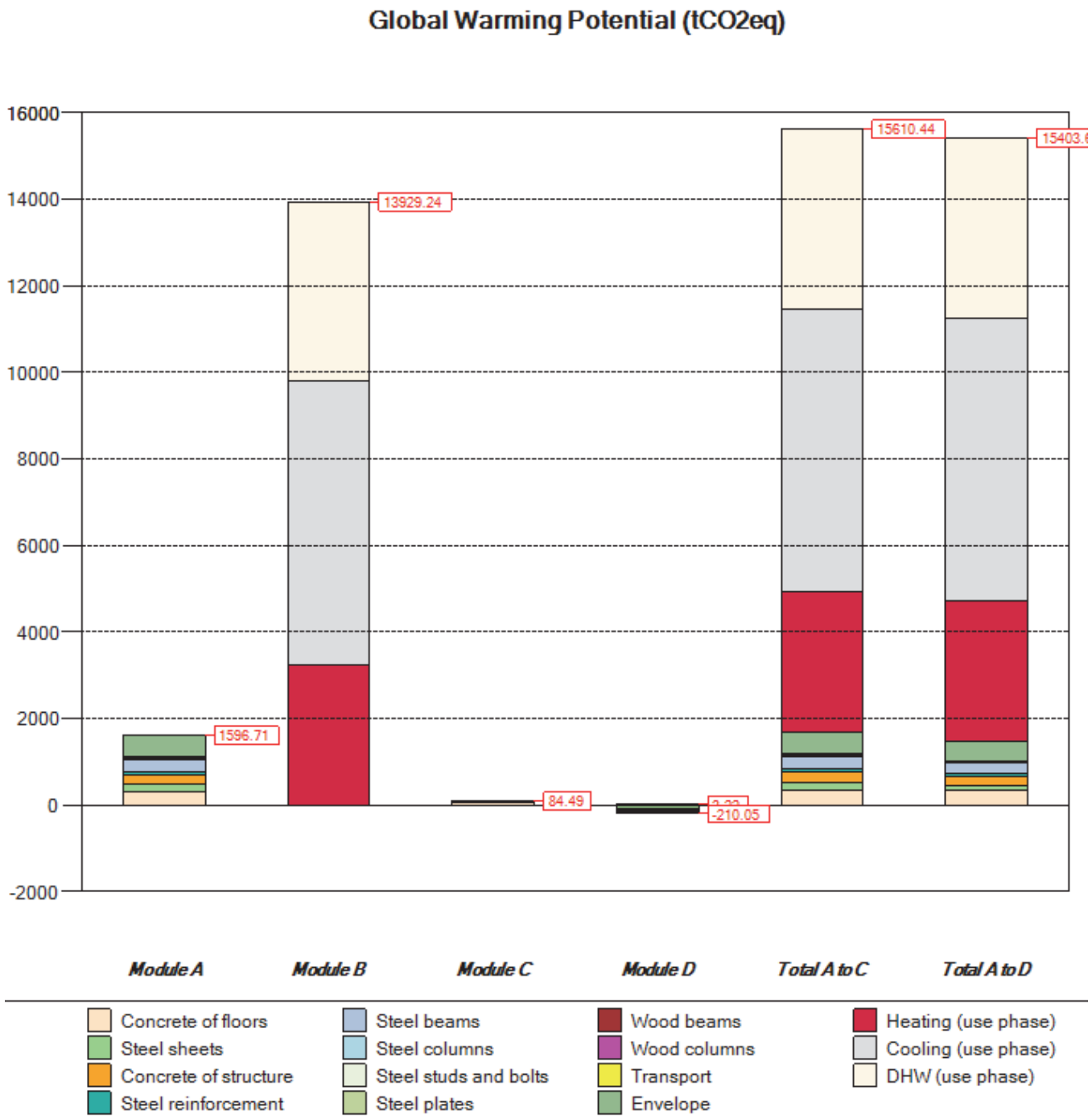
1. épület: acél S355 – beton mag

A globális felmelegedési potenciál részletes eredményei (GWP) (t CO_2 egyenérték):

Irodaépület, acél S355	A modul tCO_2eq	Module B tCO2eq	C modul tCO2eq	D modul tCO2eq	A-C össz tCO2eq	A-D össz tCO2eq
Acél összesen	549,17	0	4,71	-148,78	553,88	405,1
Gerendák	276,92	0	1,38	-40,71	278,3	237,59
Oszlopok	0	0	0	0	0	0
Lemezkapcsolatok	36,84	0	0,09	-19,66	36,93	17,27
Betonacél	54,93	0	2,8	3,22	57,73	60,95
Padlólemezek	180,48	0	0,44	-91,63	180,92	89,29
Beton összesen	520,77	0	63,22	-3,51	583,99	580,48
Szerkezeti beton	216,19	0	23,02	-2,74	239,21	236,47
Beton födém	304,58	0	40,2	-0,77	344,78	344,01
Burkolat	489,99	0	16,55	-54,54	506,54	452
Használati fázis össz	0	13929,24	0	0	13929,24	13929,24
Fűtés	0	3233,37	0		3233,37	3233,37
Hűtés	0	6543,84	0		6543,84	6543,84
HMV	0	4152,03	0		4152,03	4152,03
Szállítás	36,78	0	0		36,78	36,78
A modul össz hatása	**1596,71**	**13929,24**	**84,48**	**-206,83**	**15610,43**	**15403,6**

Az eredményekből megfigyelhető hogy a B modul, amely a használati fázis, túlsúlyban van a többi modulhoz képest.

GWP grafikus megjelenítése (t CO_2egyenérték):



2. épület: beton szerkezet és mag

A globális felmelegedési potenciál részletes eredményei (GWP) (t CO2egyenérték):

Irodaépület, beton	Module A tCO_2eq	B modul tCO2eq	C modul tCO2eq	D modul tCO2eq	A-C össz tCO2eq	A-D össz tCO2eq
Acél összesen	128,45	0	6,55	7,54	135	142,54
Gerendák	0	0	0	0	0	0
Oszlopok	0	0	0	0	0	0
Lemezkapcsolatok	0	0	0	0	0	0
Betonacél	128,45	0	6,55	7,54	135	142,54
Padlólemezek	0	0	0	0	0	0
Beton összesen	1078,55	0	133,44	-6,28	1211,99	1205,71
Szerkezeti beton	349,74	0	37,24	-4,43	386,98	382,55
Beton födém	728,81	0	96,2	-1,85	825,01	823,16
Burkolat	489,99	0	16,55	-54,54	506,54	452
Használati fázis össz	0	13929,24	0	0	13929,24	13929,24
Fűtés		3233,37			3233,37	3233,37
Hűtés		6543,84			6543,84	6543,84
HMV		4152,03			4152,03	4152,03
Szállítás	60,56	0	0	0	60,56	60,56
A modul össz hatása	**1757,55**	**13929,24**	**156,54**	**-53,28**	**15843,33**	**15790,05**

3. épület: S460 acélszerkezet és mag

A globális felmelegedési potenciál részletes eredményei (t CO2egyenérték):

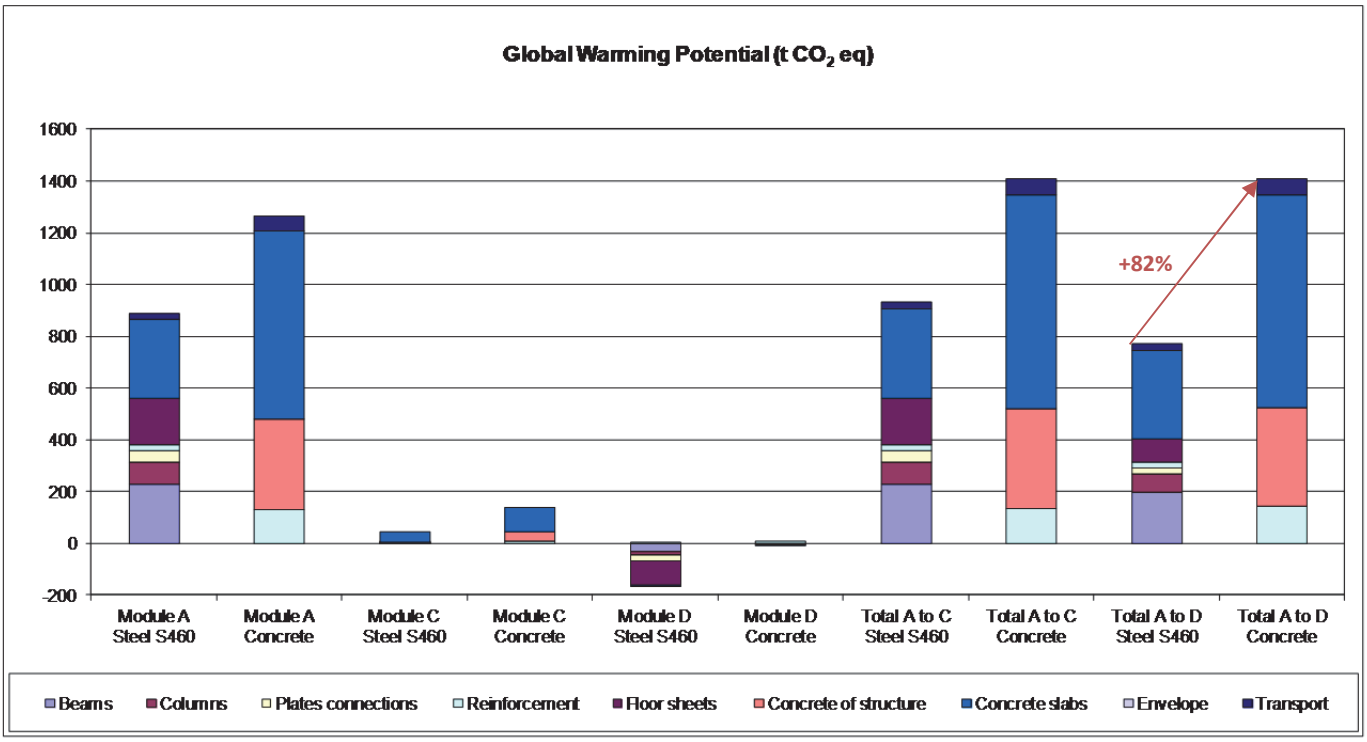
Irodaépület, acél S460	A modul tCO_2eq	B modul tCO2eq	C modul tCO2eq	D modul tCO2eq	A-C össz tCO2eq	A-D össz tCO2eq
Acél összesen	559.6	0	3.15	-160.09	562.75	402.66
Gerendák	227.51	0	1.13	-33.44	228.64	195.2
Oszlopok	87.1	0	0.43	-12.8	87.53	74.73
Lemezkapcsolatok	43.91	0	0.1	-23.43	44.01	20.58
Betonacél	20.6	0	1.05	1.21	21.65	22.86
Padlólemezek	180.48	0	0.44	-91.63	180.92	89.29
Beton összesen	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
Szerkezeti beton	0	0	0	0	0	0
Beton födém	304.58	0	40.2	-0.77	344.78	344.01
Burkolat	489.99	0	16.55	-54.54	506.54	452
Használati fázis össz	0	13929.24	0	0	13929.24	13929.24
Fűtés		3233.37			3233.37	3233.37
Hűtés		6543.84			6543.84	6543.84
HMV		4152.03			4152.03	4152.03
Szállítás	25.31	0	0	0	25.31	25.31
A modul össz hatása	**1379.48**	**13929.24**	**59.9**	**-215.4**	**15368.62**	**15153.22**

Mindhárom épületnél a B modul, amely a használati fázis, túlsúlyban van a többi modulhoz képest. Továbbá a használati fázis nem függ az épület szerkezetének típusától (beton vagy acél).

Az eredmények azt mutatják, hogy maga a szerkezet nagyon gyenge hatással van az épület környezeti hatásaira összehasonlítva az épület hasznosításával és tevékenységével.

A következő összehasonlításokra a használati fázis eltávolításával kerül sor, hogy megfigyelhessük, hogy az épület típusa hogyan befolyásolja a környezeti hatásokat.

A beton és az optimalizált acél épület összehasonlítása látható a következő ábrán.



A CO_2 impakt szempontjából az eredmények azt mutatják, hogy az öko-optimált épület és a beton épület között igen nagy a különbség, amely elérheti a 82%-ot is, ha figyelembe vesszük az acél újrahasznosítását és a zúzott beton felértékelését.

Ez a tanulmány rámutat arra, hogy a kompozit acél és beton struktúrák igen sok előnyt biztosítanak a környezetterhelés területén. Ez az előny főleg a kompozit szerkezetek könnyűségéből adódik. Ha a tervezés figyelembe veszi, az anyaghasználat minimálását az minimálja az épület szerkezetének környezetterhelését is.

Az élettartam végén újrahasznosított anyagok (az acél végtelen újrahasznosítása és a zúzott beton felértékelése) teszik a struktúrát a leginkább fenntarthatóvá. Az EN 15804 D moduljának a használata lehetővé teszi az épület környezeti lábnyomának az optimálását.

Ez a tanulmány azt mutatja, hogy az irodaépületeknél a legjobb választás a kompozit acél-beton megoldás. Ez a megoldás lehetővé teszi mindkét anyag használatát a legjobb konfigurációban, ami azt jelenti, hogy a betont kompresszióra az acélt feszültségre vesszük igénybe. Ez lehetővé teszi az alakváltozás minimalizálását és csökkenti az épület környezeti lábnyomát.

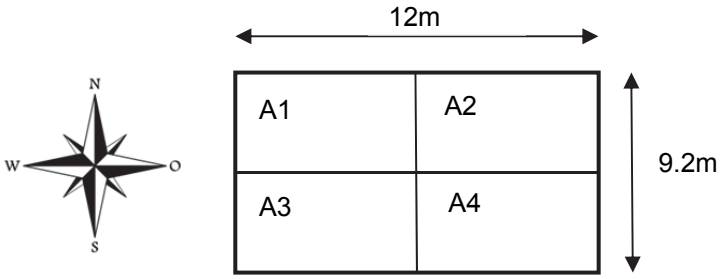
Ugyanezt a következtetést lehet levonni nagy szilárdságú acél alkalmazása esetén. Csökkenti a kompozit szerkezet környezeti hatásait az anyagfelhasználás minimálásával.

7.2 Lakóépület - CasaBuna lakóház Romániában

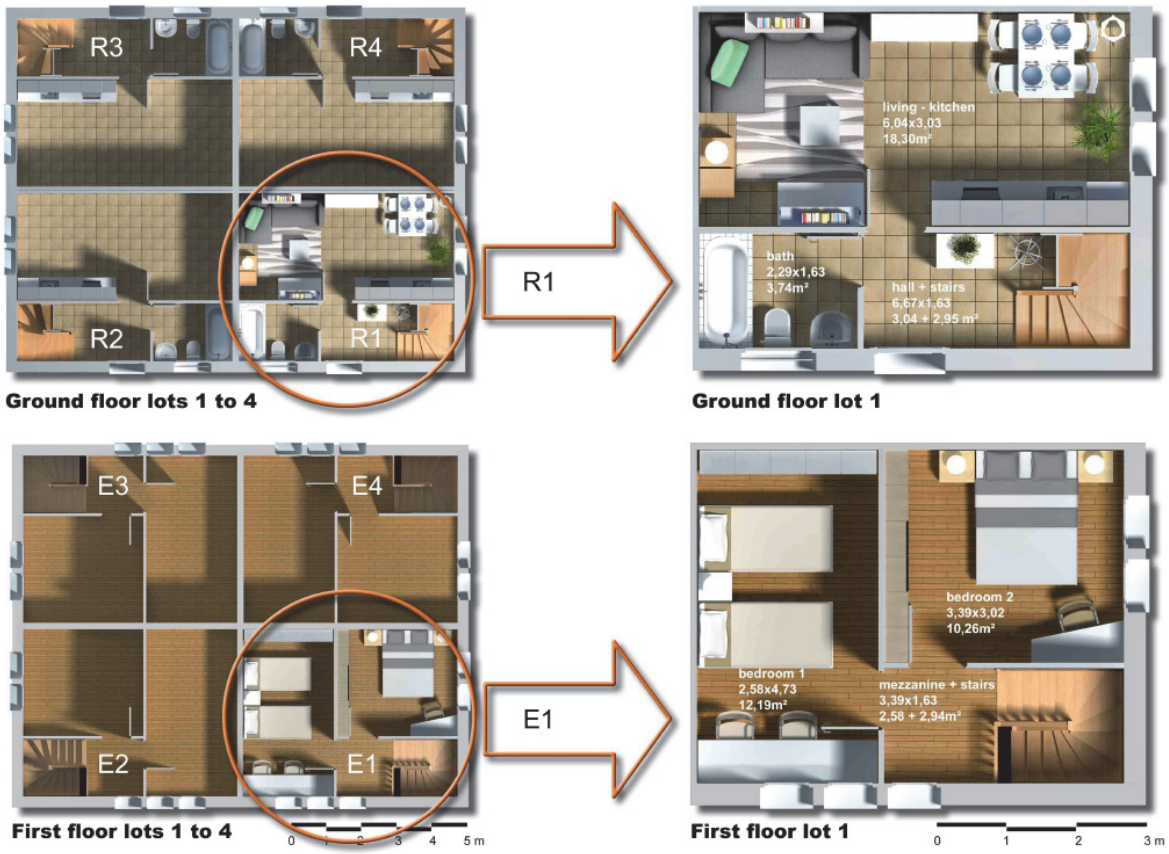
7.2.1 Az épület leírása

A Casa Buna egy négycsaládos lakóház koncepció Romániában.

Négy 55m² nettó alapterületű apartmanra osztható, amelyek 2 szinten egyenlően vannak elosztva.



Az épület teljes magassága 6.85 m, a ferde tető tetejéig mérve. Mivel az AMECO3 csak lapos tetőt modellez a szintek átlagos magassága 2,9 m. A függőleges keresztmetszet és az alaprajz a következő ábrákon látható:

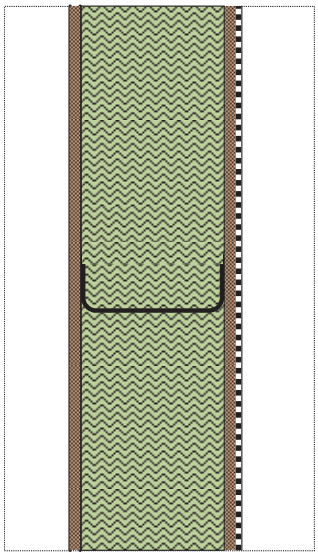


A következő táblázat összegzi a burkolat területét.

táblázat: Falak és üvegezett területek

	Észak/Dél [m^2]	Nyugat/Kelet [m^2]	Össz [m^2]
Falak	47	41	87
Üvegezés	22	12	34
Össz terület	69	53	122

A homlokzat könnyű acélszerkezetes struktúra OSB fa panellel, 120mm kőzetgyapot és gipszkarton a belső oldalon. A homlokzat szerkezetét a következő ábra mutatja:



Az épületben nincs további teherviselő szerkezet.

A födém a földön megerősített beton 0,2 m vastag, 4cm extrudált polisztirollal szigetelt. A betonacélok tömege 0,7 tonna. A közbenső szint szárazpadlós technológián alapul.

Az ablakok alacsony emissziójú dupla üvegezésűek PVC kerettel.

A következő táblázat mutatja az épület elemeinek U értékét.

Falak	0,30	W/m^2.K
Lapos tető	0,37	W/m^2.K
Ablakok	1,70	W/m^2.K
Padló	0,60	W/m^2.K

A szintek és a belső falak hőkapacitásait is meg kell adni. A számítás részletei a következő táblázatban láthatók:

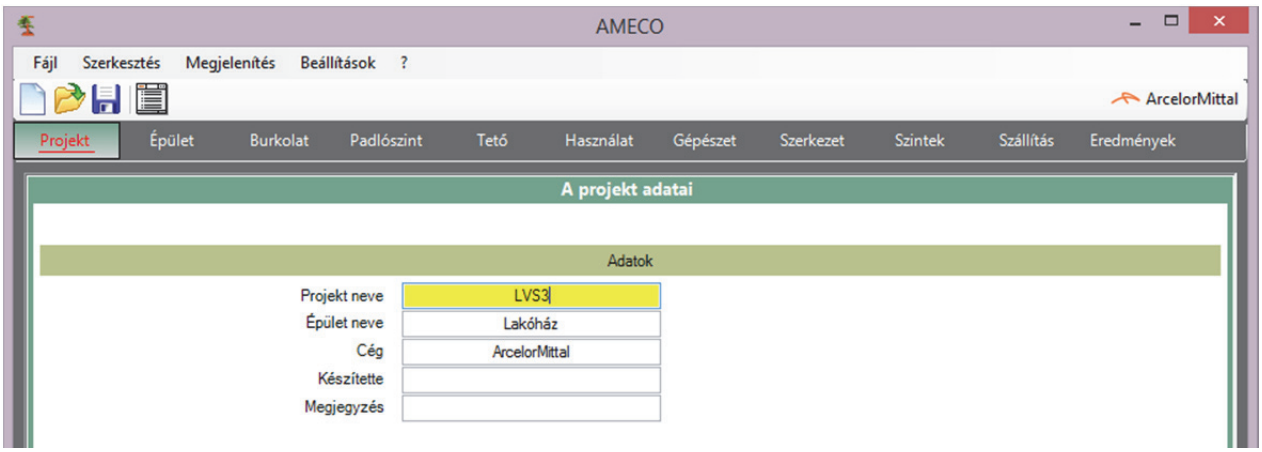
Padló 0.2 m beton + csempe	74324	J/m²K
Közbenső szint Linóleum + OSB + Acéllemezek + levegőréteg + gipszkarton	32447	J/m²K
Belső falak gipszkarton + kőzetgyapot + LSF + gipszkarton	13081	J/m²K

A fűtési és hűtési igényeket split rendszer szolgálja ki, 20 és 25°C-ra állítva, az épület természetes szellőzésű. A használati melegvízet elektromos bojler állítja elő 90%-os hatékonysággal.

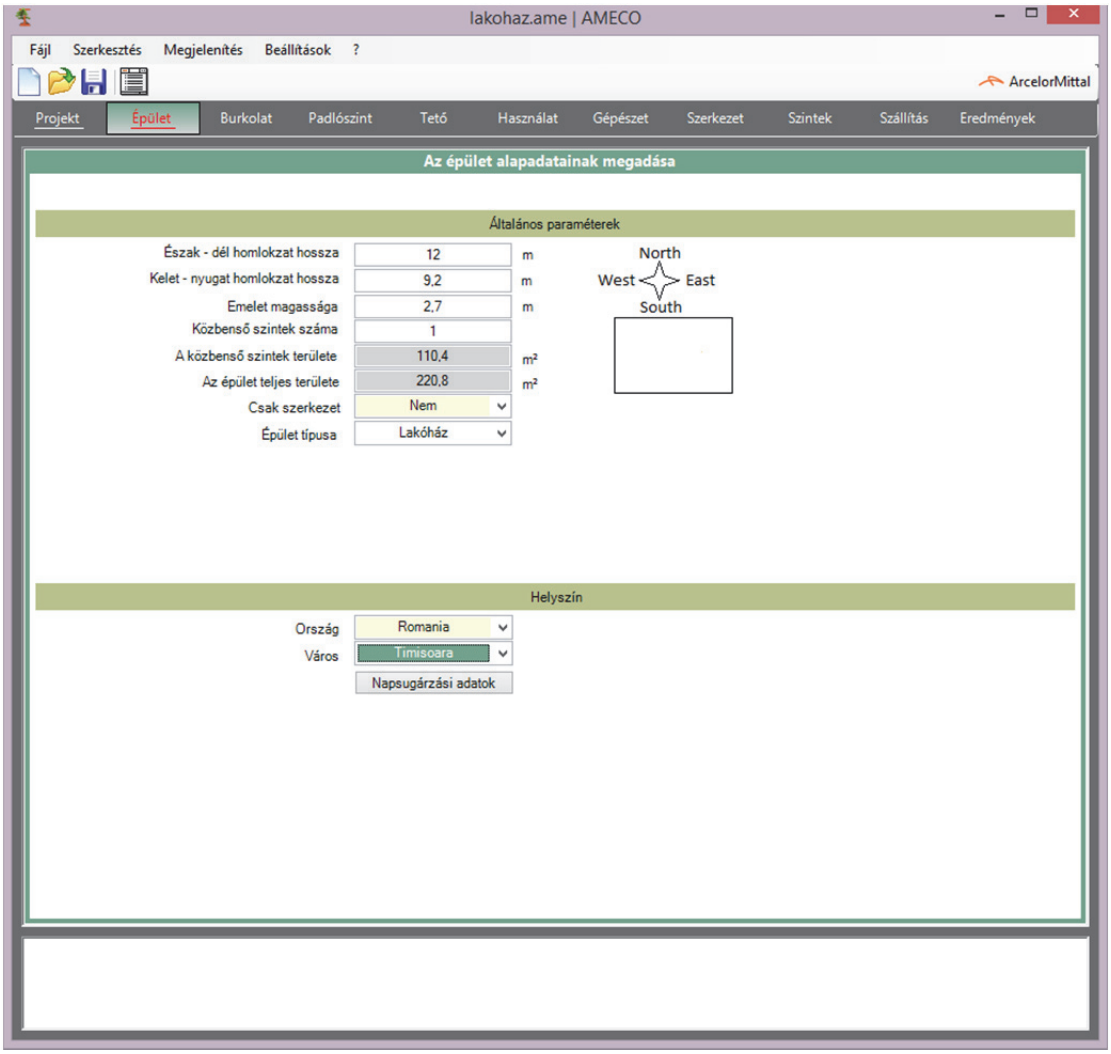
Az alapok nem tartoznak a tanulmány vizsgálatának körébe, mint ahogy válaszfalak és ajtók sem. A belső burkolatokat és a bútorokat sem vizsgáljuk. Csak az integrált hőhidak miatti extra hőveszteség került be az épület energiafogyasztási számításába.

7.2.2 Bemenő adatok

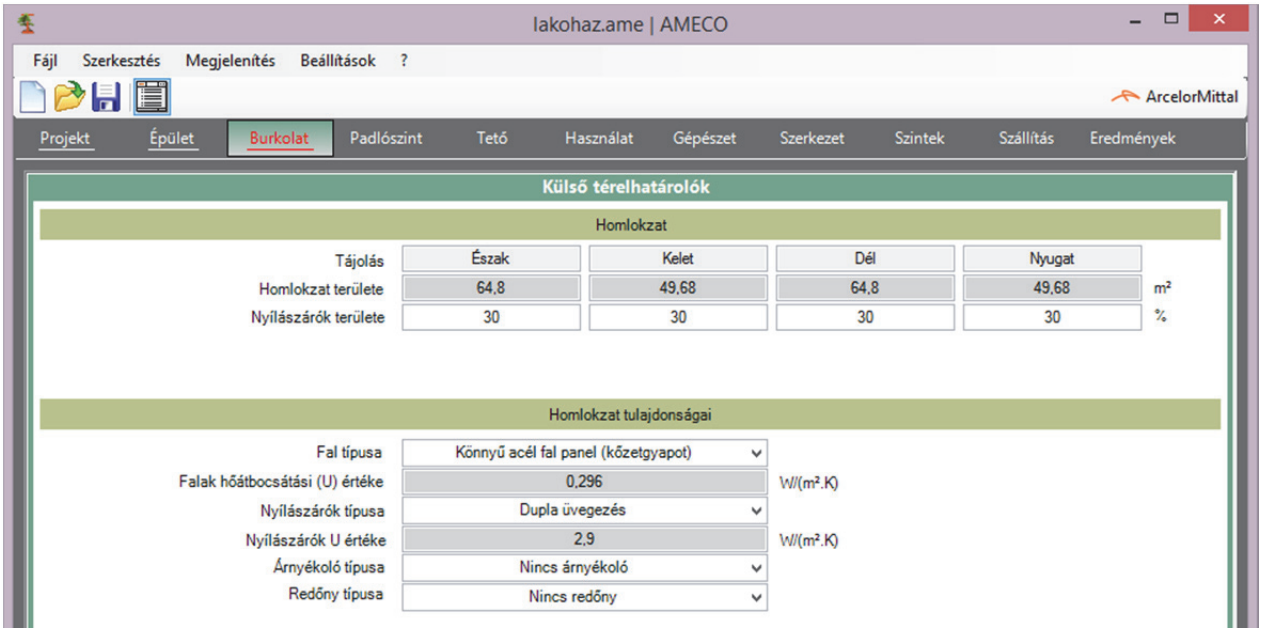
7.2.2.1 Lakóház általános adatai az AMECO3-ban

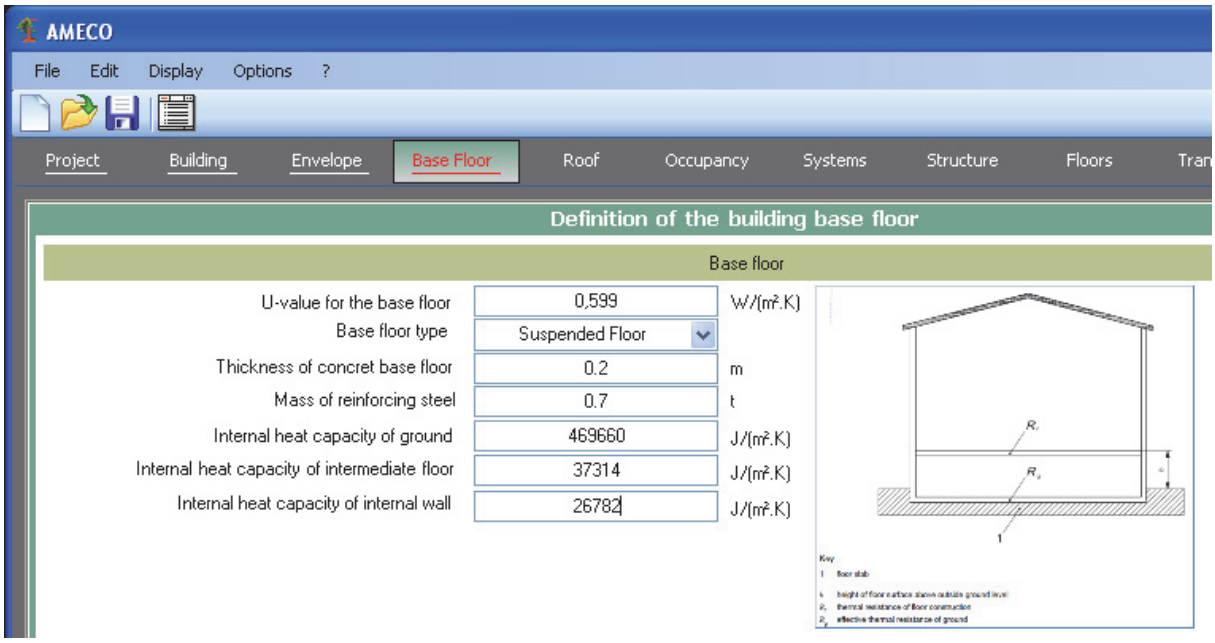


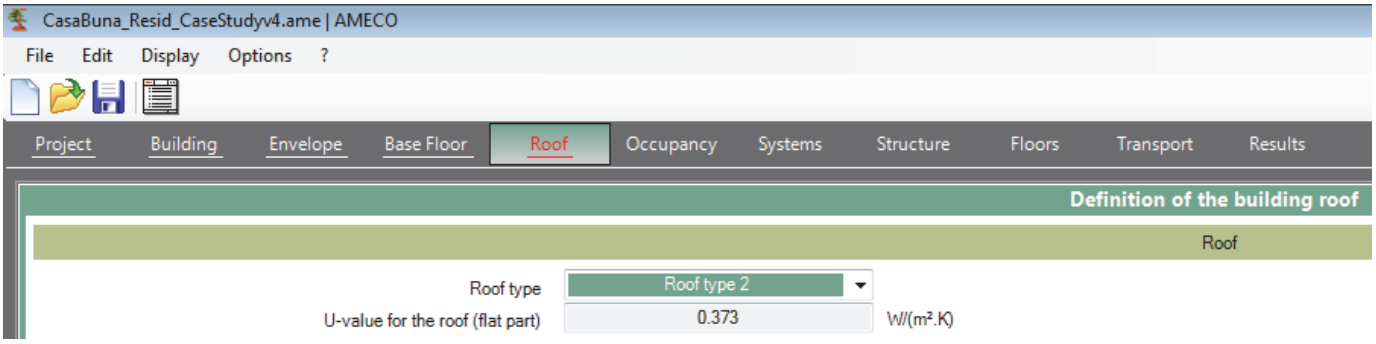
7.2.2.2 Méret adatok (A-C-D modulok)



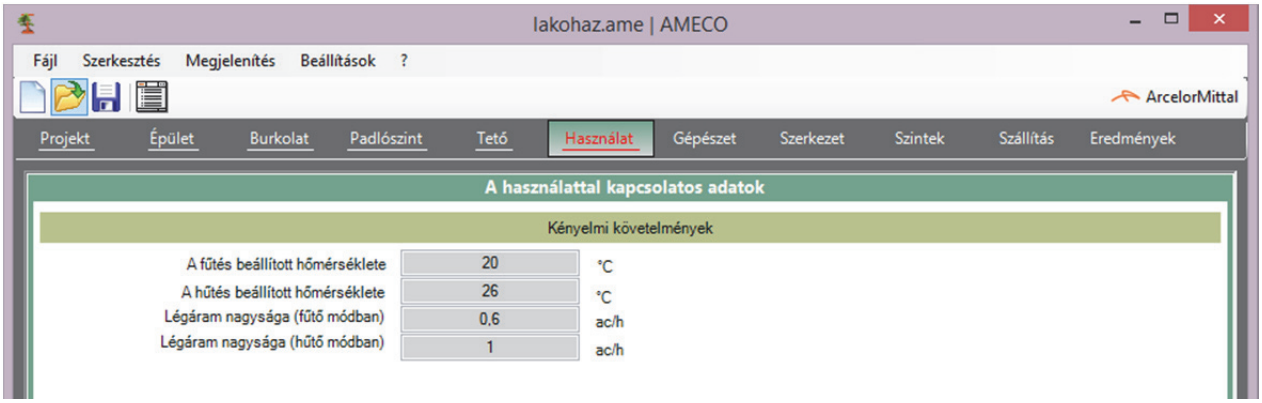
7.2.2.3 Épület komponensek bemenő adatai (A-B-C-D modulok)

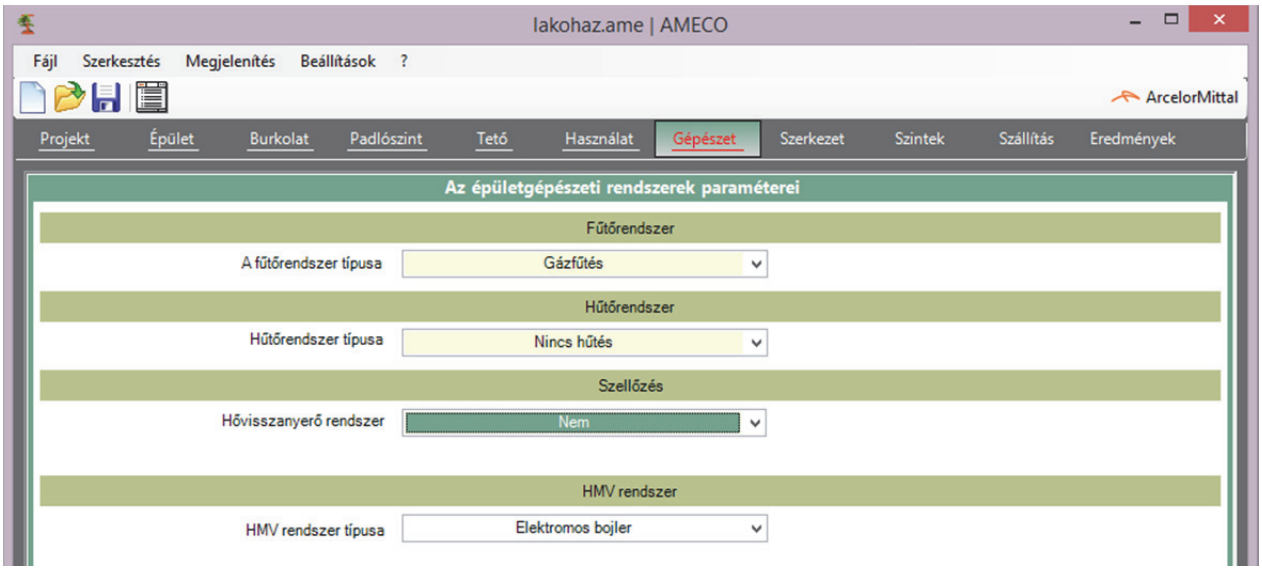




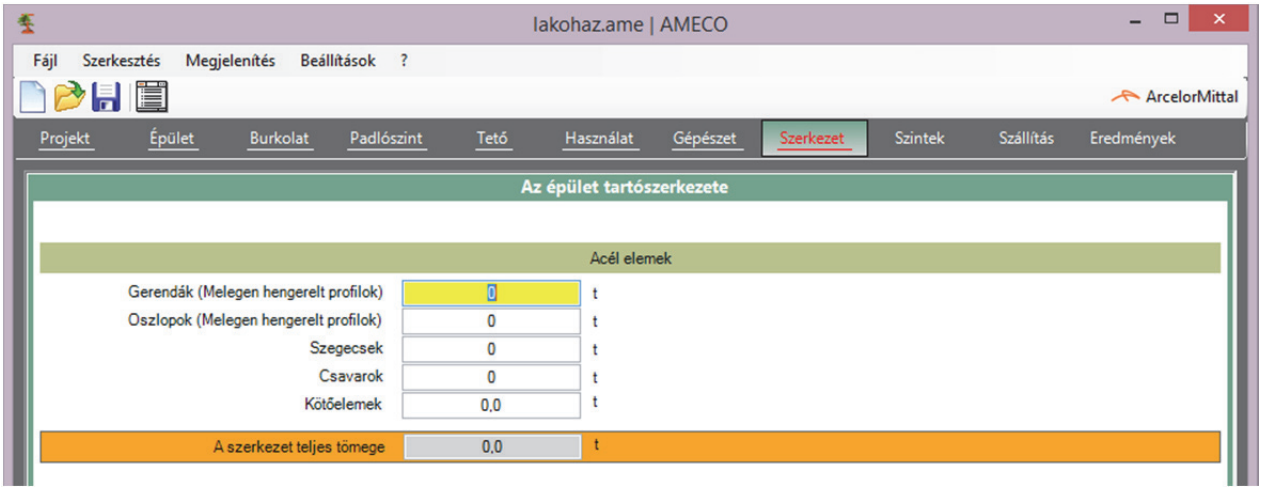


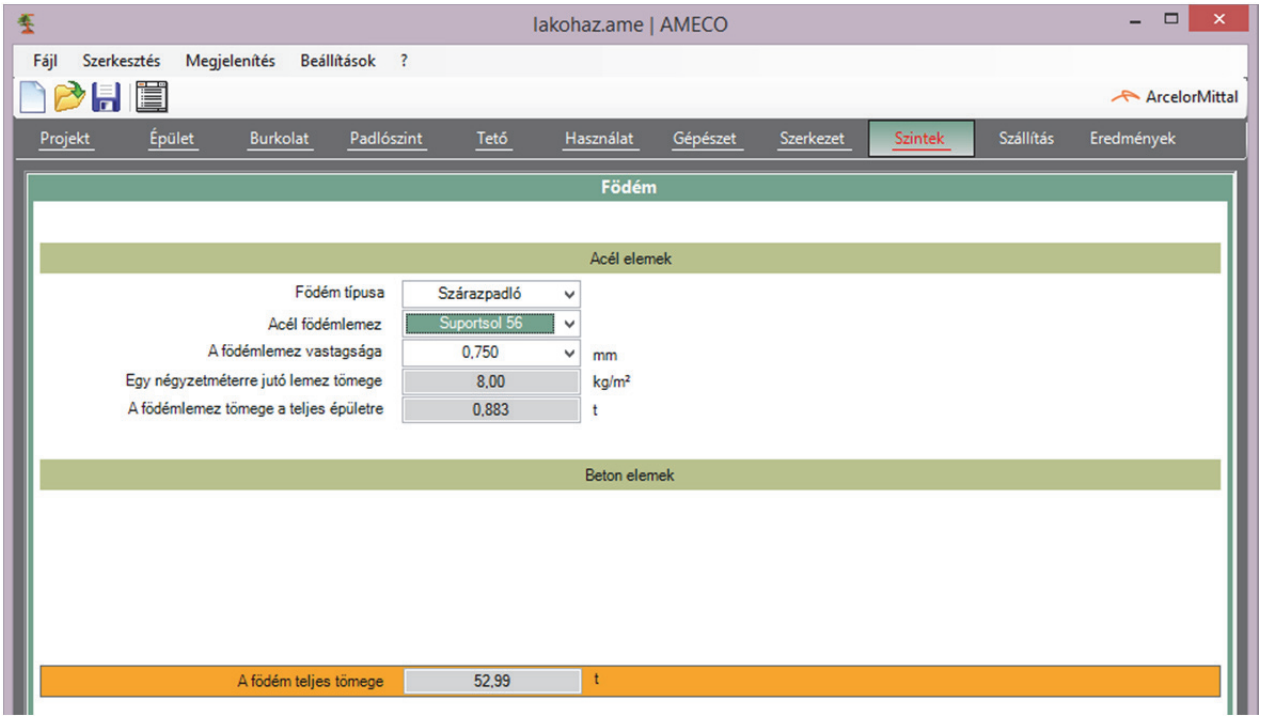
7.2.2.4 Az épület használati fázisának bemenő adatai (B modul)



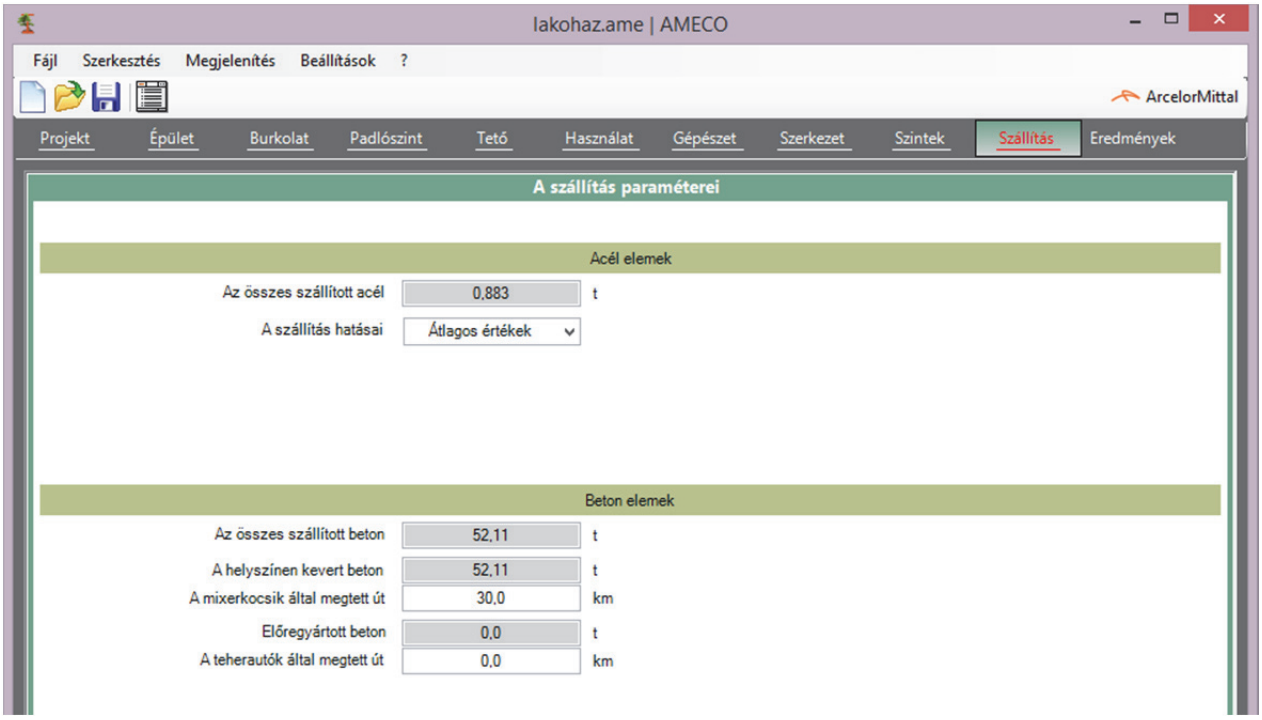


7.2.2.5 Épület struktúrájának általános adatai (A-C-D modul)





7.2.2.6 Elemek szállításának adatai (A modul)



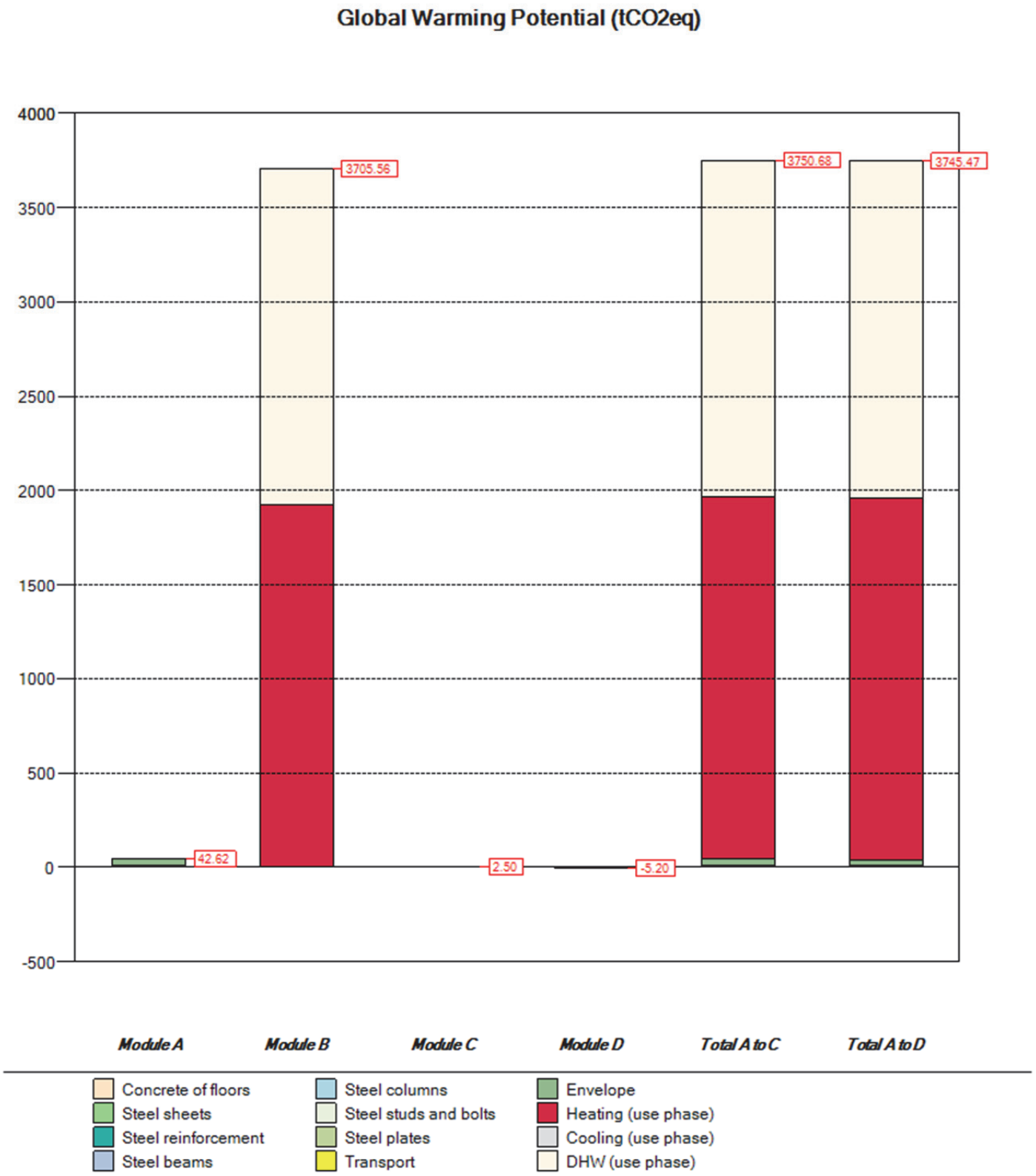
7.2.3 Az AMECO3-al számított eredmények

A következő táblázat a CasaBuna lakóház teljes életciklusára mutatja az összegzett eredményeket minden környezeti hatásra:

Synthesis of results for CasaBuna dwelling

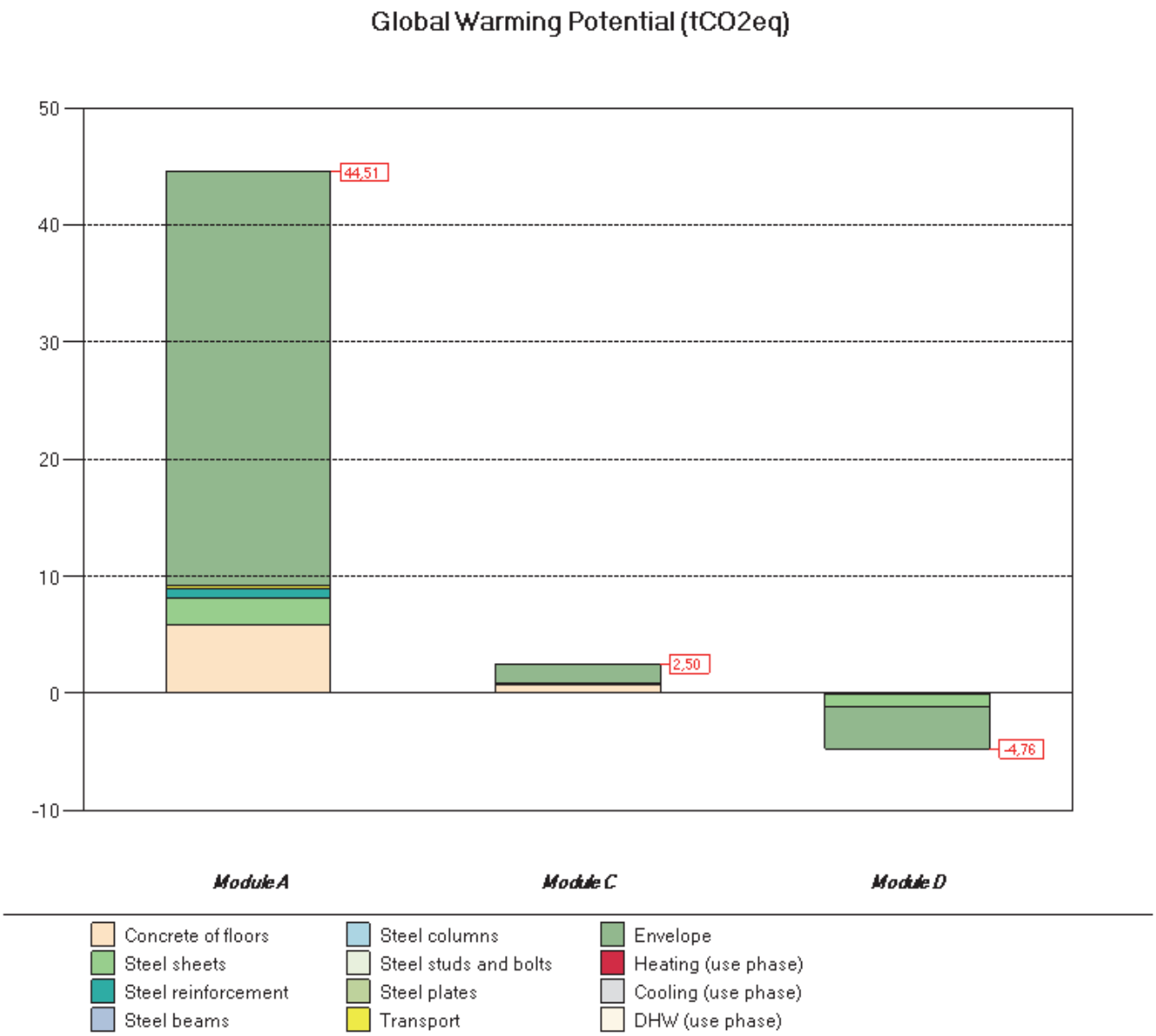
	Module A	Module B	Module C	Module D	Total A to C	Total A to D
GWP (tCO2eq)	42.62	3705.56	2.50	-5.20	3750.68	3745.47
ODP (tCFCeq)	5.40E-07	1.92E-06	1.68E-07	1.04E-07	2.63E-06	2.73E-06
AP (tSO2eq)	1.68E-01	1.48E01	6.82E-03	-1.54E-02	1.50E01	1.50E01
EP (tPO4eq)	1.60E-02	7.56E-01	1.80E-03	-5.05E-04	7.74E-01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

Az eredmények azt mutatják, hogy a használati fázis a domináns. A GWP impaktra fókuszálva a következő ábrán látható, hogy a használati fázis felel az össze GWP impakt több mint 99%-áért az épület életciklusának folyamán: A-D modul.


Global Warming Potential (tCO2eq)
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
-500
42.62
3705.56
2.50
-5.20
3750.68
3745.47
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**

Csak az anyagok előállításának GWP hatásaira összpontosítva (A modul) láthatjuk, hogy a burkolati komponensek az össz impakt 79 %-át adják, olyan komponensek miatt, mint a homlokzat, tető és ablakok.



Az épület energiafogyasztása 15.6 kWh/m²év.

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

7.3 Üzemcsarnok

7.3.1 A tanulmány hatóköre

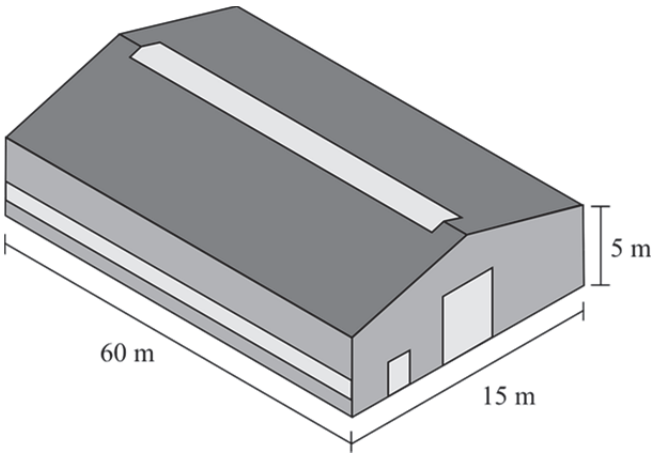
A tanulmány célja egy ipari épület környezeti értékelése, két szerkezeti változat kiértékelése és a változatok összehasonlítása:

- Melegen hengerelt profilokból álló csuklós bázisú portál váz
- Merev bázisú oszlopok, csuklós gerenda, vasbeton oszlopok és gerendák

Az acélszerkezetes váz számításánál két különböző minőségű acélt veszünk figyelembe.

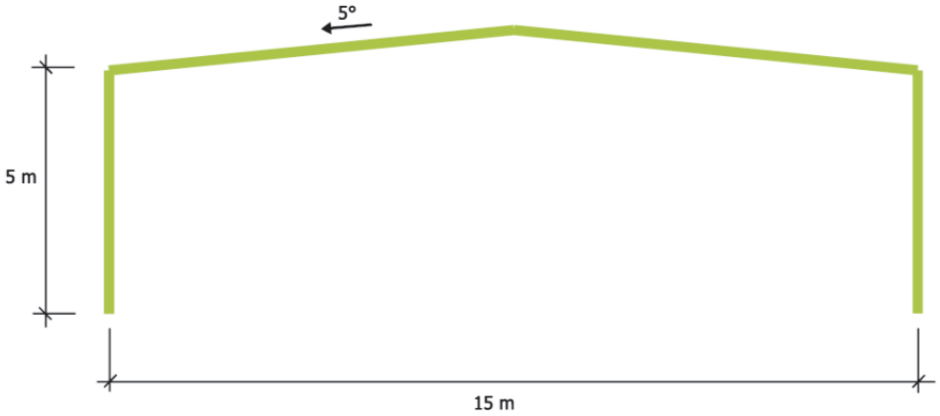
7.3.2 Az épület leírása

Az üzemcsarnok egy egyszintes épület alapterülete 900m² méreteit a következő ábra mutatja:



7.3.3 Szerkezet

A vázszerkezet 15 m fesztávolságú a portálok közötti távolság 6 m. A magassága 5 m a tető lejtése 5°, ahogy a következő ábrán is látható:



A következő táblázatban 3 szerkezeti változatot mutatunk be:

Szerkezeti komponensek	1 változat Acél váz S235	4. változat Acél váz S460	5. változat Beton váz
Gerendák	IPE 450	IPE 330	Előre öntött beton elemek T80
			Betonacél BSt500 202.5 kg/m³
Oszlopok	Elsődleges: IPE400 Másodlagos: HEA480	Elsődleges: IPE400 Másodlagos: HEA480	Beton rész 0.4x0.4m C30/37
			Betonacél BSt500 108.1 kg/m³

Az acélszerkezet a következő képen látható.

Az épületek a párizsi klimatikus régióba lettek tervezve.

A padló vasbeton födém a földszinten körbefutó szigeteléssel

A szerkezeti anyagokat a következő táblázat részletezi:

Szerkezeti komponensek	1 változat Acél váz S235	2. változat Acél váz S460	3. változat Beton váz
Gerendák	6.88 t	4.33 t	Beton: 34.19 t
			Betonacél : 2.93 t
Oszlopok	4.17 t	4.17 t	Beton: 30.12 t
			Betonacél : 1.38 t
Szegecsek	/	/	/
Csavarok	43 kg	43 kg	/
Lemezkapcsolatok	336 kg	336 kg	/
Aljzat	Beton: 425.7 kg	Beton: 425.7 kg	Beton: 425.7 kg
	14.4 t	14.4 t	14.4 t

7.3.4 Burkolat komponensei

A homlokzat 80mm-es poliuretán szendvicspanelekből áll, de a homlokzat komponens vastagságát 200mm-re növeljük, hogy hatását vizsgálhassuk.

A sátortető (5°) 1mm vastag acéllemezekből és 140mm ásványgyapotból áll.

Az ablakok dupla üvegezésűek, alumínium kerettel.

A következő táblázat mutatja az egyes elemek U értékeit.

Falak: PU szendvics panelek **Vastagság: 80mm** **Vastagság: 200mm**	 0.33 0.12	$W/m^2.K$
Tető	0.31	$W/m^2.K$
Ablakok	2.6	$W/m^2.K$
Padló	0.44	$W/m^2.K$

A burkolati elemek belső hőkapacitását a következő táblázat mutatja:

Padló 0.2 m beton	460000	J/m^2K
Közbenső szintek	0	J/m^2K
Belső falak	0	J/m^2K

7.3.5 Épületgépészeti rendszerek

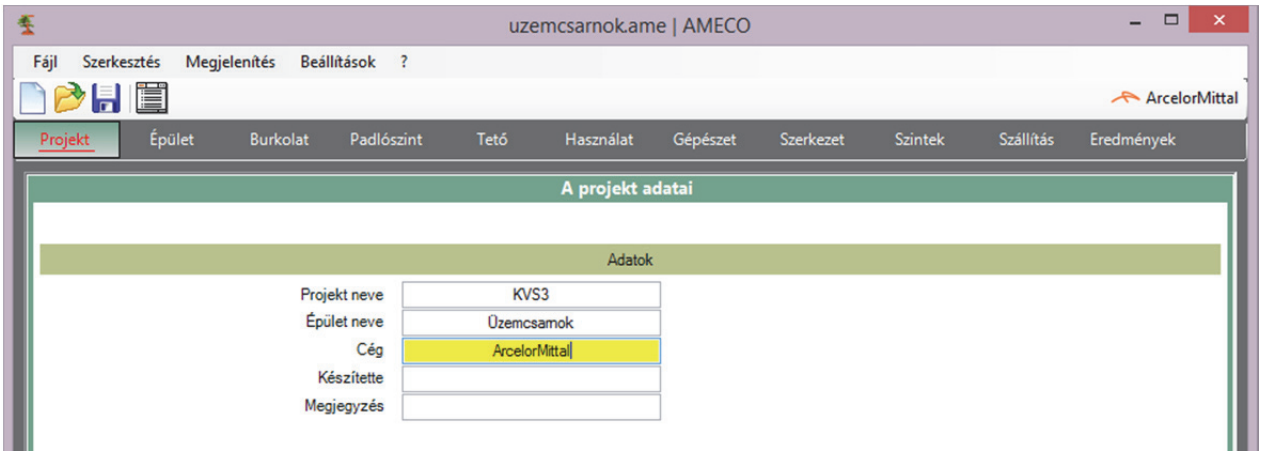
A fűtőrendszer gázüzemű fűtés a beállított fűtési hőmérséklet 20°C. Sem hűtőrendszer sem mechanikus szellőzés, sem HMV rendszer nincs kiépítve az épületben.

7.3.6 Fő hipotézis

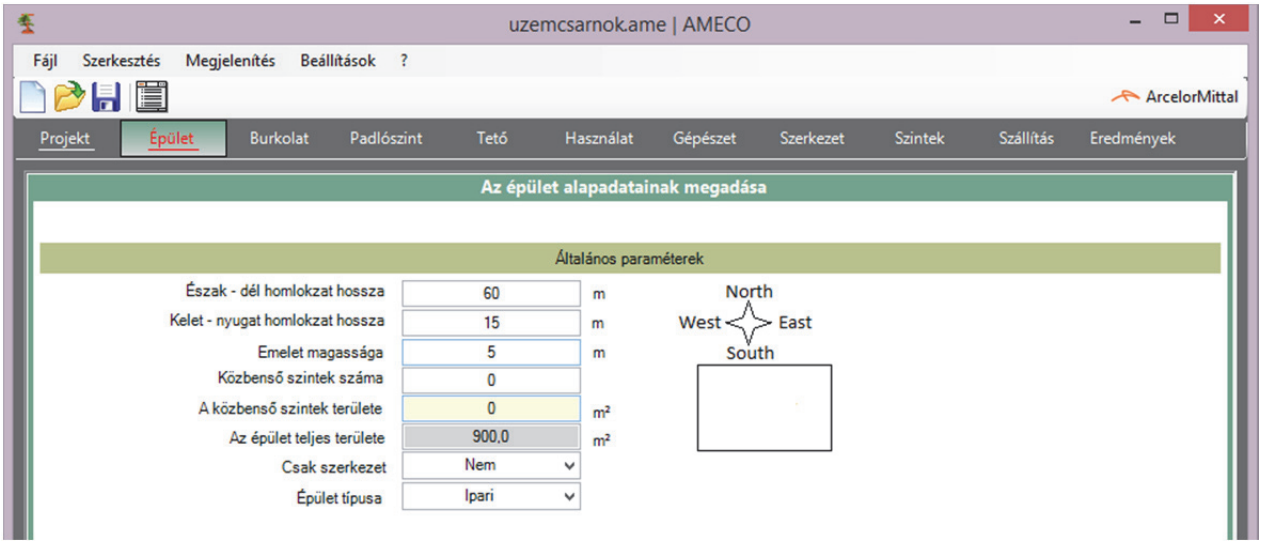
Az alapozást jelen tanulmány nem vizsgálja, valamint a belső válaszfalakat és ajtókat sem. A belső burkolatok és a bútorok sem képezik a vizsgálat tárgyát. Csak az integrált hőhidak miatti extra veszteség, amely az épület energiafelhasználását növeli, van belekalkulálva a számításokba.

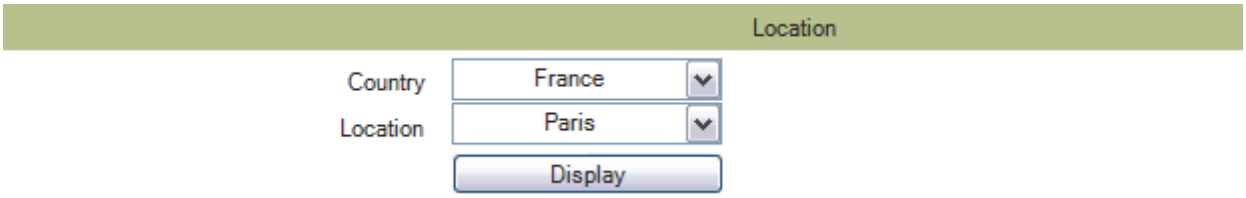
7.3.7 Bemenő adatok

7.3.7.1 Ipari épület általános bemenő adatai az AMECO3-ban

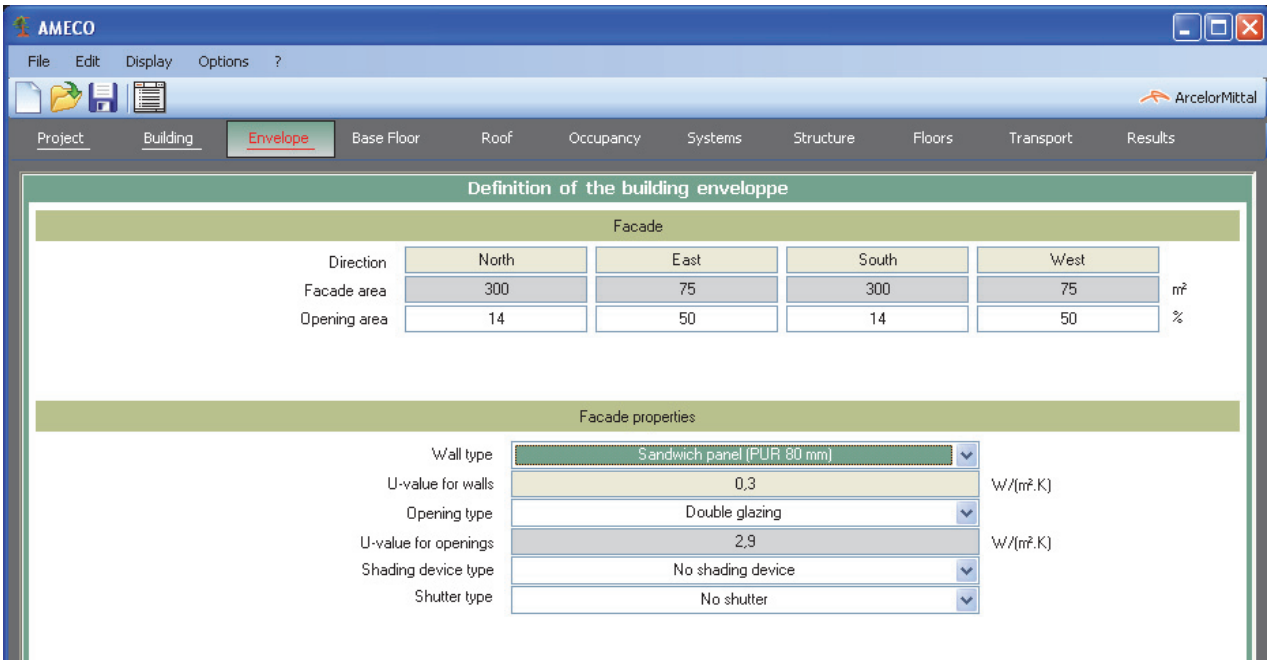


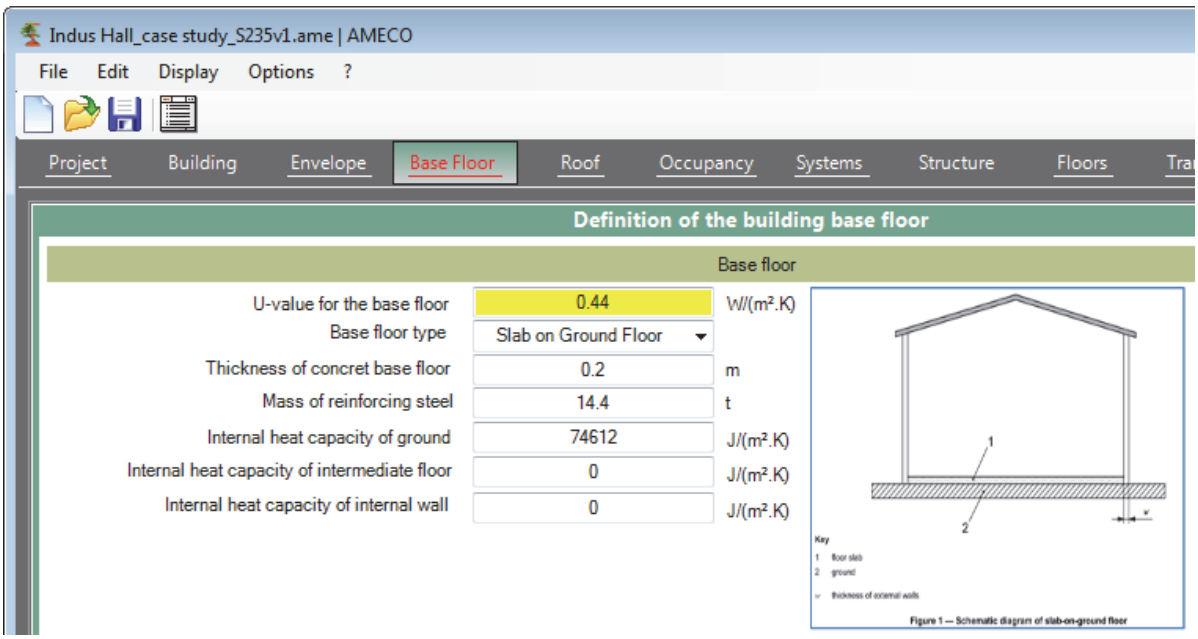
7.3.7.2 Épület méretei (A-C-D modulok)

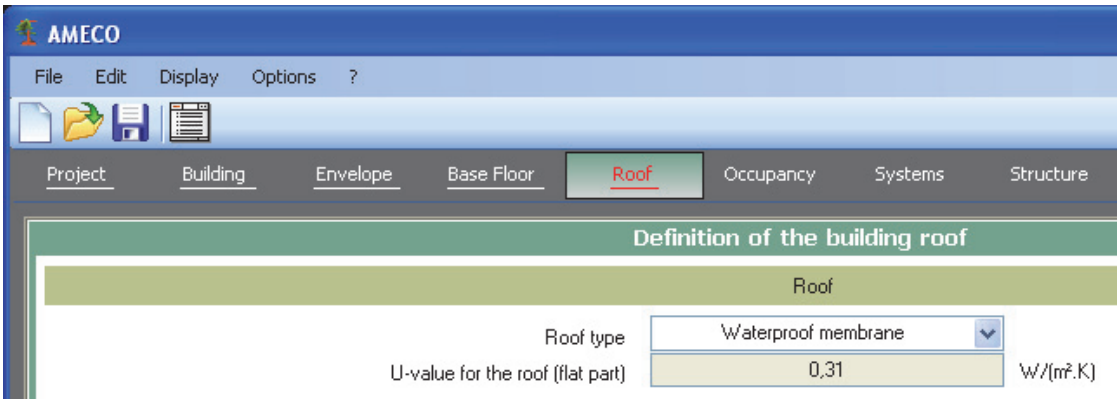




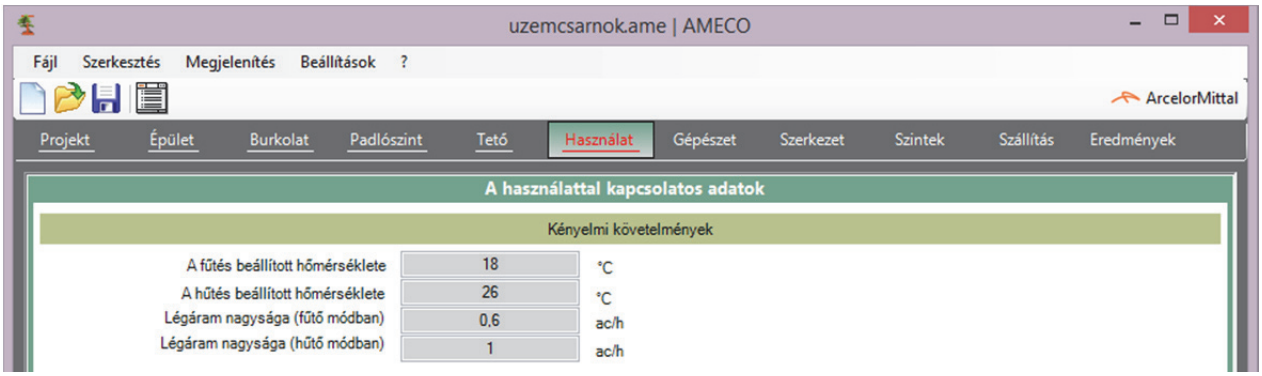
7.3.7.3 Az épületkomponensek bemenő adatai (A-B-C-D modulok)

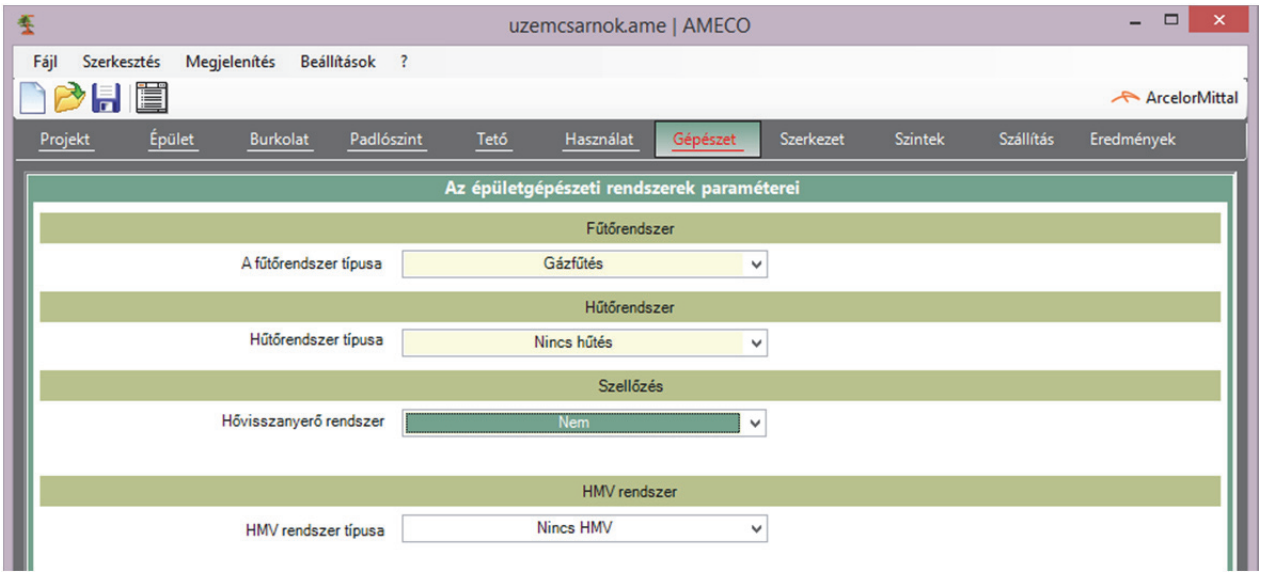






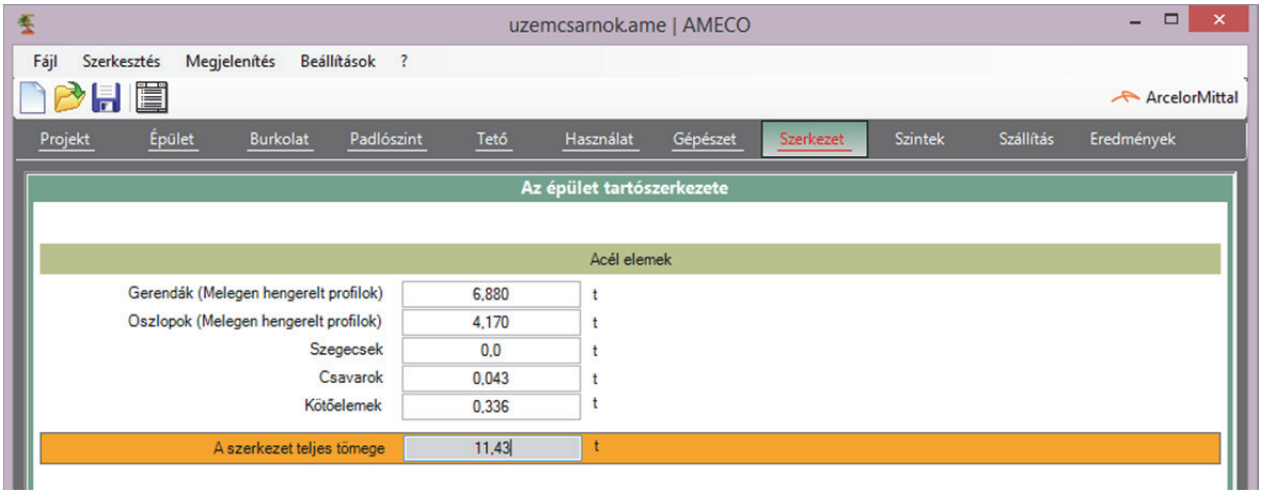
7.3.7.4 Az épület használati fázisának bemenő adatai (B modul)



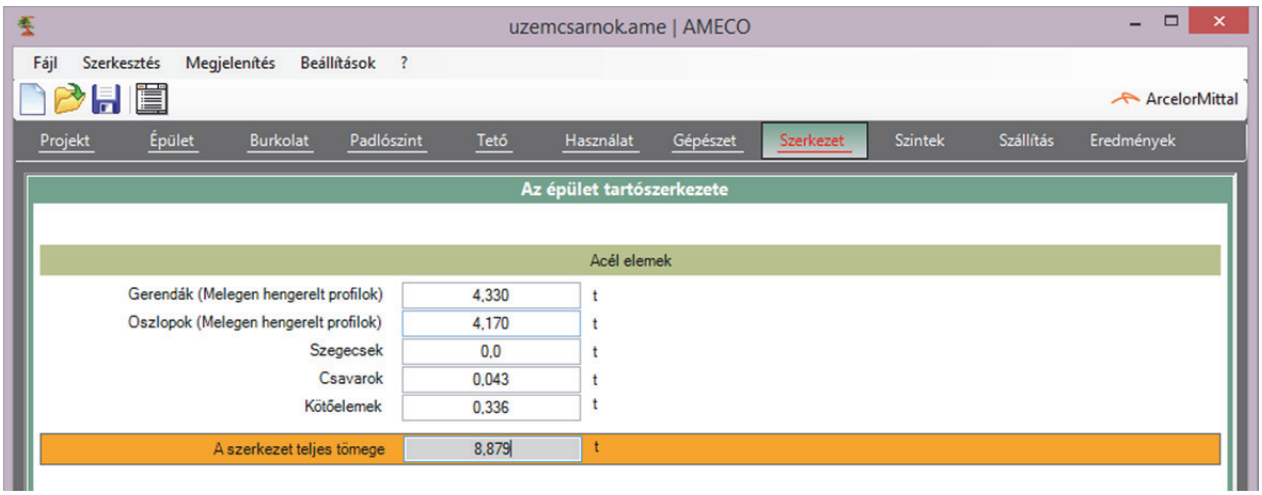


7.3.7.5 Az épület általános szerkezeti adatai (A-C-D modulok)

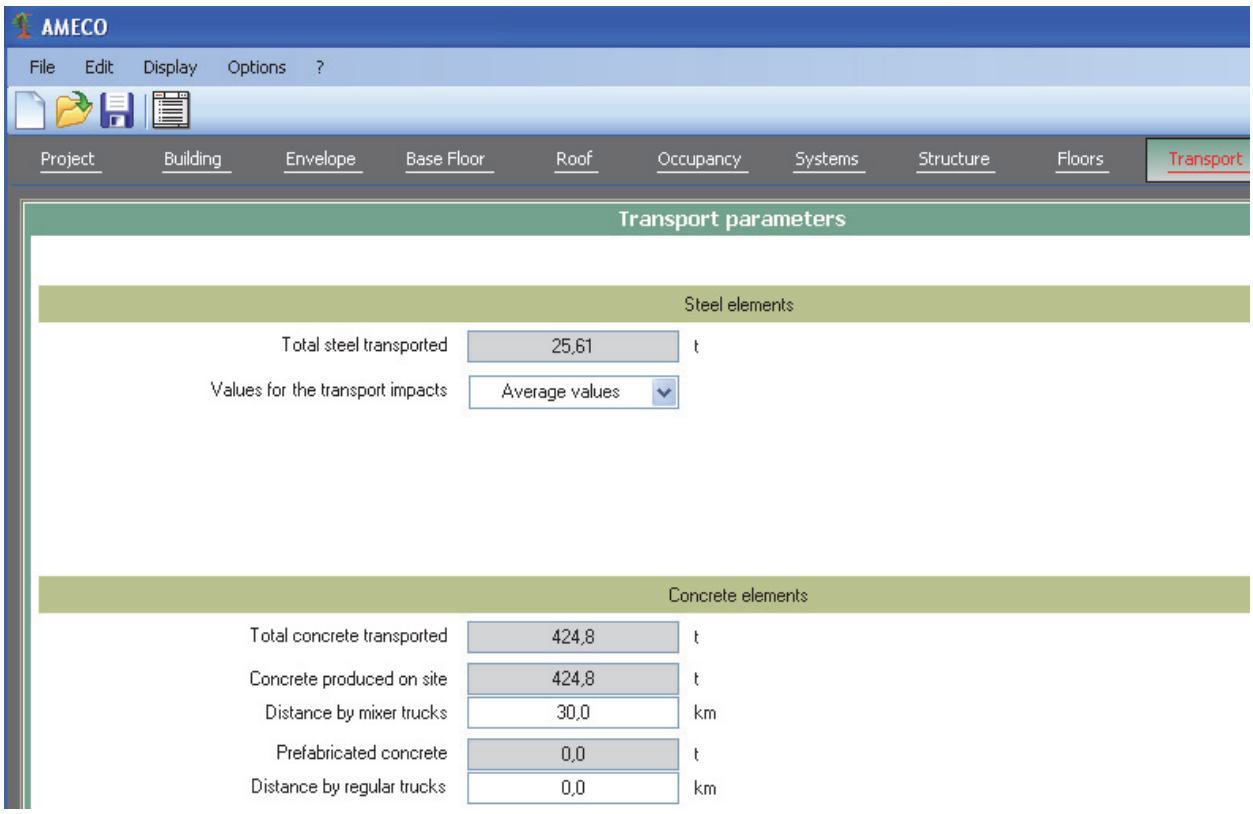
Üzemcsarnok, S235 acél:



Üzemcsarnok, S460 acél:



7.3.7.6 Épületelemek szállítási adatai (A modul)



7.3.8 Az AMECO3-al számított eredmények

7.3.8.1 S235 acél szerkezeti rendszer

A következő táblázat mutatja a környezeti hatások kiszámított eredményeit, S235 szerkezeti rendszerrel.

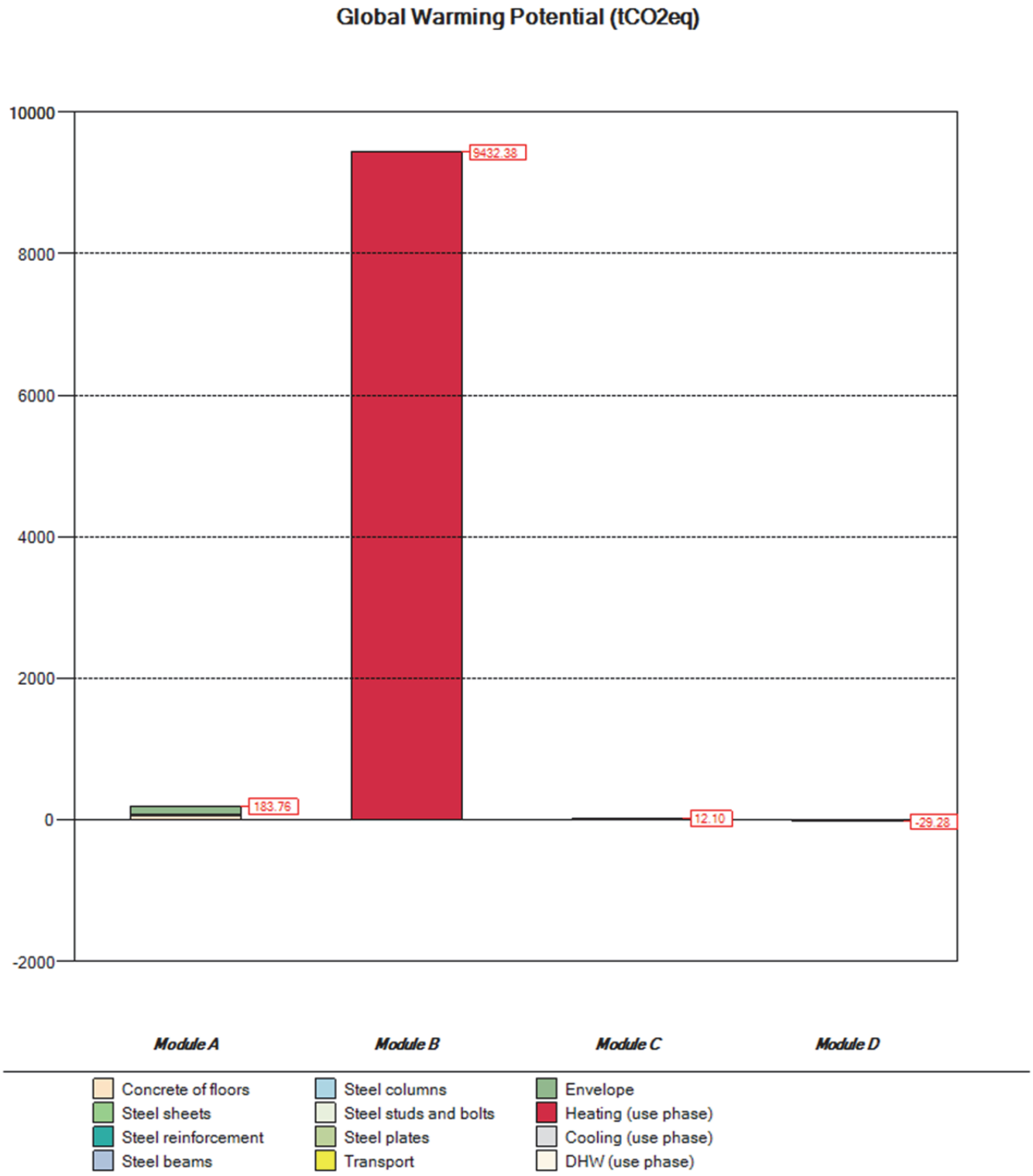
Synthesis of results for Industrial hall

	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

Az eredményekből látható hogy a B modul a domináns minden impaktnál.

A GWP impakt részletezése minden komponensre beleértve a szállítást is részletesen kifejtésre kerül az alábbiakban:

A B modul felelős a globális GWP impakt 99%-áért (beleértve A-D modulokat is) az S235-ös szerkezeti rendszeren alapuló épületnél, ahogy ez a következő grafikonon is látható:

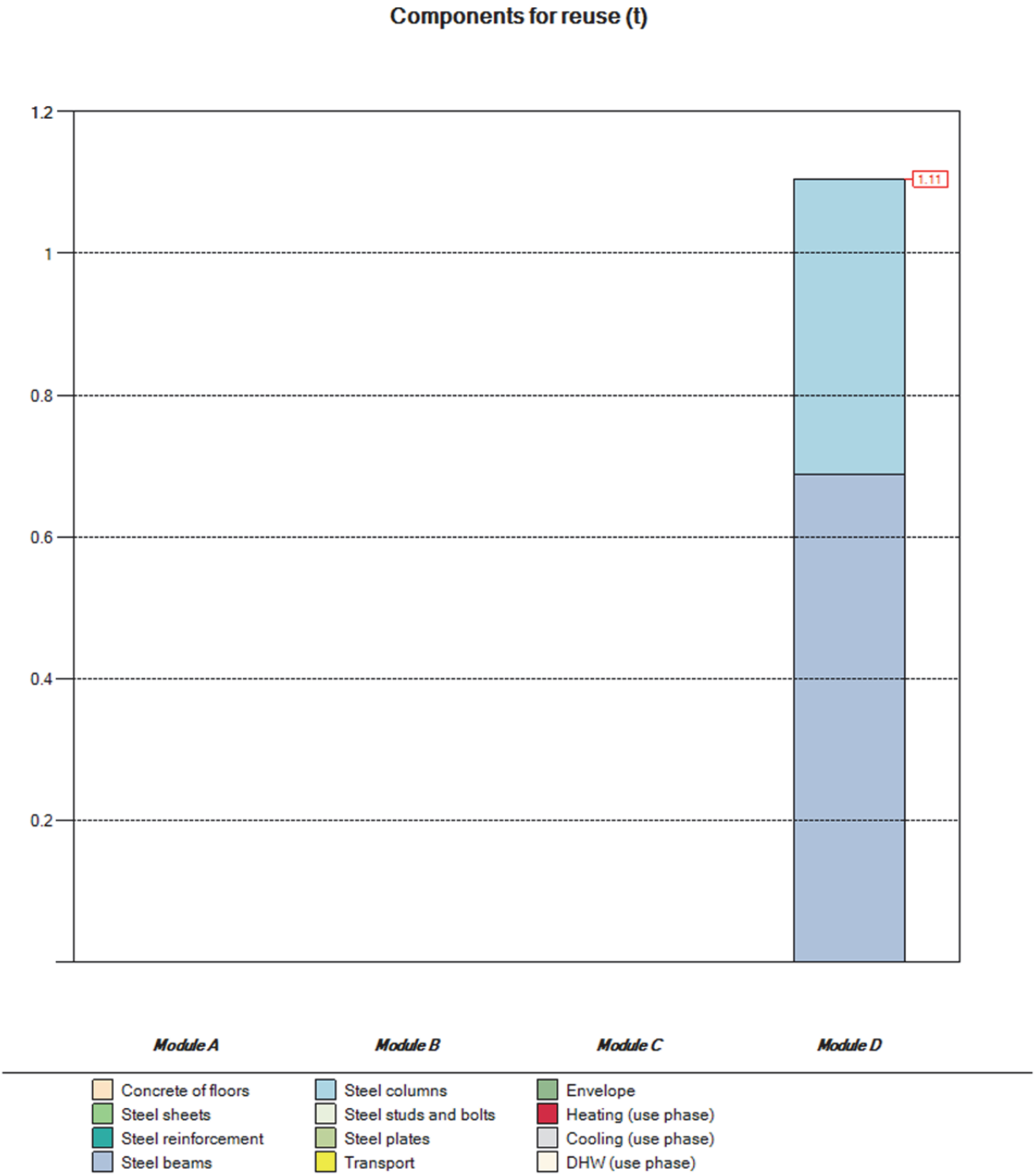


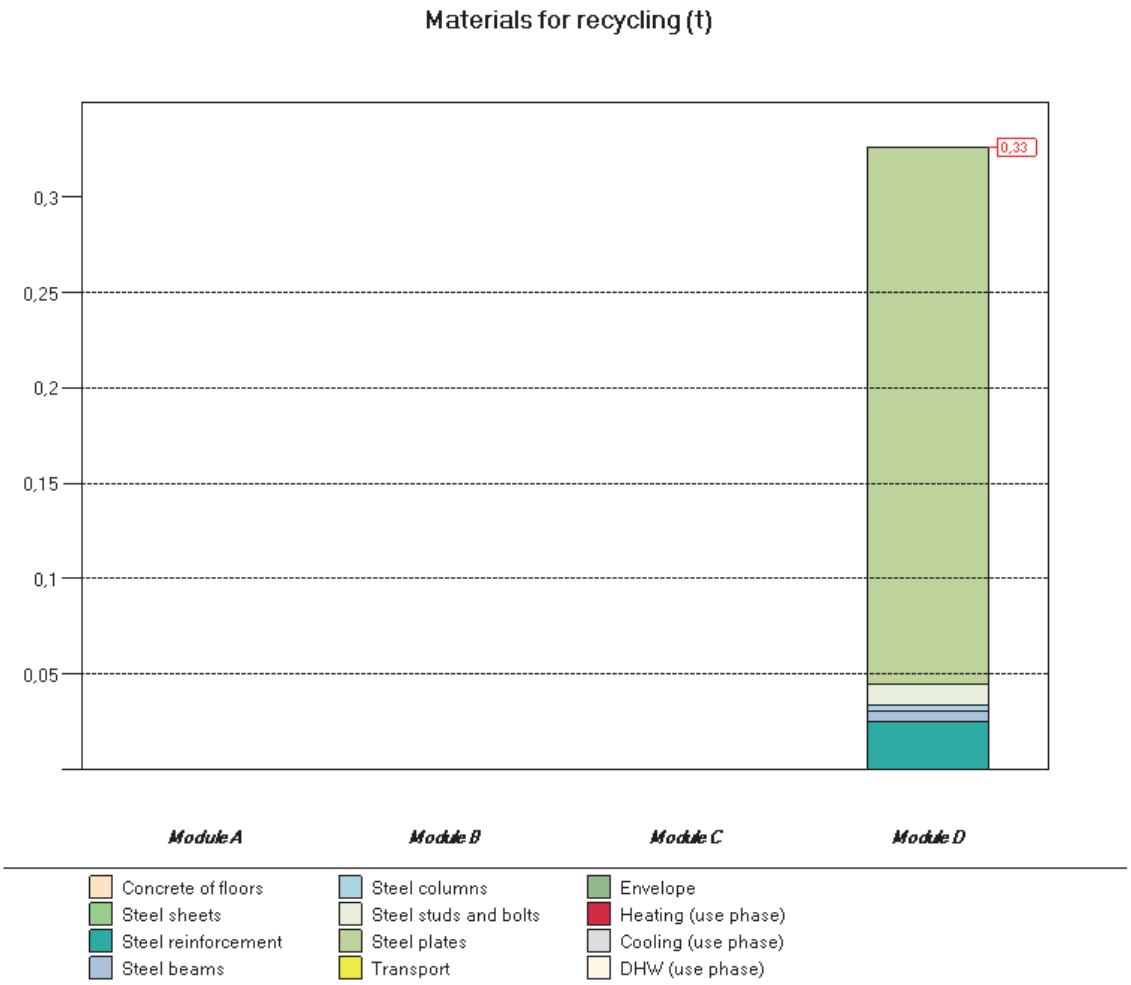
Az szerkezeti rendszer és a burkolati komponensek GWP impaktja látható a következő grafikonon:

Látható hogy az A modul, a burkolat anyagai felelősek az összes GWP impakt 56%-áért.

A szerkezet GWP impaktja 78.6 tCO_2-egyenérték, a beton padlózat miatti GWP impakt 47.31 tCO2-egyenérték, amely 60%-a a szerkezeti rendszer teljes GWP impaktjának.

A D modul mutatja az épület komponenseinek élettartam végi újrahasznosításának előnyét, amely lehet a komponens újrafelhasználása vagy újrahasznosítása.





A fűtési energiafogyasztás 19 kWh/m²év részletezését a következő táblázat mutatja.

Use phase heating

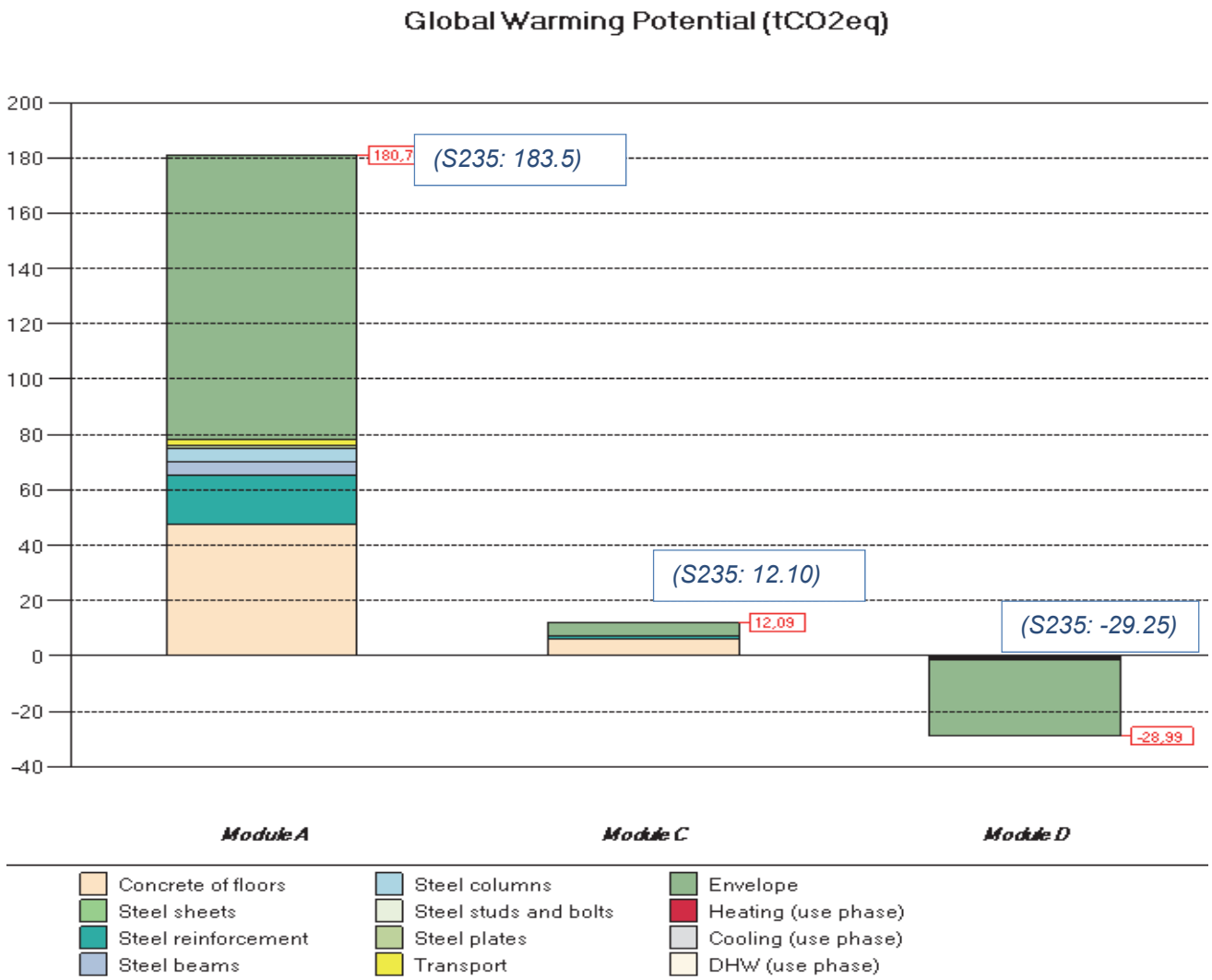
Energy for space heating					
Heat transfer by transmission					
Walls	Glazing	Ext Floor	Roof	Ground	Total
kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year	kWh/year
11050.9	28739.9	0.0	17389.8	11212.7	66993.5
Heat Transfer by ventilation			Heat gains		
Ventilation			Glazed	Opaque	Internal
kWh/year			kWh/year	kWh/year	kWh/year
52169.4			42631.5	1661.1	64941.9

Energy need for heating												
Qh,nd	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
kWh	3642.1	3040.8	2279.5	1099.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	755.8	2582.3	3540.6
kWh/m²	4.0	3.4	2.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.9	3.9

Energy Breakdowns		
Building totals for heating		
Energy need	16948.6	kWh/year
	18.8	kWh/m²/year
Delivered energy	19481.1	kWh/year
COP : 0.87	21.6	kWh/m²/year
Primary	1675.4	kgoe/year
fconv : 0.086	1.9	kgoe/m²/year

7.3.8.2 S460 acél szerkezeti rendszer

Az acél minőségének emelésével az acélszerkezet összsúlya csökkenthető: 6,66 tonna S235 acélnál egészen 4,33 tonnára, amely 2,33 tonna csökkenés az acélszerkezetben. Ami magával hozza az össz GWP csökkenést az A, C és D modulban.



Az acélszerkezet GWP impaktja csökken az acél minőség emelésének következtében, 10,69 t CO_2-ekvivalens, a nettó csökkenés 2,69 tCO2-egyenérték összehasonlítva a S235-ös acél szerkezettel.

A GWP impakt a burkolati komponensek miatt felelős a teljes A modul impakt 57%-áért, amely hasonló az S235 strukturális rendszer használatával elérhető arányhoz.

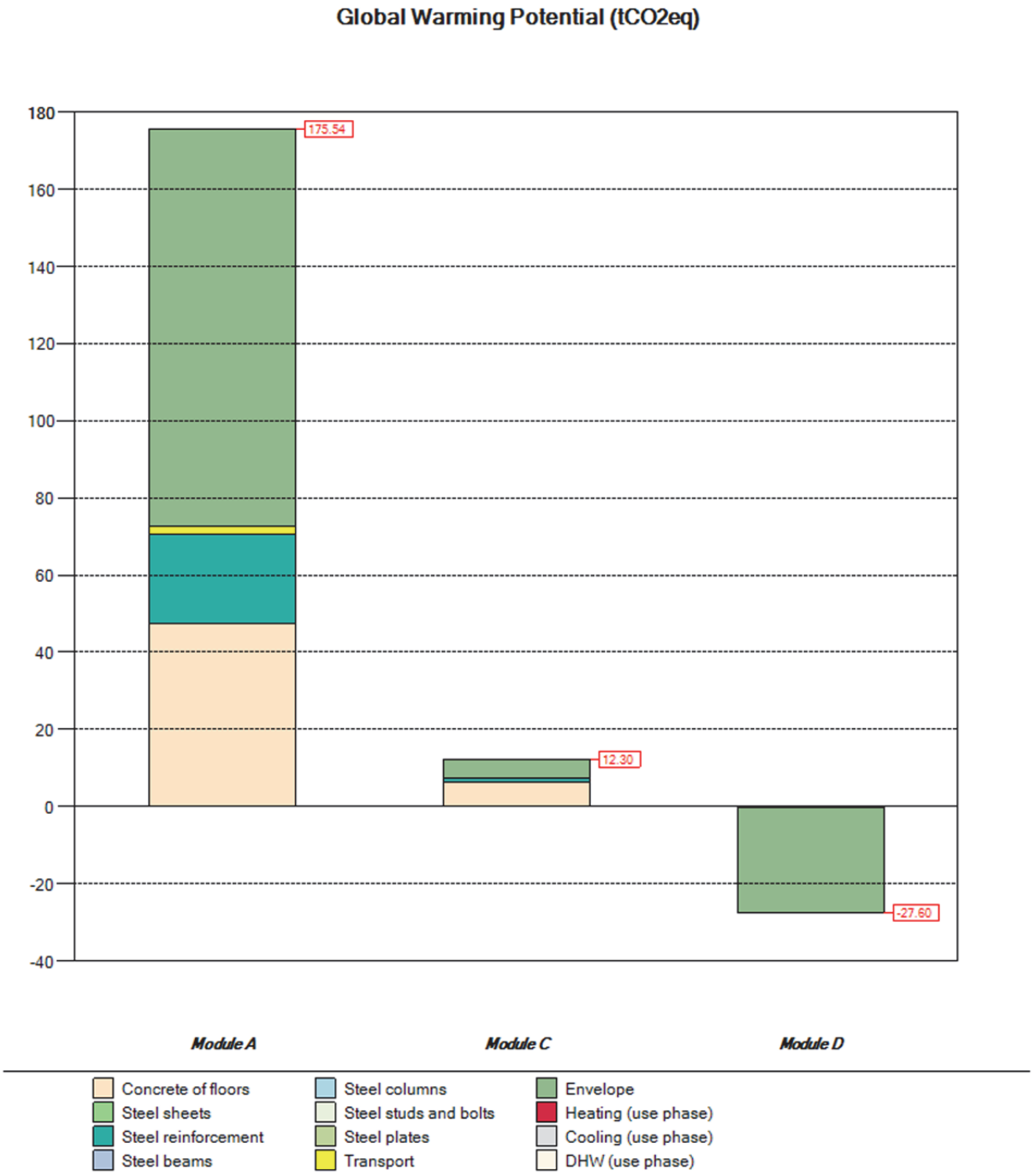
7.3.8.3 Beton szerkezeti rendszer

A következő táblázat mutatja a környezeti hatások összegét beton szerkezetű épületnél.

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**

Láthatjuk, hogy a hatásoknál a használati fázis hatásai ismét dominánsak, valamint megegyeznek az ipari acél szerkezetű épületnél kapott eredményekkel.

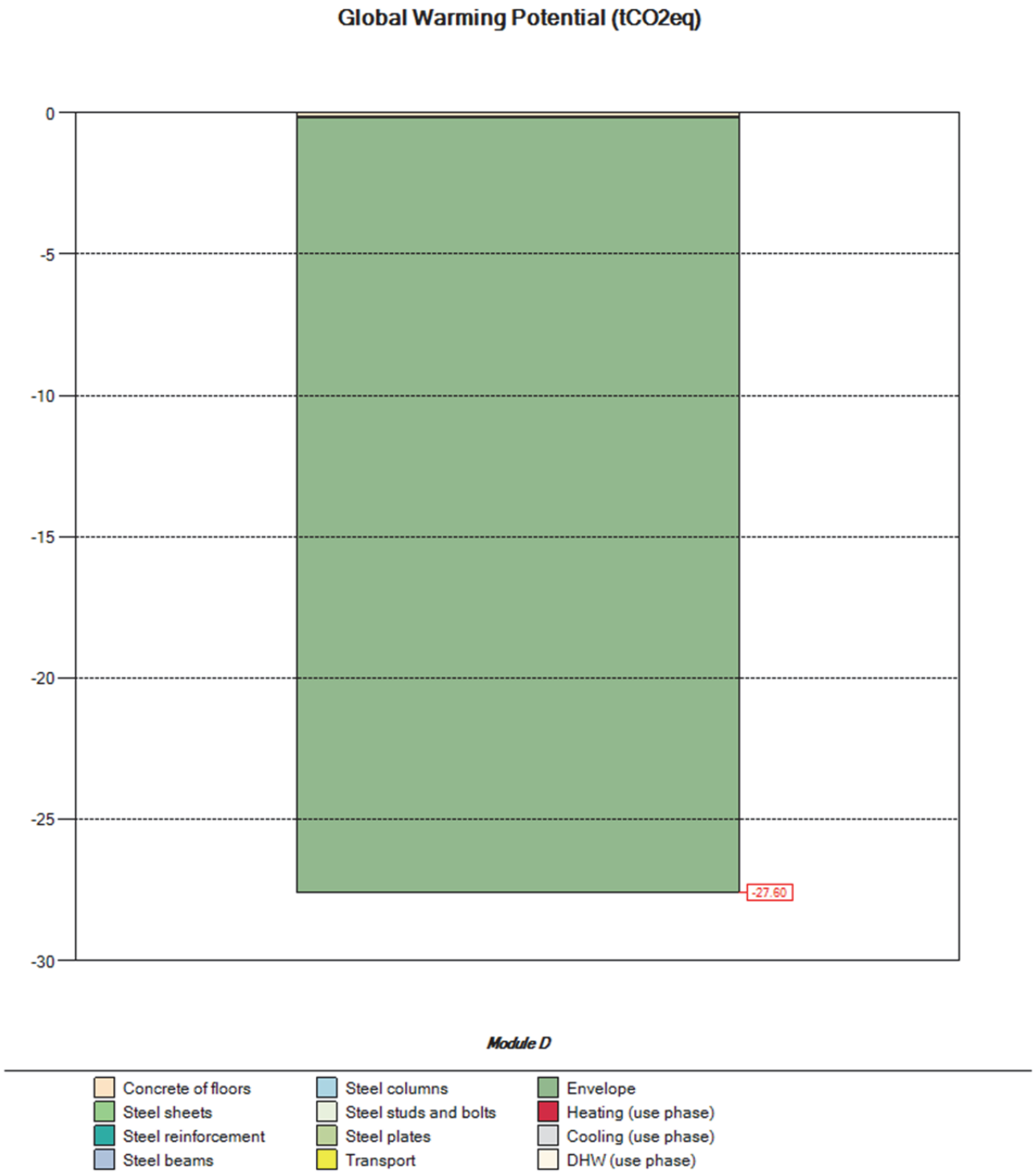
A komponensenkénti és modulonkénti GWP impakt részletes ismertetése a következő diagramokon látható.



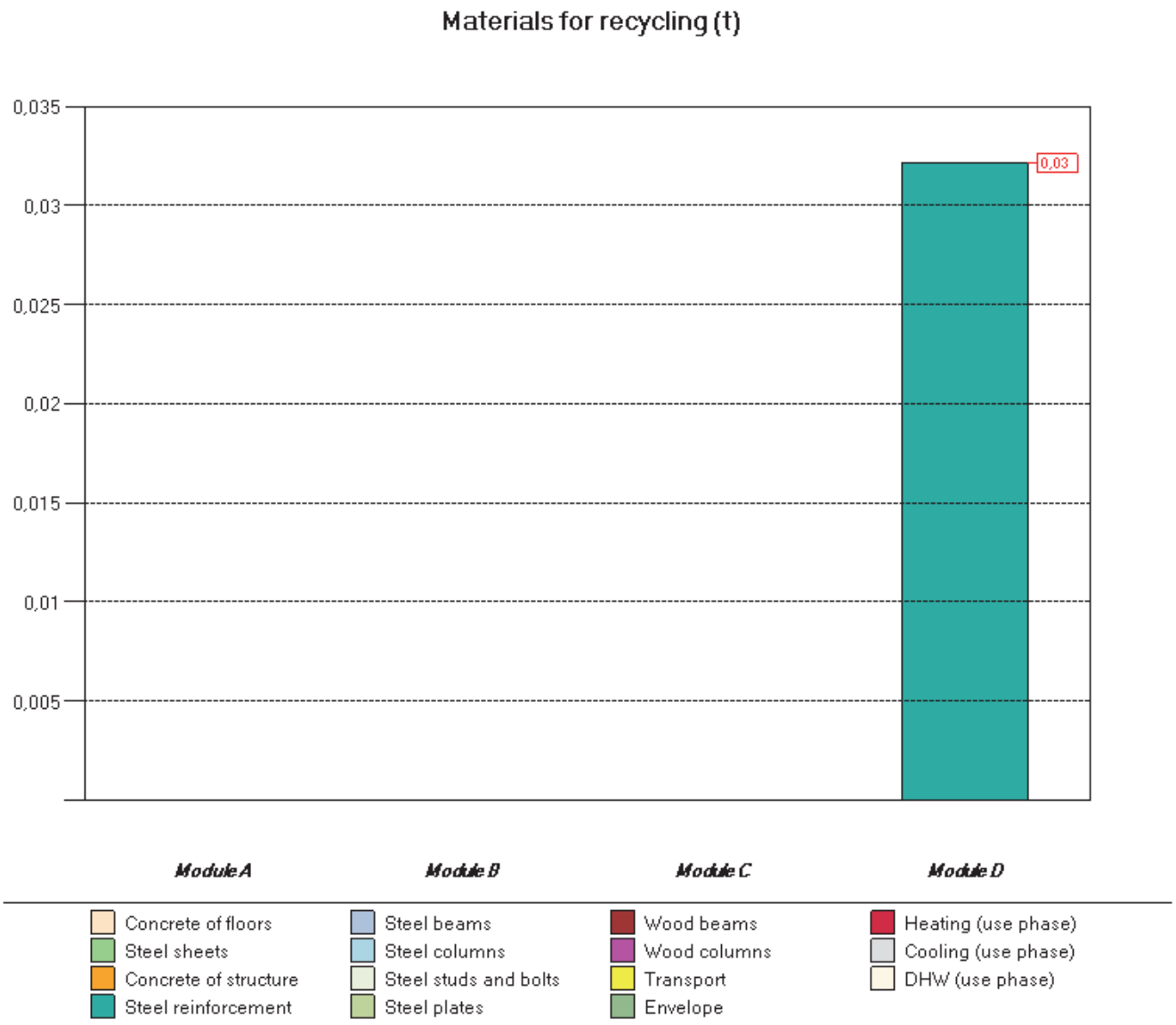
Az A modul GWP impaktja 182,7 t CO_2-egyenérték. A szerkezeti rendszer összes GWP impaktja 79,95 t CO_2- egyenérték, 29 százaléknak felel meg a betonacéloknak köszönhetően.

A betonpadló felelős az összes GWP impakt 26%-áért az A modulban.

A következő grafikon a D modul GWP impaktját mutatja, kiemelve a burkolatban használt újrahasznosítható anyagok előnyét: főleg a könnyűszerkezetű acél elemek használatát a homlokzatban és az acéllemezeket a tetőn.



Az újrahasznosítható anyagok 0,03 tonnát jelentenek, amely az acélépületnél kisebb (0,33 tonna).

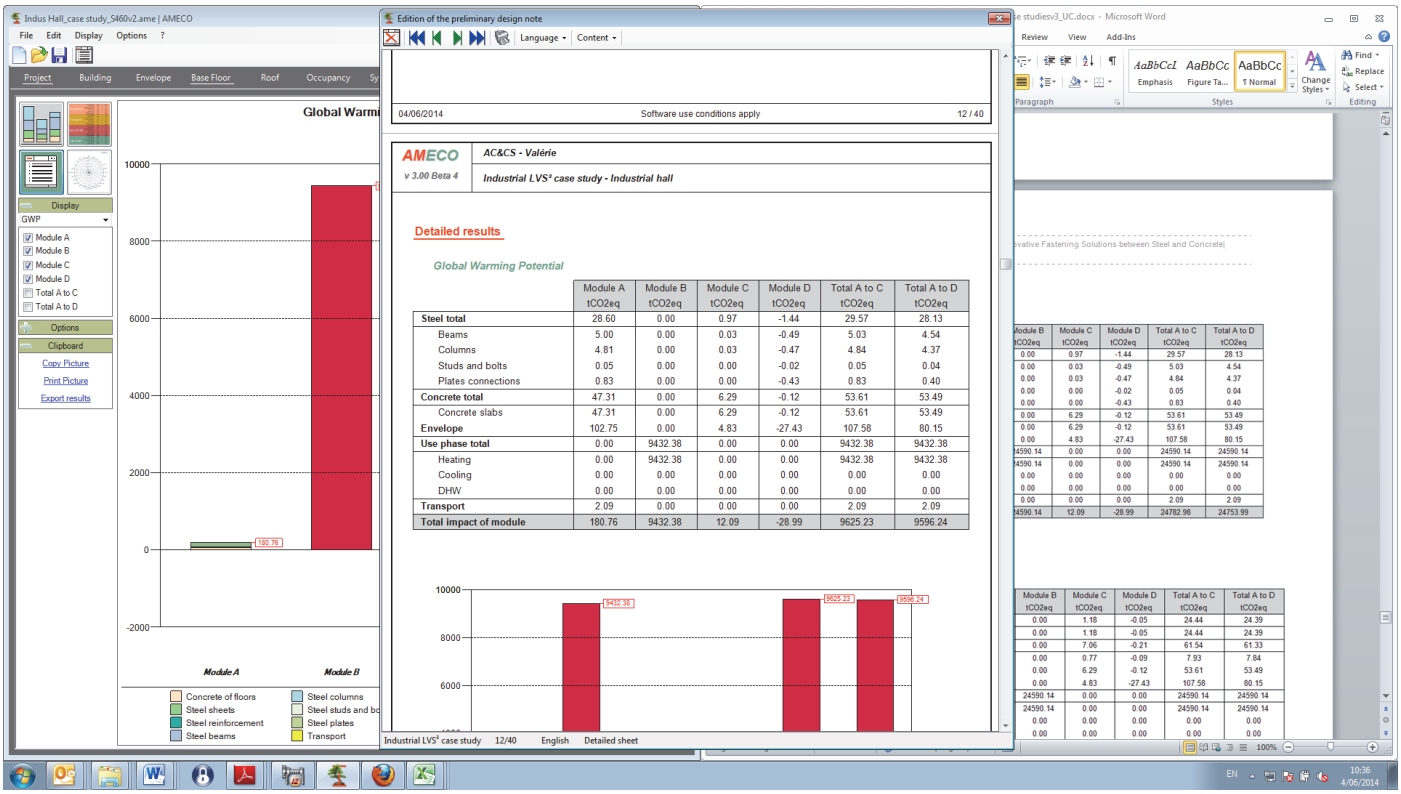


7.3.8.4 A három szerkezeti rendszer GWP hatásainak összehasonlítása

A következő grafikon mutatja a S460 acél és beton szerkezeti rendszer összes GWP impaktjának összehasonlítását az A, C és D modulban.

A részletes eredmények a következők:

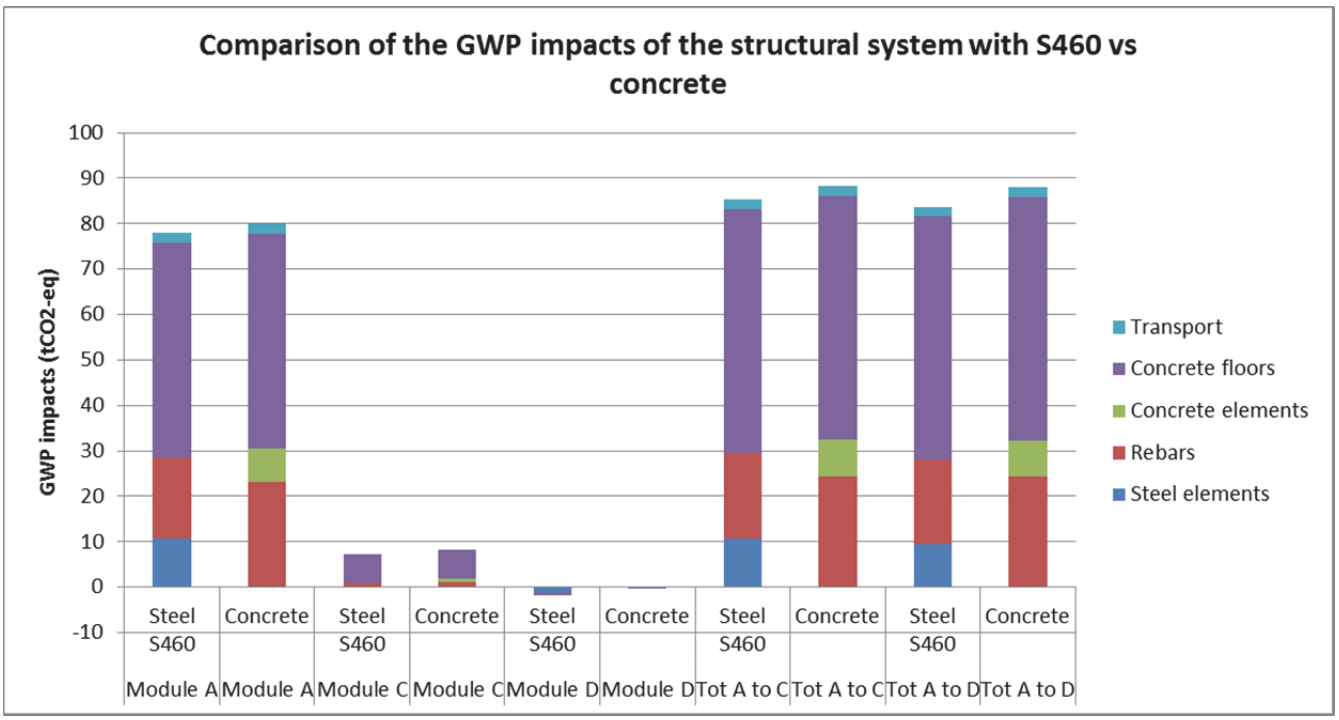
V2 : S460



V3 : beton

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



7.3.9 A szigetelés növelések következtében fellépő környezeti előnyök analízise

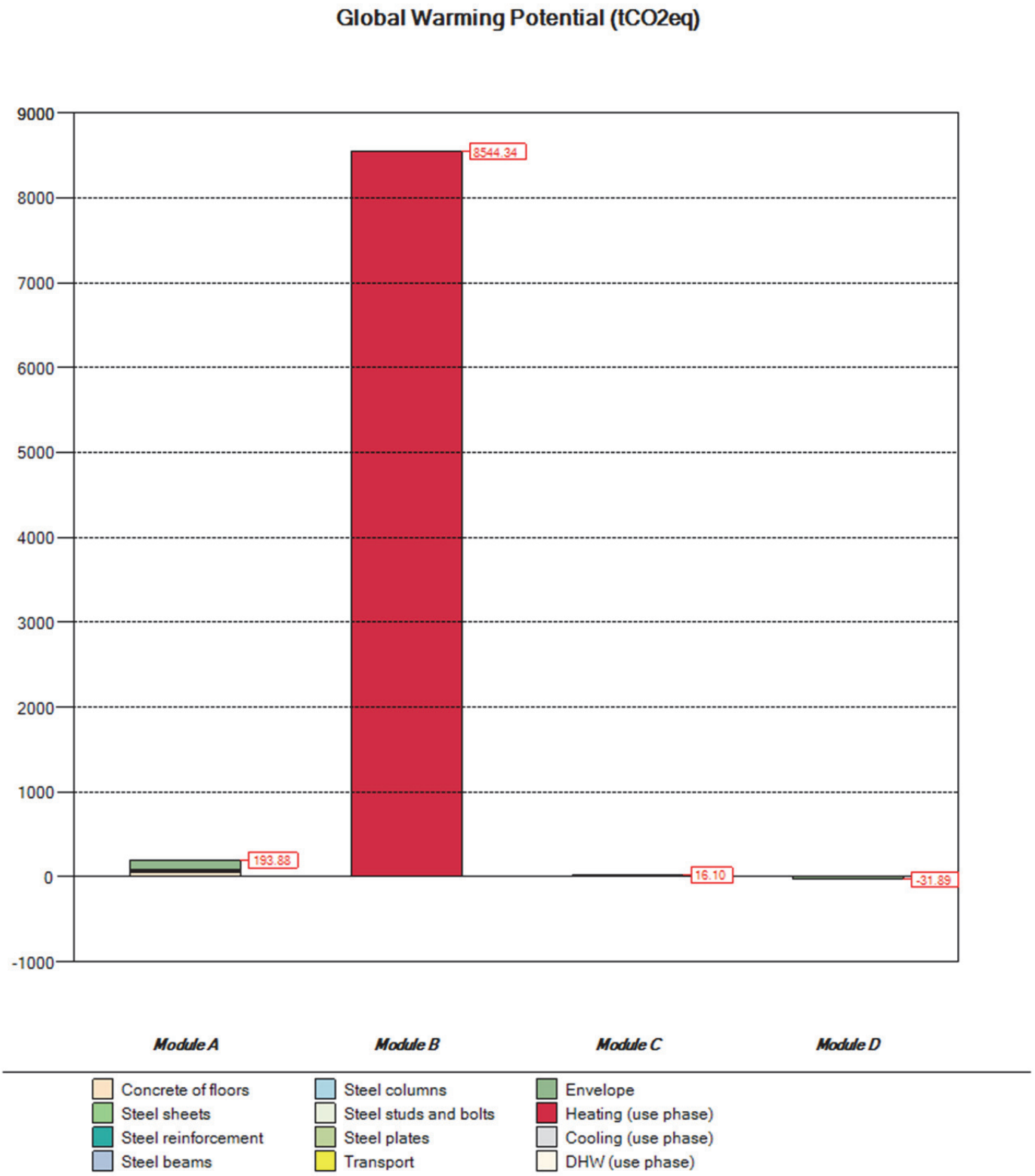
Ahogy az előző fejezetekben látható a használati fázis felel az össze GWP impakt több mint 99%-áért az épület életciklusának folyamán.

Az energiafogyasztás, ezen keresztül a környezeti hatások minimálásának érdekében általánosan alkalmazott megoldás a burkolat komponensek hatékonyságának emelése szigeteléssel.

Az AMECO-val ezen megoldások könnyen elemezhetők.

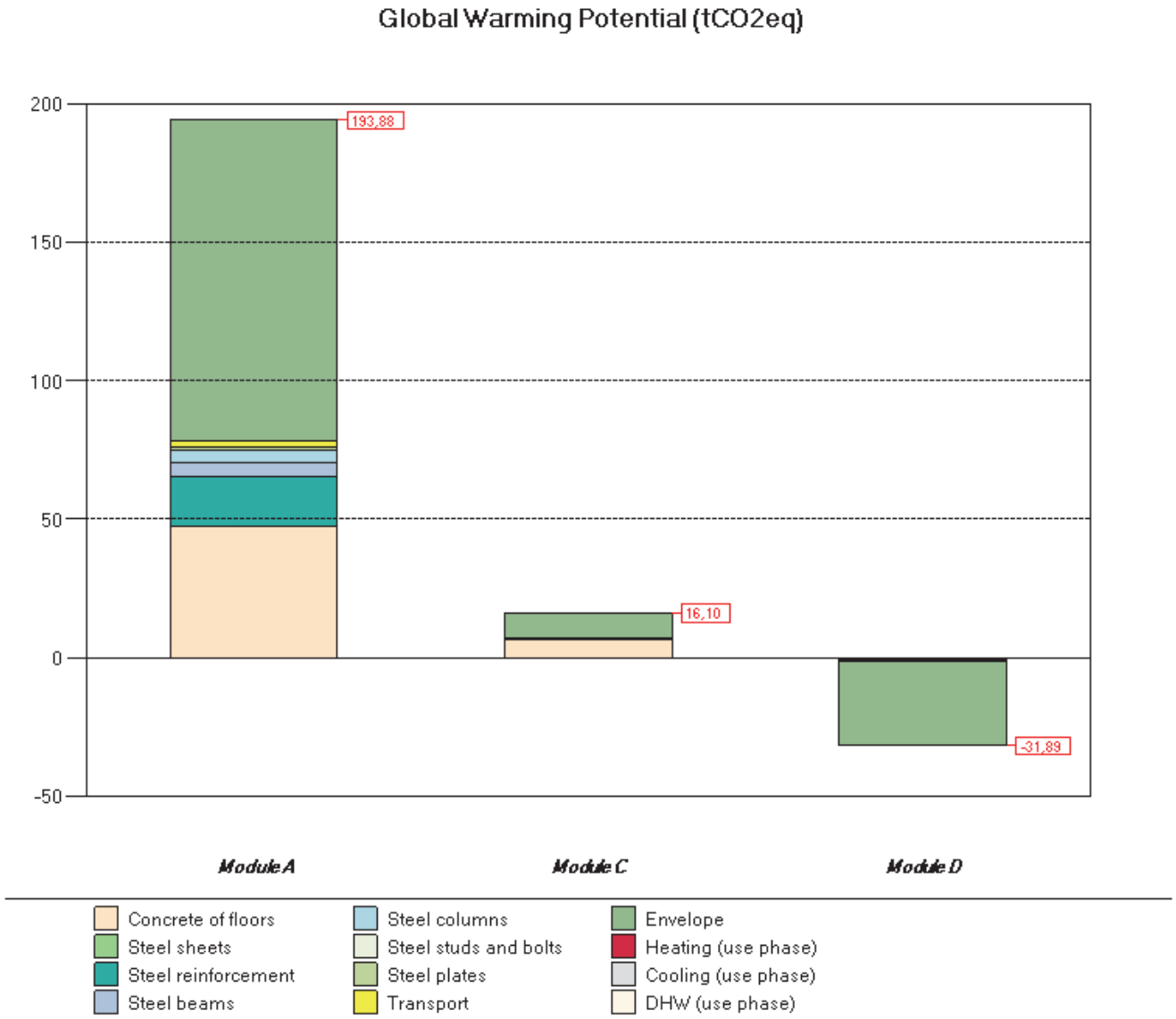
A homlokzati komponensek szigetelésének vastagsága (ebben az esetben szendvicspanelek) 80mm-ről 200mm-re növekszik.

A használati fázis GWP impakt faktora csökken, mintegy nettó 888 tCO2- egyenértéket takarítunk meg.


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**

Az extra szigetelés az A modul GWP impaktját emeli 193,88 t CO_2- egyenértékre, ami 13.12 t CO_2-egyenérték növekedés.

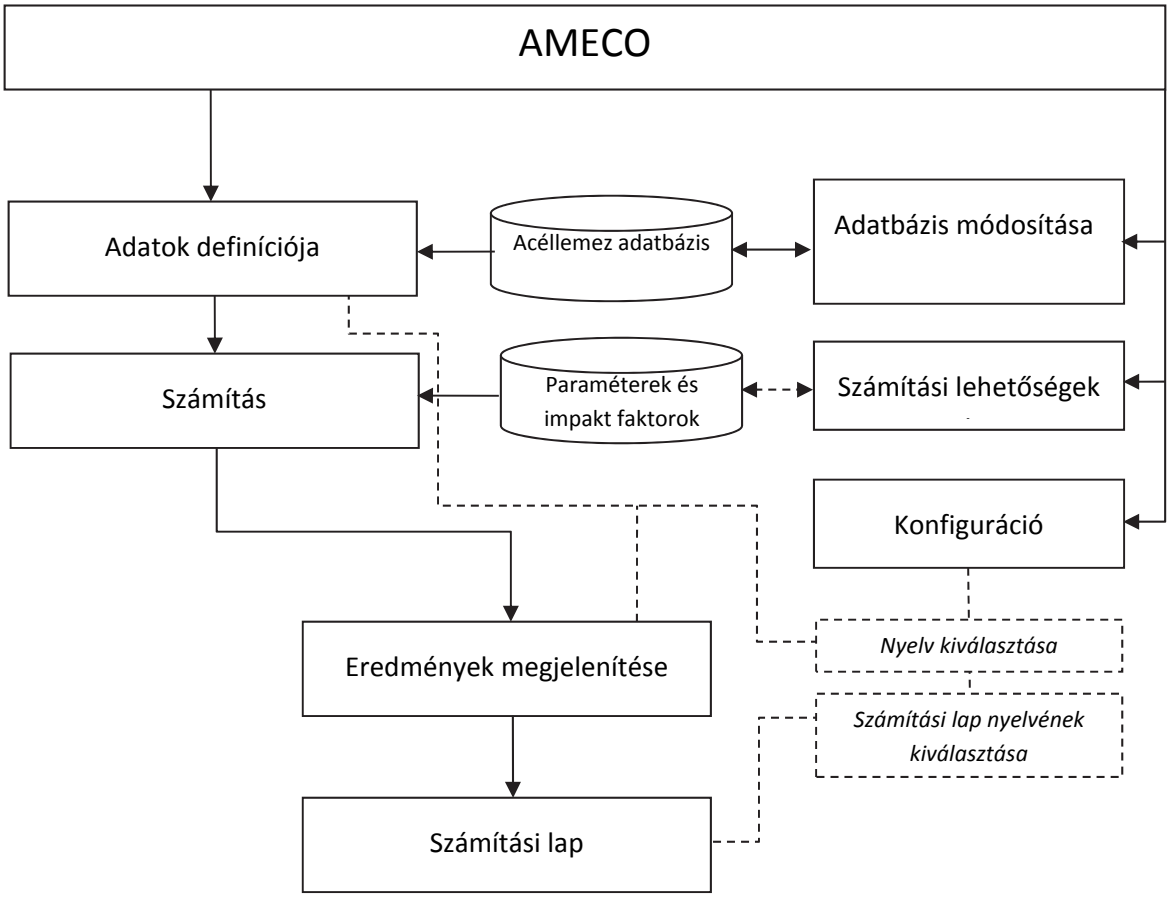


Az energiafelhasználás csökkenésével összehasonlítva ez az érték elenyésző, ez az eredmény rávilágít arra, hogy az épület energiahatékonyság emelése nem elhanyagolható tényező.

8 Hivatkozások

[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

1. melléklet Az ameco globális architektúrája



2. melléklet Nem éghajlati táblázatok

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SZEP	OKT	NOV	DEC
m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hónap hossza	2.6784	2.4192	2.6784	2.5920	2.6784	2.5920	2.6784	2.6784	2.5920	2.6784	2.5920	2.6784
Napok száma	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Munkanapok	23	20	21	22	23	20	23	22	21	23	21	22

11. táblázat: Hónap hossza [10^6 s], Hónap napjai [napok] és Munkanapok száma [napok] az m hónapban

Épülettípus	Terület 1		Terület 2	
	Címke	Alapértelmezett %	Címke	Alapértelmezett %
LÉ	Lakó terület	40	Egyéb	60
IÉ	Iroda terület	80	Egyéb	20
KÉ	Kereskedelmi terület	60	Egyéb	40
IpÉ	Hall	80	Egyéb	20

12. táblázat: Területek definíciója

Redőny típusa	R_{sh} [m2.K/W]	Légáteresztő képesség		
		Δrhigh	Δravg	Δrlow
		[m2.K/W]		
Nincs redőny	0.00	0.00	0.00	0.00
Külső alumínium redőny (nincs szigetelés)	0.01	0.00	0.12	0.00
Külső átlátszatlan fa zsalu (nincs szigetelés)	0.10	0.00	0.16	0.00
Külső fa redőny (nincs szigetelés)	0.10	0.00	0.16	0.00
Külső műanyag redőny (nincs szigetelés)	0.10	0.00	0.16	0.00
Külső fa reluxa	0.01	0.09	0.00	0.00
Külső fém reluxa	0.01	0.09	0.00	0.00
Külső átlátszatlan redőny	0.01	0.09	0.00	0.00
Külső áttetsző roló	0.01	0.09	0.00	0.00
Belső redőny	0.01	0.00	0.00	0.24
Belső átlátszatlan függöny	0.00	0.00	0.00	0.00
Belső átlátszó függöny	0.00	0.00	0.00	0.00
Belső átlátszatlan fa zsalu	0.10	0.00	0.00	0.31
Habtöltetű műanyag redőny	0.15	0.13	0.19	0.26
Fa redőny 25mm-től 30mm vastagságig	0.20	0.14	0.22	0.30

13. táblázat: $R_{sh}, \Delta R_{high}, \Delta R_{avg}, \Delta R_{low}$ további termikus ellenállások, redőnyök specifikus légáteresztő képességeinél

	$\Delta\theta_{er}$
Sarkvidéki	9
Köztes	11
Trópusi	13

14. táblázat: A levegő és az égbolt átlagos hőmérsékletkülönbsége (ISO 13790)

NyílászáróTípus	gn	U-érték
Dupla üvegezés	0.78	2.9
Dupla üvegezés alacsony emissziójú (1. típus)	0.72	1.7
Dupla üvegezés alacsony emissziójú (2. típus)	0.67	1.4
Dupla üvegezés alacsony emissziójú (3. típus)	0.65	1.2

15. táblázat: Napenergia áteresztés merőleges sugárzásnál, U értékek (forrás EN 15193)

Fal makro komponens	U-érték	km
B2010.20.1a(Kőzetgyapot)	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(Parafa)	0,296	13391
B2010.20.2a(Kőzetgyapot)	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(Parafa)	0,305	62047
B2010.20.2f(Üveggyapot)	0,305	62047

16. táblázat: Fal típusa

Fűtőrendszer hatékonysága	
Elektromos fűtés	1
Gázüzemű fűtés	0.87
Folyékony tüzelőanyagú fűtés	0.8
Szilárd tüzelőanyagú fűtés	0.6
Split (Fűtés)	4

17. táblázat: Fűtési rendszer hatékonysága

Hűtőrendszer hatékonysága	
Split (Hűtés)	3
Hűtőgép (kompressziós ciklusú)	3
Hűtőgép (abszorpciós ciklusú)	0.8
Nincs hűtés	0.0

18. táblázat: Hűtőrendszer hatékonysága

HMV rendszer hatékonysága	
Elektromos bojler	0.9
Gáz bojler	0.6
Különálló vízmelegítő (kondenzációs)	0.72
Különálló vízmelegítő	0.4
Nincs HMV	0.0

19. táblázat: HMV rendszer hatékonysága

Energia típus	
Elektromos	0.29
Gáz	0.086
Folyékony tüzelőanyag	0.086
Szilárd tüzelőanyag	0.086
Biomassza	0

20. táblázat: Elsődleges energia konverziós faktor a végső energia típusától függően

	Árnyékoló színe		
Árnyékoló típusa	Világos	Köztes	Sötét
Nincs redőny	1.00	1.00	1.00
Külső alumínium redőny (nincs szigetelés)	0.03	0.05	0.06
Külső átlátszatlan fa zsalu (nincs szigetelés)	0.04	0.05	0.07
Külső fa redőny (nincs szigetelés)	0.04	0.07	0.09
Külső műanyag redőny (nincs szigetelés)	0.04	0.07	0.09
Külső fa reluxa	0.08	0.08	0.08
Külső fém reluxa	0.09	0.09	0.09
Külső átlátszatlan redőny	0.04	0.06	0.08
Külső áttetsző roló	0.16	0.18	0.2
Belső redőny	0.47	0.59	0.69
Belső átlátszatlan függöny	0.37	0.46	0.55
Belső átlátszó függöny	0.39	0.48	0.58
Belső átlátszatlan fa zsalu	0.35	0.46	0.58
Külső műanyag redőny szigeteléssel	0.04	0.07	0.09
Fa redőny 25mm-től 30mm vastagságig	0.04	0.05	0.07

21. táblázat: Árnyékolóval ellátott ablak napenergia hőátbocsátási tényezője

	λ	ρc
Agyag vagy iszap	1.5	3000000.00
Homok vagy kavics	2	2000000.00
Homogén kőzet	3.5	2000000.00
Alapértelmezett	2	2000000.00
Felhasználó által definiált	1.5	1700000.00

22. táblázat : A talaj hővezető képessége és hőkapacitása (ISO 13370)

Épület típusa	Éjszakai fűtés	Nappali hűtés
RB	*Igen*	*Igen*
OB	*Nem*	*Igen*
CB	*Nem*	*Nem*
IB	*Nem*	*Nem*

23. táblázat: Alapértelmezett értékek az “Éjszakai fűtés” és “Nappali hűtés” módokra

Tető makro komponens	U-érték
Tető komponens 1	1.0
Tető komponens 2	2.0

24. táblázat: Tető makro komponensek

	Fűtési mód						Hűtési mód					
Árnyékoló BE												
Régió	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
Árnyékoló KI												
Régió	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

25. táblázat: Éghajlati régiók korrekciós tényezői

			Lakóépületek					
			Terület 1 (Nappali plusz konyha)			Terület 2 (Egyéb légkondicionált területek)		
			Tól	Ig	Nyereség (W/m^2)	Tól	Ig	Nyereség (W/m^2)
Használat	Hétfőtől péntekig	1. periódus	07.00	17.00	8.0	07.00	17.00	1.0
		2. periódus	17.00	23.00	20.0	17.00	23.00	1.0
		3. periódus	23.00	07.00	2.0	23.00	07.00	6.0
	Szombat és vasárnap	1. periódus	07.00	17.00	8.0	07.00	17.00	2.0
		2. periódus	17.00	23.00	20.0	17.00	23.00	4.0
		3. periódus	23.00	07.00	2.0	23.00	07.00	6.0
Megvilágítás	Hétfőtől péntekig	1. periódus	0	0	0	0	0	0
		2. periódus	0	0	0	0	0	0
		3. periódus	0	0	0	0	0	0
	Szombat és vasárnap	1. periódus	0	0	0	0	0	0
		2. periódus	0	0	0	0	0	0
		3. periódus	0	0	0	0	0	0

26. táblázat: Használat és megvilágítási forgatókönyvek lakóházak számára, alapértelmezett értékek

			Irodaépületek					
			Terület 1: Irodai terek			Terület 2: Egyéb szobák, előterek, folyosók		
			Tól	Ig	Nyereség	Tól	Ig	Nyereség
Használat	Hétfőtől péntekig	1. periódus	07.00	17.00	20.0	07.00	17.00	8.0
		2. periódus	17.00	23.00	2.0	17.00	23.00	1.0
		3. periódus	23.00	07.00	2.0	23.00	07.00	1.0
	Szombat és vasárnap	1. periódus	07.00	17.00	2.0	07.00	17.00	1.0
		2. periódus	17.00	23.00	2.0	17.00	23.00	1.0
		3. periódus	23.00	07.00	2.0	23.00	07.00	1.0
Megvilágítás	Hétfőtől péntekig	1. periódus	0	0	0	0	0	0
		2. periódus	0	0	0	0	0	0
		3. periódus	0	0	0	0	0	0
	Szombat és vasárnap	1. periódus	0	0	0	0	0	0
		2. periódus	0	0	0	0	0	0
		3. periódus	0	0	0	0	0	0

27. táblázat: Használat és megvilágítási forgatókönyvek irodaépületek számára, alapértelmezett értékek

			Kereskedelmi épületek					
			Terület 1			Terület 2		
			Tól	Ig	Nyereség	Tól	Ig	Nyereség
Használat	Hétfőtől péntekig	1. periódus	5	17	8	5	17	1
		2. periódus	17	23	20	17	23	1
		3. periódus	23	7	2	23	7	6
	Szombat és vasárnap	1. periódus	5	17	8	5	17	2
		2. periódus	17	23	20	17	23	4
		3. periódus	23	7	2	23	7	6
Megvilágítás	Hétfőtől péntekig	1. periódus	6	9	0	6	9	0
		2. periódus	17	23	6	17	23	6
		3. periódus	23	8	0	23	8	0
	Szombat és vasárnap	1. periódus	6	9	0	6	9	0
		2. periódus	17	23	6	17	23	6
		3. periódus	23	8	0	23	8	0

28. táblázat: Használat és megvilágítási forgatókönyvek kereskedelmi épületek számára, alapértelmezett értékek

			Ipari épületek					
			Terület 1			Terület 2		
			Tól	Ig	Nyereség	Tól	Ig	Nyereség
Használat	Hétfőtől péntekig	1. periódus	7	17	8	7	17	1
		2. periódus	17	23	20	17	23	1
		3. periódus	23	7	2	23	7	6
	Szombat és vasárnap	1. periódus	7	17	8	7	17	2
		2. periódus	17	23	20	17	23	4
		3. periódus	23	7	2	23	7	6
Megvilágítás	Hétfőtől péntekig	1. periódus	8	9	0	8	9	0
		2. periódus	17	23	6	17	23	6
		3. periódus	23	8	0	23	8	0
	Szombat és vasárnap	1. periódus	8	9	0	8	9	0
		2. periódus	17	23	6	17	23	6
		3. periódus	23	8	0	23	8	0

29. táblázat: Használat és megvilágítási forgatókönyvek ipari épületek számára, alapértelmezett értékek

Mezők	mértékegység	Lakó	Iroda	Keresk.	Ipari
Fűtési hőmérséklet	°C	20	20	20	18
Hűtési hőmérséklet	°C	26	26	26	26
Légáram nagysága (fűtés) (a minimális érték, amely jó beltéri levegőminőséget biztosít)	ac/h	0.60	0.60	0.60	0.60
Légáram nagysága (hűtés)	ac/h	1.00	1.00(	1.00(	1.00

30. táblázat: Alapértelmezett értékek beltéri körülményekre

Mezők	Lakó	Iroda	Kereskedelmi	Ipari
Kezdés időpontja	17h00	07h00	09h00	08h00
Befejezés időpontja	23h00	17h00	19h00	17h00
Napok száma egy héten	7	5	6	5

31. táblázat : Fűtési rendszerek alapértelmezett értékei

Fűtés/Hűtés rendszer típusa	Alapértelmezett "Felhasznált energia"
Elektromos	Elektromos
Gáz	Gáz
Folyékony tüzelőanyagú fűtés	Folyékony tüzelőanyag
Szilárd tüzelőanyagú fűtés	Szilárd tüzelőanyag
Split (fűtés)	Elektromos
Split hűtés	Elektromos
Kompressziós hűtő	Elektromos
Abszorpciós hűtő	Elektromos

32. táblázat: Fűtés / hűtés, felhasznált energia alapértelmezett értékek

Mezők	Lakó	Iroda	Kereskedelmi	Ipari
Napok száma / hét	7	5	6	5

33. táblázat: Alapértelmezett értékek "Munkanapok száma a hűtés működtetéséhez"

HMV rendszer típusa	Alapértelmezett érték "*Felhasznált energia*"
Elektromos bojler	Elektromos
Gáz bojler	Gáz
Különálló kondenzációs vízmelegítő	Gáz
Különálló vízmelegítő	Gáz

34. táblázat: HMV rendszer felhasznált energia, alapértelmezett értékek

3. melléklet Éghajlati táblázatok

Ország : **Portugália**
Szélesség: 40
Klíma: Köztes
GeigerKlíma: Csb

		JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SZEP	OKT	NOV	DEC
Beeső napsugárzás W/m2	Észak	22.7	33.2	45.1	56.1	69.1	76.9	68.9	57.7	48.1	35.9	27.1	22.0
	Kelet	55.2	67.5	96.0	122.0	125.5	132.3	132.1	122.5	103.7	75.2	49.9	43.9
	Dél	141.5	128.4	151.6	141.7	113.9	112.5	119.7	147.0	153.8	152.5	111.9	111.8
	Nyugat	56.7	66.8	96.4	121.4	126.1	146.8	148.6	144.8	110.6	87.5	48.7	43.0
	Tető	87.8	107.7	170.8	220.7	241.7	277.4	282.7	260.3	197.9	138.4	84.4	69.7
Levegő hőm. [°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

35. táblázat: Klimatikus adatok, helyszín: **Coimbra**

Ország: **Finnország**
Szélesség: 61
Klíma: Köztes
GeigerKlíma: Dfc

		JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SZEP	OKT	NOV	DEC
Beeső napsugárzás W/m2	Észak	3	12	27	46	70	82	72	56	36	17	6	2
	Kelet	4	28	48	90	126	140	131	103	59	30	8	4
	Dél	13	85	100	142	159	159	161	138	105	65	22	16
	Nyugat	5	31	54	90	129	139	139	101	59	30	8	4
	Tető	7	34	76	139	211	237	224	166	97	46	12	5
Levegő hőm. [°C]			-6.7	-2.6	3.0	9.3	13.5	16.6	15.2	9.5	4.6	-1.0	-4.2
$f_{H,shut}$ [-]			0.616	0.500	0.376	0.267	0.183	0.226	0.328	0.450	0.565	0.693	0.750

36. táblázat: Klimatikus adatok, helyszín: **Tampere**

Ország: **Románia**
Szélesség: 45
Klíma: Köztes
GeigerKlíma: Cfb

		JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SZEP	OKT	NOV	DEC
Beeső napsugárzás W/m2	Észak	19	28	43	57	72	80	74	61	47	34	22	16
	Kelet	31	52	81	105	132	146	144	130	95	73	40	26
	Dél	80	112	128	129	129	128	141	152	153	155	95	69
	Nyugat	32	54	74	102	125	138	141	131	98	76	39	28
	Tető	50	84	136	182	235	266	271	234	168	121	62	43
Levegő hőm. [°C]			1.5	5.2	10.7	16.8	19.4	22.1	21.4	16.4	11.6	5.7	1.4
$f_{H,shut}$ [-]			0.546	0.488	0.428	0.366	0.333	0.363	0.388	0.468	0.527	0.583	0.625

37. táblázat: Klimatikus adatok, helyszín: **Timisoara**

	$f_{sh\text{-}with}$			
	Észak	Kelet	Dél	Nyugat
Hónap	[-]	[-]	[-]	[-]
JAN	0.00	0.00	0.00	0.00
FEB	0.00	0.00	0.01	0.00
MÁR	0.00	0.00	0.05	0.03
ÁPR	0.00	0.00	0.09	0.07
MÁJ	0.00	0.01	0.11	0.10
JÚN	0.00	0.02	0.09	0.11
JÚL	0.00	0.02	0.10	0.11
AUG	0.00	0.00	0.09	0.09
SZEP	0.00	0.00	0.08	0.05
OKT	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

38. táblázat: f_{shwith}, árnyékolók használatának súlyozott aránya

(ugyanazok az értékek Coimbra, Tampere és Temesvár városokra)

4. melléklet Makro komponensek hatás paraméterei

A 24 környezeti hatás a **39. táblázat**-ban.

Sorszám	Rövidítés	Megnevezés
1	**GWP**	Globális Felmelegedési Potenciál
2	**ODP**	Ózon Lebontó Potenciál
3	**AP**	Savasítási Potenciál
4	**EP**	Eutrofizációs Potenciál
5	**POCP**	Fotokémiai Ózon előállítási Potenciál
6	**ADP-e**	Anyagok Abiotikus Kimerülési Potenciálja
7	**ADP-ff**	Fosszilis Tüzelőanyagok Abiotikus Kimerülési Potenciálja
8	**RPE**	A megújuló elsődleges energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként felhasznált megújuló elsődleges energiaforrások
9	**RER**	A nyersanyagként felhasznált megújuló energiaforrások
10	**RPE-total**	Összes felhasznált megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként felhasznált elsődleges energiaforrások)
11	**Non-RPE**	Nem megújuló energiaforrások használata kivéve a nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások
12	**Non-RER**	A nyersanyagként használt nem megújuló energiaforrások használata
13	**Non-RPE-total**	Összes felhasznált nem megújuló elsődleges energia (elsődleges energia és nyersanyagként használt elsődleges energia)
14	**SM**	Másodlagos anyagok használata
15	**RSF**	Megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata
16	**Non-RSF**	Nem megújuló másodlagos tüzelőanyagok használata
17	**NFW**	Összes felhasznált édesvíz
18	**HWD**	Ártalmatlanított veszélyes hulladék
19	**Non-HWD**	Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék
20	**RWD**	Ártalmatlanított radioaktív hulladék
21	**CR**	Ártalmatlanított veszélyes hulladék
22	**MR**	Ártalmatlanított nem veszélyes hulladék
23	**MER**	Ártalmatlanított radioaktív hulladék
24	**EE**	Ártalmatlanított veszélyes hulladék

39. táblázat: Környezeti hatások

A fal makro komponensek a következő hatástényezők zérusra vannak beállítva: RPE_total, Non_RPE, Non_RER, NonRPE_total, SM, RSF, Non_RSF, HWD, Non_HWD, RWD, CR, MR, MER, EE.

A nem zéró hatástényezők a következők.

Makro komponens	Hatás	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
B2010.20.1a(kőzetgyapot)	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(kőzetgyapot)	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(kőzetgyapot)	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(kőzetgyapot)	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(kőzetgyapot)	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(Parafa)	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(Parafa)	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(Parafa)	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(Parafa)	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(Parafa)	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

Macro-component	Impact	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
B2010.20.2a(kőzetgyapot)	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(kőzetgyapot)	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(kőzetgyapot)	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(kőzetgyapot)	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(kőzetgyapot)	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(Parafa)	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(Parafa)	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(Parafa)	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(Parafa)	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(Parafa)	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

Macro-component	Impact	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP_e	ADP_ff	RPE	RER	NFW
B2010.20.2f(üveggyapot)	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(üveggyapot)	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(üveggyapot)	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(üveggyapot)	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(üveggyapot)	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

A nyílászáró makro komponensre a hatásegyütthatók minden nyílászáró típusra megegyeznek. Továbbá a hatásegyütthatók zérusok a szállításra az A modulban (k_{A4}), az ártalmatlanításra a C modulban (k_{C4}) és az előnyökre a D modulban (k_D).

A nem zéró impaktok a nyílászáró makro komponensekre a következők.

impakt	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

impakt	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