

Magyarországi épületszerkezetek

az IS-SusCon projekt fejlesztése

Bevezetés

Az IS-SusCon projekt egyik fő célja az életciklus szemlélet terjesztése és az életciklus elemzés (LCA) alkalmazásával kapcsolatos oktatás az „utca embere” számára, elsősorban az épületek és épületszerkezetek környezeti szempontú vizsgálatához. Magyarország tekintetében az országra jellemző, tipikus épületszerkezetek lettek meghatározva, amelyeket LCA és LCC (életciklus költségelemzés) módszerekkel vizsgáltunk. Ezek a szerkezetek és az LCA eredmények felhasználásra kerültek az IS-SusCon Web applikáció fejlesztése során, továbbá az IS-SusCon Kézikönyv Épületanyag adatlapjainak elkészítésénél is hasznosnak bizonyultak. A következő fejezetek egy módszertani háttérdokumentumként bemutatják a magyarországi épületszerkezeteket, az LCA/LCC esettanulmányok kereteit és felhasználásuk mikéntjét a WebApp és a Kézikönyv fejlesztése során.

Az épületszerkezetek összeállítása

Az IS-SusCon projekt partnerei, azaz az LCACENTER Egyesület és az ÉMI a következő, Magyarországon jellemzően alkalmazott épületszerkezeteket állították össze:

Kategória	db	Lista
Külső falak	12	Vázkerámia falazat (25NF) vakolt EPS hőszigeteléssel
		Vázkerámia falazat (30NF) vakolt EPS hőszigeteléssel
		Vázkerámia falazat (30NF) vakolt grafitos EPS hőszigeteléssel
		Vázkerámia falazat (30NF) vakolt ásványgyapot hőszigeteléssel
		Vázkerámia falazat (30NF) vakolt fagyapot hőszigeteléssel
		Vázkerámia falazat vakolva (38 cm)
		Pórusbeton falazat vakolva (37.5 cm)
		Pórusbeton falazat vakolva (25 cm) EPS hőszigeteléssel
		Mészhomoktégla (30 cm) EPS hőszigeteléssel
		Mészhomoktégla (30 cm) kalciumszilikát hőszigeteléssel
		Favázás fal ásványgyapot hőszigeteléssel
		Vályogfal szalma hőszigeteléssel
Homlokzati burkolat	5	Tégla homlokzati burkolat
		Kő homlokzati burkolat
		Kerámia homlokzati burkolat
		Faburkolat
		HPL homlokzatburkolat
Belső teherhordó falak	2	Vázkerámia falazat (30NF)
		Pórusbeton falazat vakolva (30 cm)

Kategória	db	Lista
Válaszfalak	7	Vázkerámia válaszfal
		Pórusbeton válaszfal
		Mészhomoktégla válaszfal
		Gipszkarton szerelt válaszfal kőzetgyapottal
		Gipszkarton szerelt válaszfal üveggyapottal
		Vályog válaszfal
		Favázás válaszfal
Alapozás	1	Beton
Térszint alatti falazat	2	Beton fal Pincetégla fal
Közbenső födégek	5	Kerámiaköpenyes előfeszített vasbeton gerendás födém kerámia béléstestekkel, lépéshangszigeteléssel és esztrichhel
		Előfeszített vasbeton gerendás födém beton béléstestekkel, lépéshangszigeteléssel és esztrichhel
		Monolit vasbeton födém, lépéshangszigeteléssel és esztrichhel
		Pórusbeton vasalt födempalló, lépéshangszigeteléssel és esztrichhel
		Fagerendás födém, lépéshangszigeteléssel és esztrichhel
Padlóburkolat	8	Kerámia lapburkolat
		Tömör parketta burkolat
		Szalagparketta burkolat
		Laminált padló
		PVC burkolat
		Linóleum burkolat
		Padlószőnyeg
		Terméskő lapburkolat
Lapostető	12	Lapostető monolit vasbeton födémmel, EPS hőszigeteléssel és bitumenes vízszigeteléssel
		Lapostető pórusbeton vasalt födempallóval, EPS hőszigeteléssel és bitumenes vízszigeteléssel
		Lapostető kerámiaköpenyes előfeszített vasbeton gerendával és kerámia béléstestekkel, EPS hőszigeteléssel és bitumenes vízszigeteléssel
		Lapostető monolit vasbeton födémmel, grafitos EPS hőszigeteléssel és bitumenes vízszigeteléssel
		Lapostető monolit vasbeton födémmel, ásványgyapot hőszigeteléssel és bitumenes vízszigeteléssel
		Terasztető monolit vasbeton födémmel, XPS hőszigeteléssel és bitumenes vízszigeteléssel
		Fűtetlen magastető kerámia cserépfedéssel + monolit vasbeton padlásfödém EPS hőszigeteléssel
		Fűtetlen magastető kerámia cserépfedéssel + monolit vasbeton padlásfödém ásványgyapot hőszigeteléssel
		Fűtetlen magastető kerámia cserépfedéssel + monolit vasbeton padlásfödém befűjt cellulóz hőszigeteléssel
		Fűtetlen magastető kerámia cserépfedéssel + pórusbeton vasalt födempalló padlásfödém EPS hőszigeteléssel

Kategória	db	Lista
		Fűtetlen magastető kerámia cserépfedéssel + padlásfödém kerámiaköpenyes előfeszített vasbeton gerendákkal és kerámia béléstesttel, EPS hőszigeteléssel
		Fűtetlen magastető kerámia cserépfedéssel + fa könnyűszerkezetes padlásfödém ásványgyapot hőszigeteléssel
Hőszigetelt magastető	7	Beépített tetőtér szarufákkal és ásványgyapot hőszigeteléssel, kerámia cserépfedéssel
		Beépített tetőtér szarufákkal és ásványgyapot hőszigeteléssel, betoncserép fedéssel
		Beépített tetőtér szarufákkal és ásványgyapot hőszigeteléssel, bitumenes zsindefedéssel
		Beépített tetőtér szarufákkal és ásványgyapot hőszigeteléssel, titáncink állókorcos fémlemez fedéssel
		Beépített tetőtér szarufákkal és ásványgyapot hőszigeteléssel a szarufák fölött, kerámia cserépfedéssel
		Beépített tetőtér szarufákkal és grafitos EPS hőszigeteléssel a szarufák fölött, kerámia cserépfedéssel
		Beépített tetőtér szarufákkal és PUR hőszigeteléssel a szarufák fölött, kerámia cserépfedéssel
Talajon fekvő padló	2	Talajon fekvő padló, hőszigetelés vízszigeteléssel védett
		Talajon fekvő padló, hőszigetelés vízszigeteléssel nem védett
Oszlopok	2	Vasbeton pillér
		Vasbeton merevítő fa
Gerendák	1	Beton pillér
Erkély	1	Beton erkély
Lépcső	1	Beton erkély
Ablakok	4	Három rétegű ablak, alumínium keret
		Három rétegű ablak, fa-alumínium keret
		Három rétegű ablak, fa keret
		Három rétegű ablak, PVC keret
Ajtók	1	Belső ajtó

Adatok kiválasztása

Az épületszerkezetek környezeti hatásainak és költségeinek vizsgálatához az őket felépítő építőanyagokkal és építőipari termékekkel kapcsolatos adatok összegyűjtésére volt szükség. Az alábbi lista összefoglalja azokat az anyagokat, amelyekkel kapcsolatban adatgyűjtés történt.

Adalékanyagok, zúzott kő
bazaltzuzalék 4/8 mm
tömörített kavicsagyazat (homokos kavics vagy zúzottkő)
tömörített homok
Vakolat, habarcs
belső mészköves vakolat
mész-cement vakolat
külső cementvakolat
külső hőszigetelő vakolat
hálóerősítésű szilikon/szilikát vékonyvakolat
vékonyrétegű falazóhabarcs
falazóhabarcs
ragasztóhabarcs kerámia burkolathoz
gipszkarton borítás
Belső oldali vályogvakolat
vályoghabarcs
Tégla és falazat
vázkerámia 600-800 kg/m ³ sűrűséggel
vázkerámia falazat hőszigeteléssel töltve (PTH 44 Thermo Profi)
pincetégla (pl. Porotherm 38)
Pórusbeton falazat (pl. Ytong Lambda GT 375)
Pórusbeton falazat (pl. Ytong Lambda GT 500)
Pórusbeton falazat (pl. Ytong Classic GT 250)
Pórusbeton falazat (pl. Ytong Classic GT 300)
Pórusbeton (pl. Ytong Pve 100)
Pórusbeton födépalló (Ytong DE-P 3,3)
Pórusbeton tetőpanel (pl. Ytong DA-P 3,3)
Mészhomoktégla
vályog tégla
Beton
beton C12/15
beton C20/25
felbeton C30/37

előregyártott vasbeton gerenda C30/37
monolit beton
előregyártott beton béléstest (EB 60/19)
esztrich
lejtbeton, könnyűbeton
beton járólap
zsalukő pincefalazat kibetonozva
beton pincefalazó
Fa és faipari termékek
OSB lemez
fa lécezés (2,4/4,8)
fa pillérváz vagy szarufa (10/15)
fa palló (4,8/12)
deszkázat
Faforgácslap
Betonyp lap (cementkötésű faforgácslap)
CLT
LVL
Hőszigetelés, hangszigetelés
expandált polisztirol hőszigetelés 60 kPa
expandált polisztirol hőszigetelés 100 kPa
expandált polisztirol hőszigetelés 150 kPa
expandált polisztirol hőszigetelés 200 kPa
grafitadalékos expandált polisztirol hőszigetelés 60 kPa
grafitadalékos expandált polisztirol hőszigetelés 100 kPa
extrudált polisztirol hőszigetelés
ásványgyapot 50 kg/m ³
ásványgyapot 150 kg/m ³
ásványgyapot 200 kg/m ³
PIR hőszigetelés (e.g. BACHL PIR MV)
poliuretán hab, kemény
polituretán
fagyapot homlokzati hőszigetelés (pl. Steico Protect)
cementkötésű fagyapot (Heraklith)
befújt cellulóz hőszigetelés
üvegyapot 25 kg/m ³
üvegyapot 50 kg/m ³
üvegyapot 75 kg/m ³
üvegyapot 110 kg/m ³

Kálciumszilikát hőszigetelés
szalma
Homlokzatburkolat
téglaburkolat
kőlap burkolat puha
kőlap burkolat kemény
fa homlokzat burkolat
kerámia burkolat
Trespa
Padlóburkolat
kerámia burkolat
parketta padlóburkolat, tömör
parketta padlóburkolat, többretegű
laminált padlóburkolat
alátét habfólia
PVC burkolat homogén
PVC heterogén
linóleum burkolat
terméskő lapburkolat
padlószőnyeg
Tetőfedés
tetőcserép
betoncserép
bitumenes zsindefedés
titáncink állókorcos fémlemez fedés
korcolt alumíniumlemez fedés
profilozott alumínium fedés
bitumenes hullámlemez és lap
Fémek
rozsdamentes acél rögzítőpálca, csavar
acél profilváz horganyzott vékonyfalú CW75 és UW75)
betonacél
betonacélháló
acéllemez
Fóliák, vízszigetelések
poliamid fólia
polietilén fólia

páraáteresztő alátét fólia PP-PE
műanyag fátyol elválasztó szűrőréteg
műanyag szellőzőszőnyeg TiZn fedés alá PP
hideg bitumenmáz kellősítés
modifikált bitumenes vízszigetelés, 2 rtg
PVC vízszigetelés + elválasztó réteg
TPO/FPO vízszig
EPDM vízszigetelés
dombornyomott szigetelésvédő műanyag lemez
Festék, ragasztó
ragasztó parkettához/ PVChez/ linoleumhoz
belső disperziós festék

Az adatokat az EN 15804 szabvány alábbi moduljaira gyűjtöttük:

A1-A3:

Adatforrások:

- Általános EPD-k a következő EPD programokból:
 - Ökobaudat
 - IBU
 - Inies
 - One Click LCA / ecoinvent
 - egyéb EPD programok
- Vállalat-specifikus EPD-k (amennyiben általános EPD nem elérhető)

A One Click LCA ún. „localization” funkcióját felhasználva az adatforrásokat részlegesen a magyarországi körülményekhez sikerült adaptálni.

A4:

- Európai átlag szállítási scenáriók a One Click LCA alapján

B4-B5:

- az egyes építőanyagok élettartamát a One Click LCA alapadatai és az IS-SusCon projekt szakértőinek véleménye alapján határoztuk meg



C1-C4:

- a One Click LCA –ban használt hulladékgazdálkodási scenáriók alapján

Esettanulmányok

Az így elkészült magyarországi épületszerkezet adatbázis segítségével LCA/LCC esettanulmányokat végeztünk a következő célok megfogalmazásával:

- példákat mutatni az életciklus szemlélet alkalmazásáról,
- példákat mutatni az LCA és LCC alkalmazásáról az épületszerkezetekkel kapcsolatban.

Az alábbi esettanulmányok készültek el:

- Külső falak
- Válaszfalak
- Homlokzati burkolat
- Padlóburkolat
- Közbenső födéme
- Lapostetők
- Hőszigetelt magastetők

A funkció egység minden esetben 1 m² felület és 50 év használat.

A rendszerhatárok az A1-A4, B4-5, C1-C4 modulokat veszik figyelembe. Az A5 modul példa gyanánt egy esettanulmányban került a rendszerhatárokra belülről (Homlokzati burkolat). A B1-3, B6-7, D modulok nem részei az esettanulmányoknak.

Product stage			Construction process stage		Use stage								End-of-life stage				Resource recovery stage
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Construction installation	Use stage	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling potential	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	X					X	X			X	X	X	X		

Az esettanulmányok a következő eredményeket mutatják be:

- Globális felmelegedési potenciál (GWP), mivel az építőiparba ez bizonyul a legfontosabb LCA mutatónak,
- Savasodási, Eutrofizációs és Fotokémiai ózonképződési potenciál (AP, EP, POCP): egyéb, környezeti szempontból kritikus tényező meghatározásához,
- Költségek (diszkontált).

A költségszámításhoz használt LCC módszernél a következő alap paramétereket alkalmaztuk:

- diszkont ráta: 3%
- bontási és használat utáni kezelés költsége: tőkebefektetés 2,5%-a,
- órabér: 4165 - 4530 Ft
- az inflációval nem számolunk
- a B4-B5 szakaszok (felújítás, csere) jövőbeni költségének jelenértékét az alábbi diszkontálási képlet alapján számoltuk:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R / 100} \right)^p$$

R_R – valós diszkontráta vagy reálkamatláb

p – kezdőév óta eltelt évek száma

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az esettanulmányok eredményeit nem lehet általánosítani. Nem az volt a cél, hogy egy végső igazságot fogalmazzunk meg arról, hogy melyik szerkezet jobb vagy rosszabb környezeti és költség szempontból. Ezzel szemben ezek az eredmények csak abban próbálnak segíteni, hogy az „utca emberének” fogalma legyen az épületszerkezetek és építőanyagok környezeti hatásáról, életciklus szemlélettel.

WebApp

A WebApp felhasználó számára elérhetőek a magyarországi épületszerkezetek, hogy teljes épületek modellezését is el tudják végezni.

A betont és betonacélt tartalmazó szerkezeteknél lehetőség van különböző alternatívák közül választani a beton/acél újrahasznosított anyagtartalmának függvényében.

Egyes szerkezeti elemek vastagsága is módosítható a One Click LCA szakértői véleménynek alapján.



Építőanyag adatlapok

Az IS-SusCon Kézikönyv egyik melléklete tartalmazza a különböző Építőanyagokkal kapcsolatos Adatlapokat. Ezekben a építőanyagok környezeti hatásának összefoglalásához az LCA esettanulmányok eredményei is fel lettek használva.

Az Esettanulmányok megtekintését követően, vagy a WebApp használata után ajánlott ezeket az Adatlapokat is áttanulmányozni, mivel itt még részletesebb információk vannak az adott építőanyagokról.

