

Az építőanyagok életciklus elemzése és életciklus- költségszámítása

Budapest Főváros Önkormányzata részére

Készítette: Fűzfa Csaba

Fenntarthatósági tanácsadó

Készítette: Borhegyi Veronika

Fenntarthatósági tanácsadó

Ellenőrizte: Csiszkó Csaba

Üzletágvezető

Ellenőrizte: Bajnóczki Csongor

Fenntarthatósági tanácsadó

Projektszám 8121

Dokumentum címe Az építőanyagok életciklus elemzése és életciklus-költségszámítása

Verzió Végső verzió

Dátum 2022.01.17.

Kapcsolat

denkstatt Hungary Kft.
H-1037, Budapest, Seregély u.6.
Tel.: +36 1 1239 1206
Email: denkstatt@denkstatt.hu
www.denkstatt.eu

Tartalom

1. Vezetői összefoglaló	2
2. Bevezető	4
3. A tanulmányban használt fogalmak tisztázása	6
4. Jogi háttér	7
4.1. Életciklusköltség-számítás módszertana.....	9
4.2. Externális költségek (környezeti hatások) az életciklusköltség részeként.....	10
5. Jógyakorlatok LCC és LCA használatra a közbeszerzésben.....	11
5.1. Külföldi példák.....	11
5.2. Hazai példák	14
5.3. LCC és LCA eszközök.....	15
6. Anyagok vizsgálata	17
6.1. Módszertan	17
6.2. Életciklusköltség-számítás és életciklus elemzés eredményei.....	20
6.2.1. Tudnivalók.....	20
6.2.2. Számítás	21
7. Javaslattétel a dokumentumok elemzésének szempontjaira	38
7.1. Közbeszerzési folyamat részei és releváns zöld kritériumok	38
7.2. A Közbeszerzési Hatóság állásfoglalása	41
7.3. Az elemzésekből levont következtetések	42
7.3.1. Összefoglalás.....	42
7.3.2. Közbeszerzési check-list	43
8. Melléklet.....	55

1. Vezetői összefoglaló

Jelen tanulmány célja, hogy Budapest Főváros Önkormányzatának segítsen a jogi keretek, illetve jógyakorlatok vizsgálatával egy perspektívát nyújtani egy zöld közbeszerzési rendszer kereteinek megteremtésére, valamint, hogy a szervezetek beruházásai során leggyakrabban megjelenő anyagokat életciklusköltség-számításnak (LCC) és életciklus-elemzésnek (LCA) alávétve fenntarthatóbb alternatívákkal szolgáljon az egyes tételek tekintetében. A zöld közbeszerzésekre érkező ajánlatok értékelésekor gyakran jelennek meg az LCA és LCC elemzések, amik segíthetnek a környezeti szempontok döntésbe való beépítésében. Az ilyen vizsgálatok bár elterjedtek és egyre több európai országban használják őket, még sincs egy egységes módszertan rá, a szabályozások pedig tágan értelmezhetőek. A közbeszerzésekről szóló 2015. évi CXLI. törvénynek (Kbt.) köszönhetően Magyarországon is véget ért a legalacsonyabb ár uralma közbeszerzésekkor; a törvény 76.§ (5) pontja szerint az ajánlatkérő nem alkalmazhatja a legalacsonyabb ár szempontját egyedüli értékelési szempontként tervezési, mérnöki és építészeti szolgáltatások, valamint építési beruházások esetében, ami teret enged a gazdaságilag legelőnyösebb ajánlat fogalmának. Ebben pedig megjelenhetnek az ár- és költségtényezők mellett a minőségi, környezetvédelmi és szociális szempontok is. Az ajánlatkérőnek lehetősége van fenntarthatósági szempontokat belefoglalnia a pályázatba a környezeti hatások költségeiben való kifejezésén túl. Az átláthatóság és esélyegyenlőség érdekében a választási szempontoknak a projekt életciklusához kötődnie kell és fontos, hogy objektíven mérhetőek legyenek. A közbeszerzési törvénynek való megfelelés az ajánlatkérő felelőssége és kötelessége.

A tanulmány tartalmaz számos életciklusköltség-számítást és életciklus-elemzést az Önkormányzattal és a szervezeteivel közösen meghatározott, önkormányzati beruházások során leggyakrabban felmerülő 15-20 anyagra és folyamatra. Ezekben összehasonlítottuk az egyes tételek 60 éves életciklus alatt felmerülő költségeit, valamint az erre az időszakra extrapolált környezeti hatásukat szén-dioxid egyenértékben. Minden felmerülő tétel esetében összehasonlítottuk azt egy másik opcióval, hogy szemléltethessük mik azok a szempontok az egyes tételek esetében, amiket az Önkormányzatnak és a szervezeteinek érdemes figyelembe vennie beruházásaik során a karbonlábnyomának csökkentése érdekében.

A számítás eredményeit részletesen a főszöveg 6.2-es fejezete tartalmazza, itt tételenként fel is van tüntetve, hogy mik azok az anyagspecifikus potenciálok, amivel az egyes vizsgált tételek okozta kibocsátást csökkenteni lehetne. Ez bizonyos tételek esetében teljesen más építőanyag felhasználását jelenti, míg más tételknél pedig ugyanazon anyag egy más gyártási technológiával elkészített variánsát jelöljük meg, mint általunk ajánlott opciót. Ezen kívül meghatároztunk az összes tételre általánosan értelmezhető kibocsátáscsökkentési potenciálokat. Ezek a következők:

- a termékek élettartamának a figyelembevétele, minél hosszabb élettartamú termékek preferálása;
- minden építőanyag esetében ajánljuk az újrahasznosított anyagtartalom minél magasabb szintjét;
- ahol műszakilag lehetséges, ott a természetes anyagokból készült építőanyagok preferálása a szintetikusakkal szemben;
- az építőanyagok minél zöldebb és kevésbé fosszilis energiamixszel rendelkező gyártóktól való beszerzése;

- a szállítás során a távolság csökkentése és alacsonyabb kibocsátású szállítási mód preferálása (lehetőleg elektrifikált); és
- a beépítéshez alacsonyabb fogyasztású, kisebb kibocsátású munkagépek használata.

Tanulmányunk egyik meghatározó pontja volt, hogy az általunk megfogalmazott ajánlások valamilyen módon beépíthetők legyenek a közbeszerzésekbe. Ehhez három sarkalatos intézkedést határoztunk meg:

- a. EPD-k (környezetvédelmi nyilatkozat), LCA-k vagy termékkarbonlábnyomok bekérése a közbeszerzésen induló pályázóktól

Az ilyen jellegű dokumentumok segítenek abban, hogy az ajánlatkérő, tehát a Főpolgármesteri Hivatal pontos képet kapjon az egyes építőanyagok jelentette karbonterhelésről, ami összehasonlítási alapként szolgálhat azonos típusú tételek esetében. A három dokumentum közül a legmagasabb szintű az EPD, hiszen ez az, ami átesik egy harmadik fél általi hitelesítésen, tehát ezek nyújtják a legmegbízhatóbb információt egy adott építőanyag kibocsátásairól. A szén-dioxid egyenértékre átszámolt, üvegházhatású gáz kibocsátás mellett az EPD tartalmazza egy adott építőanyag élettartamát, ami segít meghatározni a Fővárosnak, hogy az adott beruházás tervezett életciklusa során hány alkalommal kellhet az egyes tételek megvásárlásával járó anyagi költségekkel és az ehhez kapcsolódó kibocsátásokkal tervezniük.

- b. Minimumkövetelmények meghatározása a legfontosabb építőanyagokra

Ajánljuk, hogy a tanulmányban elvégzett számítások alapján határozzanak meg minimumértékeket az egyes anyagok speciális jellemzőire, amikkel kibocsátást lehet megtakarítani. Ehhez természetesen előzetesen szükséges felmérni, hogy az elérhető gyártók alapján mik a realitások a Főváros beruházásai során. Az egyes tételekhez a következő szempontokra ajánlunk minimumkövetelményeket:

- beton: cement újrahasznosított kötőanyagtartalom aránya
- fémek: hulladékvastartalom aránya

egyéb tételek: élettartam

- c. Az építőanyagok fenntarthatóságának értékeléséhez egy súlyozási rendszer kialakítása

Fontos egy súlyozási rendszer meghatározása, hogy a Főváros azt is mérlegelhesse, hogy az egyes tételek összehasonlítása objektív lehessen. Egyrészt az egyes értékelési szempontokon belül érdemes meghatározni, hogy az egyes területeken belül milyen szempont alapján lehet kiértékelni az építőanyagokat (például szállítás esetében a kisebb távolság jobb, mint a nagyobb, vagy a beépülő karbont mutató dokumentáció esetében az EPD a legjobb, mert az hitelesített, ellentétben az LCA-val vagy a termékkarbonlábnyommal). Másrészt azt is meg kell határozni, hogy melyik értékelési szempontok magasabb és melyik szempontok számítanak alacsonyabb szintűnek. Ehhez kialakítottunk egy közbeszerzési check-listet, amely a tanulmányban részleteiben ki van fejtve, valamint egy pontozási rendszert is kialakítottunk hozzá. A legfontosabb szempontok prioritási sorrendben, a mi ajánlásunk alapján:

1. Fenntarthatósági mérés, elemzés:

Készült-e az adott tételre EPD, LCA vagy termékkarbonlábnyom? Amennyiben igen, úgy az adott tétel részesüljön pozitívabb megítélésben a döntéshozatal során (a legpozitívabb megítélésben az EPD, a legkevésbé pozitív megítélésben a termékkarbonlábnyom).

2. Élettartam

Milyen hosszú az adott építőanyag élettartama? Minél hosszabb az élettartam, annál pozitívabb elbírálásban részesüljön.

3. Újrahasznosított anyagtartalom

Mekkora az adott építőanyag újrahasznosított anyagtartalma? Minél magasabb, annál inkább részesüljön pozitív elbírálásban az adott építőanyag.

4. Energiamix

Milyen energiamezsel került előállításra az építőanyag? Minél zöldebb energiamezsel készült a tétel, mint a magyar energiamez, annál pozitívabb elbírálásban részesüljön az adott anyag. Amennyiben az építőanyag rosszabb energiamezsel készül, mint a magyar energiamez, úgy ne részesüljön pozitív elbírálásban az energiamez almodul esetében.

5. Szállítás

Milyen távolságról szállítják az építőanyagokat a beruházás helyszínére? Milyen eszközzel szállítják az építőanyagokat? Minél kisebb a távolság, annál pozitívabb elbírálásban részesüljön az adott építőanyag, valamint minél környezetbarátabb a szállítás módja, annál pozitívabb legyen az építőanyag elbírálása. Véleményünk szerint a legkörnyezetbarátabb szállítási mód az elektrifikált megoldás (villanymozdonnyal történő szállítás), majd ezt követik az EURO6 kibocsátási szabvánnyal rendelkező teherautók. Ennél kevésbé ítélik meg pozitívan a rosszabb kibocsátási szabvánnyal rendelkező teherautókat, a kibocsátási szabvánnyal nem rendelkezők pedig ne részesüljenek egyáltalán pozitívabb megítélésben a szállítási mód almodul esetében.

2. Bevezető

Budapest Főváros Önkormányzata közbeszerzést írt ki „Az építőanyagok életciklus-elemzése és életciklusköltség-számítása” tárgyú, amit a denkstatt elnyert és ennek keretén belül két tanulmány elkészítését vállalta. A két tanulmány egyike a Fővárosnak, a másik a Főváros és annak tulajdonában álló útépités és felújítással foglalkozó szervezeteinek szól. Jelen tanulmány célja, hogy főváros-specifikus információkat alapul véve tipikusan az önkormányzati fenntartásban lévő épületek és intézmények építése vagy felújítása során használt anyagok, folyamatok és technológiák vizsgálatán keresztül életciklus-elemzéssel és életciklusköltség-számítással, valamint hazai és nemzetközi jógyakorlatok bemutatásán alapulva lehetőséget adni a Fővárosnak klíma- és környezettudatos és zéró közeli kibocsátást eredményező döntések meghozatalára. A Főváros célja, hogy az effajta döntéseket az épületfelújítási, -karbantartási vagy -építési feladatok kivitelezése és fenntartása kapcsán tudjon meghozni.

Mivel az építőipar jelentős karbon kibocsátású szektor, ezért dekarbonizációja meghatározó a klímavédelmi és fenntarthatósági célok elérése szempontjából. A Főváros beruházásainak leginkább jellemző és számottevő feladatai közé sorolandó az általa fenntartott épületek és intézmények területén történő felújítási és

karbantartási tevékenységek, valamint adott esetben egy új épület megépítése is, így esetükben az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése itt valószínűleg meg számukra legnagyobb mértékben. A Fővárosi Önkormányzatot több klímavédelemmel kapcsolatos kötelezettség és önkéntes vállalás is érinti, ami miatt a magas kibocsátású szektorok intenzitásának csökkentése különösen fontos feladata a jövőre. A legfontosabb kötelezettségek és vállalások, amiket számunkra a szerződés megkötésekor megjelölt Budapest Főváros Önkormányzata, az alábbiak:

- C40 – clean construction: A Fővárosi Önkormányzat 2020-ban csatlakozott a klímavédelem mellett elkötelezett városok csoportjához, akiknek célja, hogy tudományos megközelítést alkalmazva együttműködjenek az éghajlati válsággal való küzdelemhez szükséges intézkedések megtételében. A Főváros a clean construction célkitűzéshez csatlakozott, aminek keretén belül vállalta, hogy:
 - Minden új épület és infrastrukturális beruházás, jelentősebb korszerűsítés esetén a beépült karbon szintjét 2025-re 30%-kal, 2030-ra 50%-kal csökkentik.
 - Zéró karbonkibocsátású építőgépek beszerzése és használata 2025-től.
 - Zéró kibocsátású építkezések és építési területek megvalósításra 2030-ra.
- Budapest Klímastratégiája: A 2021-ben elfogadott akcióterv mitigációs és adaptációs intézkedései között is szerepet kapott az építőanyagok életciklus-elemzése.
- 2015. évi CXLI. Törvény a közbeszerzésekről: A törvény (Kbt.) 78. § nevezi meg a pályázatok értékelésekor figyelembe vehető életciklusköltség-számítási módszert, amelyet adott esetben a közbeszerzési dokumentációban is fel kell tüntetni. A Kbt. alapján az életciklusköltség fogalma magában foglalja az egyes beruházások teljes életciklusa alatt felmerülő költségeket a beszerzéstől az elemzett periódus végéig, hisz hosszabb távon ezzel a módszerrel nagyobb megtakarítás realizálható, mint a legalacsonyabb ajánlati ár szerinti kiválasztás módszerével.

A denkstatt célja, hogy jelen tanulmánnyal ezen vállalásoknak való megfelelésben segítse a Fővárosi Önkormányzatot. Részfeladataink közé tartozik a közbeszerzések esetében környezeti szempontok figyelembevételére hazai és külföldi joggyakorlatok gyűjtése, valamint javaslattevés a Kbt.-nek megfelelő, közbeszerzési eljárásban alkalmazható módszerre. Ezen kívül a feladatkiírás alapján feladatunk a beruházások során jellemzően alkalmazott 15-20 anyag és folyamat azonosítása és kiválasztása, majd életciklusköltség-számítás és életciklus-elemzés elvégzése ezen tételeken. Ehhez hozzátartozik a kiválasztási folyamat és a számítások módszertanának ismertetése, valamint a konklúziók levonása után ajánlások megtétele arra, hogy milyen szempontok szerint elemezhetők és véleményezhetők a különbözőépítőanyagok.

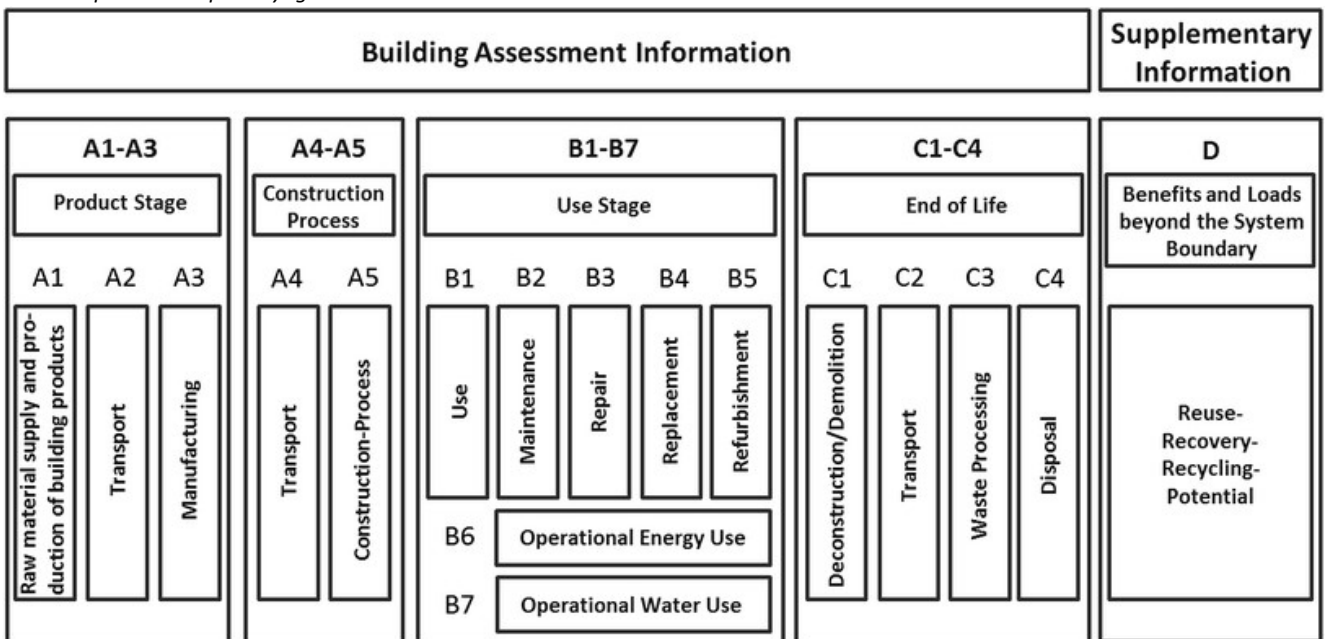
Jelen tanulmány elsőként az elmélet és jogi háttérre koncentrálna, bemutatja az életciklus-elemzés és életciklusköltség-számítás alapfogalmait, majd ismerteti a hatályos jogi kereteket európai szintű irányelv felől tölcészerű szűkítéssel egészen a Közbeszerzési Hatóság ajánlásaihoz. Ezután szemléltet külföldi és hazai joggyakorlatokat annak érdekében, hogy miként építették be más szereplők a közbeszerzéseikbe a környezeti szempontokat. Ezután következik vizsgálatunk a módszertan ismertetésével, majd az életciklus-elemzéssel és életciklusköltség számításával. Végül pedig javaslatot teszünk a Kbt. szerint alkalmazható módszerre, amin a Fővárosi Önkormányzatnak érdemes lehet elindulni, illetve olyan általános érvényű ajánlásokat fogalmazunk meg az LCA és LCC vizsgálatok során megvizsgált tételek kapcsán, amik a későbbi közbeszerzések során is segíthetik a Fővárosi Önkormányzat munkáját.

3. A tanulmányban használt fogalmak tisztázása

Life-cycle costing (LCC): Az életciklusköltség-számítás egy módszer, amit a teljes tulajdonlási költség becslésére szoktak használni. Adott termék vagy szolgáltatás teljes életciklusára szokták számolni, tehát gyártástól a használaton kívül helyezéig, ami miatt gyakran bölcsőtől-sírig tartó költségként is szoktak rá hivatkozni. A módszer legfontosabb előnye, hogy számításba veszi azokat a költségeket is, amik egy beruházás kivitelezése után merülnek fel (úgy, mint például a karbantartás, üzemeltetés, vagy hulladékkezelés). Ezek a költségek fontos szempontokká válnak az egyes tervek kiválasztása során, hisz míg korábban a hangsúly a gyártás és beszerzés költségén volt, addig az életciklusköltség-számítás ezt eltolja a beruházás hosszabb távú költségei irányába.

Life-cycle assessment (LCA): Az életciklus-elemzés egy értékelési módszertan, ami arra szolgál, hogy az egyes termékek, beruházások, szolgáltatások vagy folyamatok környezeti hatásait vizsgálhassuk. Az életciklusköltség-számításhoz hasonlóan az életciklus-elemzés környezeti hatásait is az adott termék egész életciklusára vonatkozik, azonban itt sok esetben már a bölcsőtől a sírig felfogás helyett a bölcsőtől a bölcsőig jellemző, utalva ezzel az egyes termékek újrahasznosítása jelentette környezeti hatáscsökkentő potenciálra egy későbbi folyamat esetében. Az LCA célja, hogy a beruházások okozta hosszútávú környezeti hatások számszerűsítve objektívan kiértékelhetővé, az egyes tervek összehasonlíthatóvá váljanak ezek alapján.

1. ábra: Épületek és építőanyagok életciklus szakaszai¹



Az épületek és építőanyagok életciklusában öt szakaszt különböztethetünk meg. Ezek a termék fázis (A1-A3 modulok), az építési fázis (A4-A5 modulok), a használati fázis (B1-B7 modulok), az életciklus végi fázis (C1-C4 modulok) és az újrahasznosítási fázis (D modul). Ezeken belül megkülönböztetjük a betűkkel és számokkal jelölt

¹ Achenbach, H. – Wenker, J. – Rüter, S. (2018): Life cycle assessment of product- and construction stage of prefabricated timber houses: a sector representative approach for Germany according to EN 15804, EN 15978 and EN 16485. European Journal of Wood and Wood Products. 76. 10.1007/s00107-017-1236-1.

modulokat (vagy alfázisokat), amikből összeállnak az egyes fázisok. Ahogy a fenti ábrán is látszik például a termék fázis az alábbi modulokból áll össze:

- A1: nyersanyag kitermelése
- A2: kitermelés helyéről a gyártás helyére szállítás
- A3: gyártás

Global warming potential (GWP): A GWP gázok üvegházhatásának számszerűsítésére szolgál. Célja, hogy az egyes üvegházhatású gázokat (ÜHG) közös nevezőre hozza, ami a szén-dioxid egyenérték (CO₂e). Megmutatja, hogy adott ÜHG hőelnyelése meghatározott időintervallumra mekkora a szén-dioxidhoz képest. Ebből következik, hogy a szén-dioxid GWP-je 10 éves időtávlatra 1, a metánnál ugyanez az érték 25.

Green/Sustainable public procurement (GPP/SPP): A zöld vagy fenntartható közbeszerzés lényege, hogy a közbeszerzési folyamat során az ajánlatkérő a költség szempontok mellett a környezeti hatásokat is bevonja az ajánlatok értékelésébe, és azokat az árakat, szolgáltatásokat, beruházásokat részesíti előnyben, amelyek az azonos rendeltetésű árukhoz, szolgáltatásokhoz és munkáltatásokhoz képest kisebb mértékben terhelik a környezetet.

Most economically advantageous tender (MEAT): A gazdaságilag legelőnyösebb pályázat egy értékelési módszer, amit a pályázatok kiválasztásának szakaszában alkalmaznak. A legfontosabb kritériuma, hogy az áron felül bevezet a kiválasztási folyamatba más értékelési szempontokat, úgy, mint például a minőség, költséghatékonyság, vagy környezeti és társadalmi hatások, ezeket pedig egy előre meghatározott súlyozással beépítik a döntési mechanizmusokba.

Hőátbocsátási tényező/U érték (régebben K érték): Egy szigeteléseket és nyílászárókat leíró mutatószám. Azt mutatja meg, hogy egységnyi (1 m²) felületen keresztül mennyi energia távozik egy zárt térből 1 másodperc alatt, ha a hőmérsékletkülönbség 1 Celsius-fok. Mértékegysége: W/m²K. Minél nagyobb a hőátbocsátási tényező egy szigetelés vagy nyílászáró esetében, annál nagyobb a hőveszteség, azaz annál több energia áramlik át a falon. A hőveszteség és a hőátbocsátási tényező között egyenes arányosság van. Ha egy szigetelés U értéke 1 W/m²K, az azt jelenti, hogy a szigetelés egy négyzetméterén (egy Celsius-fok hőmérsékletkülönbségnél) 1 Watt energia távozik a meleg oldalról a hideg oldal irányába.

4. Jogi háttér

Az Európai Parlament és a Tanács 2014/24/EU irányelve a közbeszerzésről² adta meg a közbeszerzések lebonyolításának általános szabályait az Európai Unió (EU) területén belül. Ez a direktíva kiköti, hogy amikor a nemzeti hatóságok közbeszerzési eljárást alkalmaznak építési beruházásra, árubeszerzésre vagy szolgáltatásnyújtásra irányuló pályázat kiírására, minden pályázót egyformán kell kezelniük, és nem szabad megkülönböztetést tenniük közöttük. Mindemellett átláthatóan kell eljárniuk a közbeszerzési folyamat során.

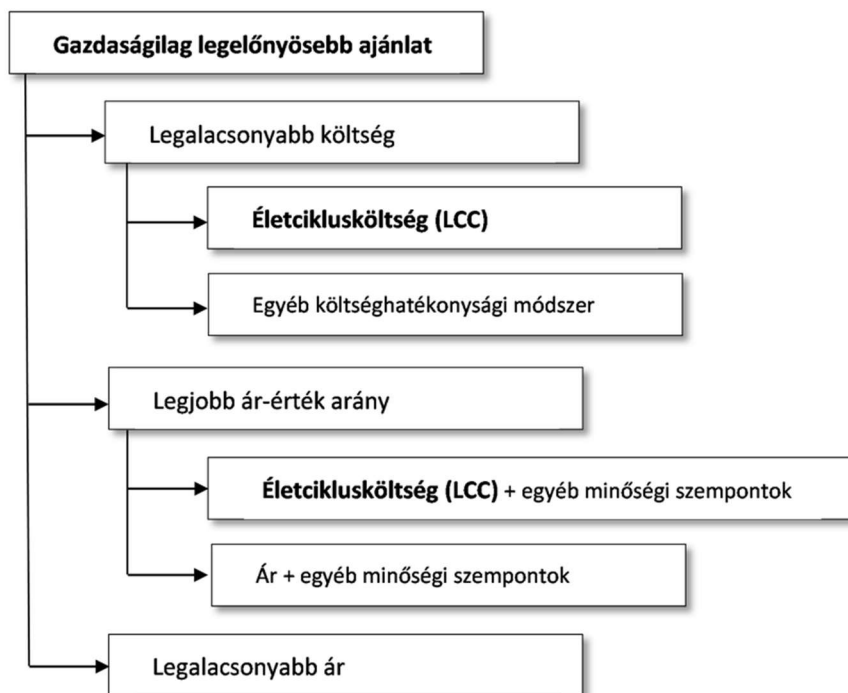
A kiválasztási szempontok meghatározására a direktíva előírja, hogy a legalacsonyabb ár szempontja önmagában nem elég, helyette a legalacsonyabb költség vagy legjobb ár-érték arány szempontját kell a hatóságoknak

² Forrás: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0024&from=bg>

figyelembe vennie. Ez az előírás adta az életciklusköltség-számítás jogi eredetét és adott keretet az ajánlatkérők prioritásainak érvényesítésére, alátámasztva a fenntartható növekedést.

A direktíva magyarországi jogszabályba való integrálása végett a közbeszerzésekről szóló 2015. évi CXLI. törvénynek (Kbt.) köszönhetően Magyarországon is véget ért a legalacsonyabb ár uralma közbeszerzésekkor; a törvény 76.§ (5) pontja szerint „az ajánlatkérő nem alkalmazhatja a legalacsonyabb ár szempontját egyedüli értékelési szempontként tervezési, mérnöki és építészeti szolgáltatások, valamint építési beruházások esetében”³. A direktívát követve a Kbt. egyik fontos újítása a korábbi szabályozásokhoz képest, hogy kivezeti a korábban a győztes ajánlatra használt kifejezést (legalacsonyabb árú és összességében legelőnyösebb) és helyére behozza a gazdaságilag legelőnyösebb jelzőt a kiválasztandó ajánlatra. A gazdaságilag legelőnyösebb ajánlat kiválasztása történhet a legalacsonyabb költség vagy legjobb ár-érték arány alapján. Ez utóbbiban megjelenhetnek a hagyományos ár/költség szempontokon túl a minőségi, a környezetvédelmi vagy a szociális szempontok.

2. ábra: A gazdaságilag legelőnyösebb ajánlat értékelésének szempontjai a Kbt. 76.§ szerint (Közbeszerzési Hatóság 2017)⁴



Amennyiben az ajánlatkiíró a legalacsonyabb költség szempontját választja a közbeszerzés értékelése során (vagy amennyiben a legjobb ár-érték arány, mint szempont meghatározása során költség alapú értékelést is alkalmaz), úgy életciklusköltség-számítással ajánlott meghatároznia a költségeket. A Kbt. 78. §-ának (1) bekezdése alapján amennyiben egy közbeszerzési kiírásról való döntéshozatal során az ajánlatkérőnek fel kell hívnia a pályázók figyelmét a közbeszerzési eljárás elindításának számító felhívásban a figyelembe vett szempontokról, legyen szó életciklusköltségről, vagy az ár-érték esetén egyéb minőségi szempontokról.

³ Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500143.tv>

⁴ Forrás: <https://kozbeszerzes.hu/media/images/1.max-1000x1000.png>

A közbeszerzések során használható életciklusköltség-számítás részletes módszertanáról a Kbt., az idevágó EU direktíva és a 322/2015 (X. 30.) Korm. rendelet alapján a Közbeszerzési Hatóság közölt saját lapjában, a Közbeszerzési Értesítőben tett közzé anyagokat, amiknek célja az érintettek orientálása a helyes módszertan kiválasztásához⁵.

4.1. Életciklusköltség-számítás módszertana

A közbeszerzésekről szóló 2015. évi CXLI. törvény a beruházások környezeti hatásait beleveszi az életciklusköltség-számításba. A 78. § (2) alapján, az életciklusköltség-számításnak magába kell foglalnia:

- az ajánlatkérő által viselt költségek;
 - megszerzéshez kapcsolódó költségek (az árban kifejezve);
 - használati költségek (energia, humán erőforrások);
 - fenntartási költségek;
 - életciklus végi költségek (bontás, újrahasznosítás) és
- a környezeti externáliák pénzben kifejezett értékének (ÜHG, szennyező anyagok)

egy részét. Ez alapján az ajánlatkérő határozza meg, melyik költségkategóriának mekkora jelentősége van, hogy az ajánlattevők tudtára hozza mely területek milyen mértékben vannak súlyozva az életciklusköltség-számításkor. Ugyanakkor az ajánlatkérő ezt nem minimalizálhatja, tilos csak a beszerzési árra, vagy csak a környezeti hatásokra fókuszálni, és nem lehet manipulálni a vizsgált elemeket, hogy indokolatlanul kedvezzenek egyes ajánlattevőket.

Az életciklusköltség-számítás során a projekt teljes költsége az életciklus különböző szakaszainak összege. A megszerzéssel kapcsolatos költségek egyenértékűek az ajánlati árral, melynek az egyedüli használata döntéshozatal során félrevezető lehet, így erős szabályozás alatt áll. Ehhez hozzáadódnak a használati és fenntartási költségek, melyek kiszámolásához szükség van a beruházás becsült élettartamára, éves fogyasztására (anyag, energia, munkaóra) és a fajlagos költségeire (Ft/kWh, Ft/óra). Ezek szorzata adja a teljes élettartamra vonatkozó használati költségeket. Ebbe a kategóriába sorolhatóak még egyéb költségek is, amelyek felmerülhetnek az élettartam során, mint például adók, járulékok, biztosítási költségek vagy infláció. A fellebb említett adatokat az ajánlatkérő bekéri, míg a fajlagos költségeket saját maga határozhatja meg, amennyiben transzparensten teszi közzé. Az életciklus végi költségek építési munkálatok esetén bizonytalan lehet. Ugyanakkor az építési beruházások bontási, szállítási és terület-helyreállítási költségeinek elszámolása mellett lehetőség van potenciális újrahasznosítási tevékenységekkel ezeket ellensúlyozni. Amennyiben ebből bevétel is keletkezhet, az összesítő számításban ez a tétel ellentételes előjellel kell megjelenjen. Az életciklus végi költségek nem relevánsak az összesítésben, amennyiben túl bizonytalan a becslésük és a különböző ajánlatok felelősségkörei megegyeznek.

⁵ Közbeszerzési Hatóság (2017): A Közbeszerzési Hatóság útmutatója az életciklusköltség-számítási módszertanokról. Közbeszerzési Értesítő, No.35.

4.2. Externális költségek (környezeti hatások) az életciklusköltség részeként

A környezeti hatások költségei csak akkor vonhatóak bele az életciklus költség számításba, amennyiben a folyamat eleget tesz a következő feltételeknek:

- Objektíven ellenőrizhető
- Általánosan hozzáférhető, ellenőrizhető számolási módszertan
- Észszerűen beszerezhető adatszükséglet

Azonban, a ma elérhető módszertanok a környezeti hatások pénzben való kifejezésére nagyrészt nem felelnek meg ezeknek a feltételeknek, mivel nem elérhetőek mindenki számára vagy nem elég hivatalosak. A Közbeszerzési útmutató szerint az egyetlen forrás, amely biztosít általánosan elérhető, így használható fajlagos értékeket, az EU 2009/33/EK irányelve („Tiszta járművek irányelv”). Az alábbi táblázat mutatja az irányelvben meghatározott környezeti terheléseknek költségvonzatát:

3. ábra: A közúti közlekedésből származó kibocsátások költségvonzata⁶

2. táblázat: A közúti közlekedésből származó kibocsátások költségvonzata (2007-es árak alapján):

CO ₂	NO _x	nem metán szénhidrogének (NMHC)	szilárd részecskék
0,03–0,04 EUR/kg	0,0044 EUR/g	0,001 EUR/g	0,087 EUR/g

Ezek a fajlagos értékek a megfelelő környezeti hatásokra jelenleg is használhatóak. Amennyiben más környezeti hatásokat is szeretne a Főváros vizsgálni, a DuboCalc (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**) holland szoftver tartalmaz fajlagos értékeket, viszont ezek holland adatokon alapulnak és nem használják EU-s szinten. Ráadásul ennek a licenzét akkor minden ajánlatadóval is meg kell osztani az alábbi alapján⁷:

- 1 felhasználó: 350 EUR/év
- 5 felhasználó: 1000 EUR/év
- 10 felhasználó: 1800 EUR/év

Az életciklusköltség-számításhoz használandó módszertan a Közbeszerzési útmutatóban ki van fejtve, mint az ajánlatkérő és az ajánlatadók számára általános elérhető számolási módszertan.

Az ajánlatkérőnek van lehetősége fenntarthatósági szempontokat belefoglalnia a pályázatba a környezeti hatások költségeiben való kifejezésén túl. Amennyiben az elbírálás során nem a legalacsonyabb költség, hanem a legjobb ár-érték arány szempontjait használja, egyéb szempontokat belevehet az ajánlatok kiértékelésekor. Egyéb tényezők lehetnek minőségi, környezetvédelmi vagy szociális szempontok. Az átláthatóság és esélyegyenlőség érdekében a választási preferenciáknak a projekt életciklusához kötődnie kell és fontos, hogy objektíven mérhetőek legyenek. Amennyiben az ajánlatkérő szeretne minimum alkalmassági követelményt is kikötni, azt külön fel kell tüntetni. A kiválasztott szempontokhoz az ajánlatkérőnek meg kell határoznia azok relatív súlyát a végső elszámolásban; mindegyik szempont pontozásra kerül, amihez a határértékeket az

⁶ Az Európai Parlament és a Tanács 2009/33/EK irányelve:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0033&from=EN>

⁷ Forrás: <https://www.dubocalc.nl/licenties/>

ajánlatkérő határozza meg. A határértékeket és pontszámítási módszertanokat a kiírásban közzé kell tenni. A folyamat szemléltetése:

Az ajánlatkérő szeretné az építkezés karbonlábnyomát csökkenteni. Ennek elérése érdekében kikötheti minimum alkalmassági követelményként, hogy az ajánlatadók milyen alacsony karbonlábnyomú anyagokat/folyamatokat használhatnak. Emellett megteheti, hogy bekéri minden ajánlatadótól a munkájuk során előrelátott kibocsátásokat. Ennek formája lehet célkitűzés a munkagép-fogyasztásra, alapanyag előállításának lábnyoma hiteles számítással alátámasztva. A fentiekre az ajánlatkérő szakmai hozzájárulással meghatározza milyen határértékeket szab meg a pontszámításnál. Ugyanakkor az ajánlatkérő meghatározza azt is, hogy ez a környezetvédelmi szempont (karbonlábnyom) milyen súllyal fog beleszámítani a végső összesítésbe az ár, költség, egyéb szempontok mellett.

A fenntarthatósági szempontok belefoglalására a közbeszerzésbe az EU Útmutatója Zöld Közbeszerzésekhez biztosít támpontokat, melyek ebben a dokumentumban később ki lesznek fejtve.

5. Jógyakorlatok LCC és LCA használatra a közbeszerzésben

5.1. Külföldi példák

- Finnország (Hyvinkää)⁸: Hyvinkää városa a Nordic Swan⁹ ökocímkével ellátott óvodát akart létesíteni. Ennek a címkének a megszerzéséhez az adott épületnek az egyes elemek egész életciklusát figyelembevéve kell megépülnie, energiafogyasztása alacsony legyen, valamint az építkezés során felhasznált építő- és vegyi anyagoknak is alacsony kibocsátásúnak, az építési folyamatoknak pedig minőségbiztosítottaknak kell lennie. A közbeszerzésre ajánlattevő vállalatoknak ki kellett jelölnie egy személyt a cégen belül, aki az ökocímke tanúsítási folyamat megvalósulásáért felelt, valamint egy tervet kellett benyújtaniuk arról, hogy miként biztosítanák részükről (és alvállalkozóik részéről) azt, hogy az építkezés ökocímke előírásainak megfelelően fog lezajlani. A tervnek javaslatokat kellett tartalmazni arra is, hogy az épület miként felelhet meg a Nordic Swan energetikai követelményeinek. A megítélési kritériumok a következők:
 - Ár (50%): a legalacsonyabb ár preferálása
 - Elrendezés/funkcionalitás (25%): a legjobb funkcionális kialakítású terv preferálása
 - Homlokzat (7,5%) – az ajánlatkérő preferenciája alapján
 - Közlekedés (7,5%): parkoló kialakítása, beszállítási pontok kialakítása alapján
 - A projektre kijelölt személy (5%): a projektfelelős szakmai tapasztalata, referenciái alapján
 - Terv az építőanyagok és az építési folyamat védelmére (5%): például az építőanyagok megvédése az esőtől, környezeti hatások okozta károktól.

⁸ Procura+ (2018a): Procuring the first Nordic Swan ecolabelled pre-school in Finland:

https://procuraplus.org/fileadmin/user_upload/Procura__case_studies/Procuraplus_case_study_Hyvink%C3%A44.pdf

⁹ Forrás: <https://www.nordic-ecolabel.org/>

- Egyesült Királyság (Anglia)¹⁰: A londoni közlekedési vállalat (TfL) új megoldásokat keresett a világítással kapcsolatban felmerülő teljes életciklusköltség csökkentésére. Ehhez a TfL teljes életciklusköltség-számítást alkalmazott az egyes metróhálózat kivilágításához felhasznált termékeken, ami hozzájárult ahhoz, hogy az áron túl további fontos információkhoz juthassanak az egyes termékek kapcsán (pl. felszerelés, karbantartás, energiahasználat, karbonköltségek). Ezzel a módszerrel megállapították, hogy a rövid távon olcsóbb megoldás hosszabb távon jóval költségesebb az energiafelhasználás és a fenntartás miatt. A kockázatok mérséklésére a TfL háromlépcsős közbeszerzési eljárást dolgozott ki:
 - Első szakasz: prekvalifikáció, piaci érdeklődés felmérése és a TfL elvárásainak megértetése a gyártókkal
 - Második szakasz: az első szakaszban érdeklődésüket mutató és alkalmasnak talált vállalatok meghívása a közbeszerzésre. A gyártóknak a TfL rendelkezésére kellett bocsátaniuk a termékeik technikai specifikációit, hogy a közlekedési vállalat egy teljes életciklusköltség-számításban össze tudja őket hasonlítani, ez alapján pedig pontozni az egyes gyártók termékeit.
 - Harmadik szakasz: A második szakaszban legmagasabb pontszámokat szerző gyártóktól bizonyos termékek bekérése tesztelésre, hogy megegyeznek-e a cég által jelentett specifikációk a valós adatokkal (mennyire könnyű a tönkrement alkatrészeket pótolni, strapabíróság, vagy fel/leszerelés egyszerűsége). Ez alapján a teszt alapján választották ki végül a közbeszerzés győzteseit.
- Csehország¹¹: Dél-Morvaország (cseh régió) egy új gyermekszanatórium építésére írt ki közbeszerzést Ostrov u Macochy város környékén, mert a település régi szanatóriuma már nem felelt meg a kor követelményeinek, sem a megnövekedett szolgáltatásra való igénynek. A közbeszerzésben a fenntarthatósági szempontok hangsúlyosak voltak, így a pályázóknak többek közt azt is demonstrálniuk kellett, hogy tapasztalatuk van megújuló energiát, hővisszanyerést és magas komfortszintű hűtést/szellőztetést használó épületek építésében. A közbeszerzés költségét előre meghatározták, így a pályázók nem ígérhettek egymás alá, tehát az árazás nem számított a pályázatok értékelésében. A pályázatokat öt szempontból vizsgálták, amik közül a második legfontosabbnak az energetikai és technológiai megoldások minőségét jelölték meg. Ennek részeként vizsgálták a tervezett épületek hőátbocsátási tényezőjét, a nem-megújuló energiafogyasztását (évi 120 kWh/m² alatt kellett lennie), valamint más, nehezebben számszerűsíthető szempontokat is figyelembe vettek, mint a működési energiafelhasználás csökkentésének módjai vagy a vizuális és akusztikus komfortot elősegítő szellőzésrendszer kialakítása.

¹⁰ Procura+ (2017): Innovative lighting procurement for London's Underground network:

https://procuraplus.org/fileadmin/user_upload/Procura__case_studies/Procuraplus_case_study_Transport_for_London.pdf

¹¹ Procura+ (2022): Combining procurement models for green and healthy buildings:

https://procuraplus.org/fileadmin/user_upload/Procura__case_studies/Procuraplus_case_study_South_Moravian_Region.pdf

- Olaszország¹²: Az ATC Torino egy közhivatal, ami Torinóban foglalkozik szociális lakások szolgáltatásával, és fontosnak találja, hogy javítsa ezek környezeti és energetikai teljesítményét. 2014-ben 3 épületet (21 lakást) újíttak fel, a közbeszerzés kiírásában pedig három célt jelöltek meg:
 - csökkentsék az energiaveszteséget a falakon keresztül anélkül, hogy csökkenne a lakások nettó alapterülete
 - tetőszigetelés anélkül, hogy a szobák belmagassága csökkenne
 - új ablakok beszerelése, amik csökkentik a hőveszteséget, a napfény beáramlását télen növelik, nyáron pedig csökkentik

A döntést a következő szempontok alapján hozták meg:

- energiahatékonyság: 30 pont a homlokzat és a tető; 40 pont az ablakok
 - hőátbocsátási tényező: a legkisebb hőátbocsátási tényezővel rendelkező megoldás kapja a legtöbb pontot
 - hőhidak csökkentése: a legkisebb érték kapja a legtöbb pontot
 - ablakok képessége a beszűrődő napfény nyári csökkentésére, téli növelésére: azok a megoldások kaptak maximális pontot, amik 20%-kal tudták csökkenteni a hűtési és fűtési szükségleteket a standard ablakokhoz képest
 - fenntarthatóság: 10 pont, a megoldás global warming potential (GWP) mutatója alapján (bölcsőtől a sárgáig)
 - munkálatok, állapotfenntartás: 30 pont a homlokzat és a tető; 20 pont az ablakok
 - költség szempontok: 30 pont
- Finnország (Helsinki)¹³: A finn főváros vezetése komoly erőfeszítéseket tesz annak az irányába, hogy minél előbb karbonsemlegesek legyenek, sok esetben kísérleteznek is projektekkal, hogy tapasztalati úton ismerhessék meg azok hatásait. Ezek egyike négy lakás megtervezése és megépítése volt egy földalatti parkolóval. A közbeszerzés kiírása alapján a elsődleges építőanyagoknak fának kellett lennie, az építkezésen nem használhattak fosszilis tüzelőket és a pályázatokban hangsúlyosan szerepelni kellett az épületek életciklus költségének (ehhez a One Click LCA szoftvert használták). A pályázatok értékelése a következőképp történt:
 - Minőség (50 pont):
 - Életciklus karbon (14 pont)
 - Energiahatékonyság (6 pont)
 - Építészeti és technikai minőség (30 pont)
 - Legalacsonyabb ár (50 pont)

A pályázat része volt egy utólagos monitoring is, aminek keretén belül az elkészült épületre (és az így abba beépülő anyagokat) újra készítettek egy életciklus karbon elemzést, hogy megnézzék sikerült-e a

¹² Procura+ (2018b): Procuring energy saving building technologies for residential buildings:

https://procuraplus.org/fileadmin/user_upload/Procura__case_studies/Procuraplus_case_study_ATC_Torino.pdf

¹³ European Commission (2021): Procurement of low-carbon residential buildings using life-cycle assessment criteria:

https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue_104_Case_Study_193_Helsinki.pdf

pályázatban megjelölt karbonszintet tartani vagy esetleg javítani. Amennyiben nem, úgy a pályázónak utólagos büntetési kötelezettsége volt a megbízó irányába.

5.2. Hazai példák

- Vízközmű beruházás¹⁴

Magyarországon a dinamikus költségelemzés (dynamic cost comparison, DCC) a víz közmű szolgáltatás területén már elterjedt fogalomnak és módszertannak számít közbeszerzésekkor. A módszert rendszeresen alkalmazzák állapotfelmérési dokumentáció elkészítésére, költséghatékony közbeszerzésekre és agglomerációs felülvizsgálatok (rekonstrukció) esetén. Állapotfelmérési dokumentáció esetén nagyjából 5 évente megvizsgálják a vízinfrastruktúra vagyontárgyait, hogy előre lássák mikor kell majd cserélni őket, így előre vetítve a várható költségeket. Az agglomerációs felülvizsgálat esetét az alábbi példa mutatja be:

Egy település kezd beolvadni egy nagyobb város agglomerációjába, így a szennyvíz elvezetését újra kell gondolni. Választhat, hogy becsatlakozik a nagyobb város szennyvízhálózatára, vagy saját telepen kezelteti a szennyvizét. A két alternatíva közül a költséghatékonyabbat kell kiválasztani. Költségbecslésnek tartalmaznia kell a beruházást, pótlást és üzemelési költségeket.

- Budapest Főváros Önkormányzat városrehabilitációs pályázat

A 2018-as pályázati kiírás a Főváros által többek között tartalmazta az alábbi pályázati alapelvet:

- a projekt a rendelkezésre álló erőforrások hatékony felhasználásával és a teljes életciklust szem előtt tartva alkalmazza a környezeti, társadalmi és gazdasági szempontból fenntartható megoldásokat;

Ebből kiindulva sejtettük, hogy egy projekt, ami ennek keretében támogatást nyert, zöld közbeszerzési szempontokat vett figyelembe, amelyek példát adhatnak. Pályázati támogatást kapott a DériM Projekt (Déri Miksa utca a Csarnok negyed főutcája, Józsefváros) a tér felújítására.

- Tervezők: LAND-A Táj- és Környezettervezési Műterem Kft, Korzó Tervezési Stúdió Kft.
- Projektmenedzser: Rév8 ZRt.

Kapcsolatba léptünk a fent említett cégekkel email-en keresztül szeptember 14-én, de válasz nem érkezett.

A zöld közbeszerzések általános elfogadottságához az alábbi területeken kell még javítani:

- A jogi szakértelem hiánya a környezetvédelmi kritériumok alkalmazásához. Ez a két tanulmány elsősorban ennek az akadálnak a leküzdésére készült, hogy a Főváros közbeszerzői tisztában legyenek a környezetvédelmi szempontokkal és alkalmazásukkal.
- A gyakorlati eszközök és információk hiánya. Ahogy az a jelen tanulmányokban is látszik, a következő fejezetben, az elérhető eszközök limitált számban vannak jelen és így sem feltétlenül alkalmazhatóak széles körben. Ezt felismerve, a Közbeszerzési Hatóság az OECD segítségével éppen most dolgozik egy

¹⁴ Életciklus költség, mint értékelési szempont az infrastrukturális és víziközmű szektorban MASZESZ
<https://docplayer.hu/11065123-Eletciklus-koltseg-mint-ertekelesi-szempont-az-infrastrukturalis-es-vizikozmu-sektorban.html>

LCC eszközön (2021 szeptember – 2023 február), amelyet később specifikus termékekre és szolgáltatásokra is lehet alkalmazni.¹⁵

- A képzés hiánya. A környezetvédelmi szempontokról érdemes képezni a közbeszerzőket és a kivitelezőket, hogy hatékonyan implementálják, és a végfelhasználókat, hogy fenntarthatóan használják a végterméket.
- A hatóságok közötti együttműködés hiánya. A GPP szisztematikus végrehajtása Európa-szerte még mindig kevés, a hatóságok többsége egyedül, gyakran saját kezdeményezésére jár el. Mind az informális, mind a formális együttműködésnek növekednie kell a GPP javítása érdekében.

5.3. LCC és LCA eszközök

- SMART SPP LCC-CO₂ Tool¹⁶: A SMART SPP egy életciklusköltség-számítás megkönnyítésére és széndioxid-kibocsátás felmérésére készített Excel-felületű megoldás, amit az Intelligent Energy Europe program keretében hoztak létre. A szoftver elsődleges funkciója, hogy támogassa a közbeszerzésekhez kapcsolódó döntéshozatalt olyan szempontok bevonásával, mint a beruházás teljes életciklusának költségének, vagy a felhasznált anyagok által a beruházásokba beépült karbon mennyiségének figyelembevételével, de képes arra is, hogy a beruházás működtetése közben keletkező CO₂ kibocsátásokra is tudjon adni egy indikatív jelzést. A SMART SPP eszköz alapvetően a gyártást, a működtetést és az életciklus végét veszi figyelembe, így az egyes anyagok teljes életciklusának (whole life cycle=WLC) kiértékelésére használható. További fontos funkciója az eszköznek, ami kifejezetten alkalmassá teszi közbeszerzések során történő felhasználásra, hogy képes az egyes anyagopciók közti életciklusköltségben és karbonkibocsátásban megmutatkozó különbségek megjelenítésére, így akár egy alapanyag más változatai (pl. különböző gyártói hátterek) vagy egyes ajánlattevő felek más megoldásai is könnyen összevethetőek lesznek. Lehetséges benne Excel-diagram alapú vizuális szemléltetés is, ami miatt prezentációkban is felhasználható, a szoftver maga pedig ingyenesen elérhető, ez azonban azt is jelenti, hogy bizonyos kényelmi funkciók hiányoznak belőle (pl. a kibocsátási faktorokat a felhasználónak kell frissíteni).
- One Click LCA¹⁷: A SMART SPP-vel ellentétben ez nem egy Excel-alapú, hanem egy böngészőben futtatható szoftver (így állandó internetkapcsolat szükséges hozzá), ami LCA és LCC elemzések mellett használható környezetvédelmi terméknnyilatkozatok (EPD)¹⁸ készítéséhez és karbonlábnyom-számításokhoz is. A program nem ingyenes, hanem licencelni kell, ami egy éves díjat jelent, és

¹⁵ Forrás: <https://www.oecd.org/gov/public-procurement/country-projects/green-procurement-hungary/>

¹⁶ Forrás: <https://www.smart-spp.eu/index.php?id=6988>

¹⁷ Forrás: <https://www.oneclicklca.com/>

¹⁸ Egy EPD életciklus szemléleten és elemzésen alapulva mutatja meg egy építési termék környezetre gyakorolt hatását életciklusa során. Az 1. ábra a főbb szakaszok bemutatásával érzékelteti, hogy ez az életciklus perspektíva lehetővé teszi a termék értékelését bölcsőtől kapuig (cradle-to-gate) vagy bölcsőtől bölcsőig (cradle-to-cradle). Egy EPD elkészítésében négy szereplő van: 1) a terméket gyártó cég, 2) LCA szakértő/tanácsadó, aki támogatja a terméket gyártó céget az egész folyamat során, 3) a hitelesítő, aki a harmadik-fél általi igazolást garantálja, valamint 4) egy Program Operator, aki szolgáltatja a további szabványokat, amely alapján az EPD és LCA elkészül, valamint az online könyvtárában fog megjelenni az EPD.

alapesetben 3 beruházásra érkező különböző tervek életciklusköltségét és karbonlábnyomát lehet összehasonlítani, de a beruházások száma természetesen bővíthető. A szoftveren kívül a One Click cég szolgáltatásának része az ügyfelekkel való kapcsolattartás és a szoftverrel kapcsolatos kérdések megválaszolása, használatában segítségnyújtás. A számítás outputjához szükséges számszerű adatokat és információkat (úgy, mint kibocsátási faktorok, benchmark értékek) EPD-k, szakági adatbázisok (Ecoinvent¹⁹, IEA²⁰ adattáblák), valamint termékspecifikus és iparági LCA adatok segítségével határozzák meg, ezeket pedig folyamatosan frissítik. Az eredmények megjeleníthetők viszonylag szabadon alakítható grafikonok segítségével. Az automatikusan frissített adatbázisnak viszont hátránya is van, mivel az adatbázisban nem szereplő termékeket nem lehet felvinni, így a hozzájuk tartozó kibocsátási faktorokat sem. Ilyen esetben országos átlagból aggregált adatokból vagy az adott terméket bizonyos specifikációiban leginkább megközelítő alternatív opcióval lehet tovább dolgozni (ez csak LCA esetében áll fenn, LCC esetében az anyagok költsége szabadon módosítható).

- Egyéb eszközök: A fenti két eszközön kívül vizsgálatunk kiterjedt még más életciklusköltség-számító megoldásokra is, amiket különböző okokból kifolyólag valamivel kevésbé megfelelőnek ítéltünk a projekt céljainak eléréséhez. Az egyik ilyen a Palate, ami alapvetően útépitési- és felújítási munkák során használt anyagok és az ezzel járó folyamatok életciklus-elemzésére lett kifejlesztve. Ez egy Excel alapú felület, viszont 2003-as adatokkal dolgozik, ráadásul ezek is jellemzően átlagolt amerikai adatok, így bár az Excel felület miatt ezek frissíthetőek lennének, azonban mind a számos keresztivatkozással elkészített tábla háttérmechanikáinak teljes megértése, mind a szükséges adatok összegyűjtése olyan munka lenne, ami nem indokolná a hasonlóan ingyenes és hasonló alapelven működő SMART SPP helyett a Palate használatát. Megvizsgáltuk ezen kívül a GaBi és a DuboCalc nevű fizetős szoftvereket is. Ezek a One Click LCA-hoz hasonlítva kevesebb magyarországi beruházásokra egyértelműen felhasználható adatot tartalmaznak, előbbi inkább német, utóbbi pedig főleg holland információkkal dolgozik, a DuboCalc pedig csak holland nyelven hozzáférhető.

A vizsgálatra mi a One Click LCA eszközt választottuk. Az eszköz kiválasztása során több lehetőséget is megfontoltunk, végül azért döntöttünk a One Click LCA szoftver mellett, mert háttértáblájában megtalálhatóak olyan, az építőanyagok gyártási folyamatát leíró és jellemző adatok, amiket a Főváros vagy az önkormányzati szervezetek adathiány miatt (mivel ezeket a kivitelezők velük sem osztják meg) nem tudtak szolgáltatni részünkre. A One Click LCA használata emiatt jelent valamennyi módszertani megkötést, hiszen a számoláshoz szükséges több fontos adat a One Click LCA eszköz háttéradatbázisából nyerhető csak ki.

¹⁹ Ecoinvent: Az ecoinvent Association egy nonprofit szervezet, amelynek célja a környezeti adatok világszintű hozzáférhetőségének előmozdítása és támogatása.

²⁰ IEA: A Nemzetközi Energiaügynökség (International Energy Agency), egy a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezethez (OECD) szorosan kapcsolódó konzultációs szervezet, melynek feladata a kiegyensúlyozott energiapolitika, az energiabiztonság, a gazdasági fejlődés elősegítése és a környezetvédelem.

6. Anyagok vizsgálata

6.1. Módszertan

Budapest Főváros Önkormányzata az elvégzendő feladatok részeként szabta meg 15-20 építőanyag és folyamat életciklus-elemzését és életciklusköltség-számítását. Ennek kapcsán elsőként azonosítanunk kellett a legjelentősebb 15-20 anyagot és munkafolyamatot Budapest Főváros Önkormányzatának jellemző beruházásainak esetében.

A Főváros esetében a vizsgálandó tételek kiválasztásához elsősorban az Önkormányzat által működtetett, Gyula településén található, idősek otthonát vizsgáltuk meg. Ehhez a Hivatalüzemeltetési és Intézményfejlesztési Főosztály által megküldött műszaki leírásokból és költségvetési összesítőkből tudtunk adatokat kinyerni. Ezen kívül az Önkormányzat különböző osztályainak munkatársaival is készítettünk interjúkat, amiket az alábbi táblázatban lehet látni az adatok forrásaival együtt:

1. táblázat: A Főváros által szolgáltatott adatok forrásai

i	Felhasznált adatok neve (dokumentum, interjú)
Gyulai idősek otthona	3-02__epitesz_muszaki_Leiras_jav_2022-01-12(dkt)
Gyulai idősek otthona	3-03__Torteneti_nyilaszarok_felujitasa_(dkt)
Gyulai idősek otthona	3-10__Viz__szennyviz__csapadekvizelvezetes__belso__udvari_terburkolatok__parkolok_(dkt)
Gyulai idősek otthona	4-0_a_Melyepitesek_(kozmu)_koltsegetese_aRAZATLAN
Gyulai idősek otthona	4-1_a-b_epitomesteri_munkak_koltsegetese_-_arazatlan
Budapesti Módszertani Szociális Központ és Intézményei	Interjú
Főpolgármesteri Hivatal – Klíma- és Környezetügyi Főosztály	Interjú
Főpolgármesteri Hivatal – Üzemeltetési Főosztály	Interjú

Mindenképp ki kell hangsúlyozni, hogy bár a vizsgált releváns anyagok legnagyobb része a gyulai idősek otthona alapján állt össze, az otthon által szolgáltatott adatokat másra nem használtuk fel. A tanulmányban vizsgált anyagok tehát általánosan a Gyulán felhasznált anyagok típusaira vonatkoznak (olyan alapadatokkal, ahogy azok az általunk használt adatbázisokban fellelhetők), nem a velünk megosztott beruházás során konkrétan felhasznált építőanyagokra és tételekre.

Itt néhány esetben az egyes folyamatokhoz vagy anyagokhoz nem voltak mennyiségek feltüntetve, így ezeket az alapján értékeltük, hogy a műszaki leírásokban milyen nagy hangsúlyt kaptak; a vizsgálatba potenciálisan bevonható tételek nagyobb részéhez azonban volt valamilyen mennyiség rendelkezésre.

A kvalitatív vizsgálat során félig strukturált interjúkat készítettünk a Főváros munkatársaival. Az interjúk alapvetően azt a kérdéskört járták végig, hogy mik az egyes intézmények és főosztályok esetében a leggyakrabban elvégzett építési munkák, milyen építőanyagokat használnak fel ezek során, valamint milyen szinten veszik figyelembe az egyes anyagok kiválasztása során a környezeti szempontokat. Az egyes interjúk után kiválasztottuk az interjúalanyok által említett anyagok és folyamatok közül azokat, amiket ők jellemző tételként határoztak meg, és környezeti terhelésüket mi sem találtuk elhanyagolhatónak. A megbeszélések mindegyikéről leíratot készítettünk, amit ezután kiküldtünk az interjúalanyoknak, hogy amennyiben szeretnék, úgy írásban pontosíthassák, ahol szükséges pedig javíthassák jegyzeteinket.

Az interjúk és a táblázatok alapján összeállt a 19 anyag és folyamat, amiket kiküldtünk a Budapest Főváros Önkormányzata által kijelölt kapcsolattartóknak. Ezek a következők:

2. táblázat: A kiválasztott anyagok és folyamatok listája

Anyag/folyamat	Anyag mennyisége (ha elérhető)	Adatforrás
C30/37 beton	-	Gyula, idősek otthona
C25/30 beton	-	Gyula, idősek otthona
C20/25 beton	191,2 m ³	Gyula, idősek otthona
C16/20 beton	70,65 m ³	Gyula, idősek otthona
betonacél	46,234 t	Gyula, idősek otthona
Z022 (régén M22)	223 m ³	Gyula, idősek otthona
homokos kavics (CK-t 2 vagy CK-t 4 keverékből)	90,11 m ³	Gyula, idősek otthona
csúszásmentes PVC burkolat	1450,92 m ²	Gyula, idősek otthona
csúszásmentes kerámialap	239,82 m ²	Gyula, idősek otthona
bitumenes lemez	1429,12 m ²	Gyula, idősek otthona
kőzetgyapot hőszigetelés	-	Gyula, idősek otthona
EPS hőszigetelés	999,3 m ²	Gyula, idősek otthona
PE hőszigetelés	988,9 m ³	Gyula, idősek otthona
XPS szigetelés	43,84 m ²	Gyula, idősek otthona
glettelés	2981,1 m ²	Gyula, idősek otthona
festés	-	BMSZKI
ablakcsere	-	BMSZKI

vizesblokk felújítása (csövek, szaniterek)	-	BMSZKI
tetőburkolat (cserép, pala, fémlemez fedés)	-	BMSZKI

Az egyes tételek jóváhagyása után kezdtük meg az életciklusköltség-számítást és az életciklus-elemzést. Az elemzést egyrészt a projekt rövid kifutási ideje, másrészt az egyes konkrét anyagok gyártására vonatkozó adatainak hiánya miatt a One Click LCA nevű életciklus-elemző és életciklusköltség-számító szoftveren keresztül hajtottuk végre, hisz ennek az eszköznek van egy viszonylag kiterjedt háttéradatbázisa, és ezeknek az adatoknak a kigyűjtése jóval kevesebb időt vesz igénybe. Ezek az egyes tételekre vonatkozó jellemzők (úgy, mint megfelelő kibocsátási faktorok) EPD-k, szakági adatbázisok (ecoinvent, IEA (International Energy Agency) adattáblák), valamint termékspecifikus és iparági LCA adatok segítségével kerülnek meghatározásra. Emiatt nem a Főváros vagy az alá tartozó szervezetek beruházásainál felhasznált bizonyos gyártók konkrét építőanyagainak környezetterhelését és életciklusköltségét számítottuk ki, hanem proxy-anyagokét. A proxy-anyagok nem az ügyfelek által megadott anyagok, hanem azokkal azonos technikai paraméterekkel rendelkező, de nem minden szempontból (pl. előállítás során felhasznált energia) megegyező anyagok. Ez tehát azt jelenti, hogy a számítások eredményei elsősorban becslések.

Az életciklusköltség-számítás esetében a kalkulációkat a One Click LCA szoftverben meglévő áradatokkal számoltuk, minden tétel esetében 60 éves periódusra (fontos megjegyezni, hogy vannak anyagok, amiket nem lehet 1:1-ben cserélni, így ezek esetében a 60 éves periódus nem értelmezhető, ezért a javítási és csere költsége (B4-B5) nem jelenik meg mindenhol). Azért 60 évest periódust választottunk, mert az építőipari beruházások során történő LCA és LCC vizsgálatok esetén ez szokott lenni a standard. A számítások során minden anyag vagy folyamat esetében egy szabvány mértékegységre (pl. m³, m², kg) vizsgáltuk meg az életciklusköltségüket. Az eszköz korlátjai miatt az elemzésből kimaradnak a B modulból a B1-B3 szakaszok, illetve a B6-B7 szakaszok, mivel egyik tétel esetében sem értelmezhető az életciklusa során történő energia és vízfogyasztás.

Az LCA és LCC számításokhoz számos forrásból használtunk fel adatokat, többek között licencelt adatbázisokból is (One Click LCA, Ecoinvent, IEA). Az ezekből az adatbázisokból kinyert primer, elsődleges adatokat a licencké természetű miatt nem oszthatjuk meg másokkal, az ezekhez való hozzáféréshez mindenkinek saját licenccel kell rendelkezni. Az adatbázisokon felül még szakirodalmakat vontunk be egyes adatok korrigálása vagy kiegészítése végett, amiket szakszerűen le is hivatkozunk alább. Az elemzés során felhasznált irodalmak:

- Bozdağ, Ö. – Seçer, M. (2007): *Energy Consumption of RC Buildings during Their Life Cycle*. Dokuz Eylül University, Izmir.
- Carbon Trust (2014): *Case study: Low temperatura asphalt*.
- Santos, J. – Bressi, S. – Cerezo, V. – Lo Presti, D. – Dauvergne, M. (2018): *Life Cycle Assessment of low temperature asphalt mixtures for road pavement surfaces: a comparative analysis*. Resources Conservation and Recycling. 138. pp. 283-297.
- Magyar Építész Kamara (2020): *Építőipari költségbecslési segédlet 2020*. Budapest.

6.2. Életciklusköltség-számítás és életciklus elemzés eredményei

6.2.1. Tudnivalók

Az egyes tételek életciklusköltségét a már korábban bemutatott One Click LCA szoftverben végeztük. Az életciklusköltség-számítás elengedhetetlen része a bekerülési költségeket meghatározása, azonban mivel a megbízó erre nem tudott az egyes tételek esetében adatot szolgáltatni, így ezeket a költségeket elsősorban a One Click LCA eszköz adatbázisából nyertük ki, ahol pedig ez nem volt elérhető, ott ilyen tételek nagykereskedelmi árának aggregálásából majd átlagolásából határoztuk meg ezt az értéket. Az egyes tételeknél az első táblázatban mindig az anyag életciklusköltsége jelenik meg forintban (inflációval és infláció nélkül számolva) az egyes fázisokra lebontva. Ezek összege mutatja az adott termékek teljes életciklusköltségét.

Fontos megjegyezni, hogy néhány tétel esetén az alternatívákra a szoftver az egyes anyagok hasonlósága miatt (pl. egyes betontípusok esetén, ahol csak az adalékanyagok aránya tér el valamilyen szinten) ugyanazt az egységárat adja meg az iparági aggregált adatok alapján, így ezekben az esetekben az életciklusköltség a két tételre megegyezik, ezt minden ilyen esetben látni lehet a beszúrt táblázatban. Az egyes árak és költségek ezért minden esetben referencia árak csupán. Azt, hogy gyakorlatban melyik a költségesebb tétel nem feltétlenül lehet megmondani, ez jellemzően a gyártótól, az ő ellátási láncának összetettségétől és saját költségeitől függ, ezt tehát nem jelöljük a vizsgálat során. Vizsgálatunkban tehát az LCC legfontosabb funkciója, hogy támaszt nyújtson a Fővárosnak annak a megállapításához, hogy az egyes építőanyagok jelentette költségek miként oszlanak meg a vizsgált tételek életciklusa során. Ez lehetőséget teremt arra, hogy a beruházások esetében ne csak a belépési költséget, hanem az alapanyag kitermelésétől a hulladék kezeléséig tartó költségek alapján lehessen megítélni az egyes anyagokat egy adott időintervallumra. Az egyes tételek életciklusa során létrejövő kibocsátás meghatározását a már korábban bemutatott One Click LCA szoftverrel végeztük. Az életciklus-elemzéshez az egyes tételek és folyamatok esetében számos olyan adattal tisztában kell lenni, amik kihathatnak a tételekbe beépült karbon mennyiségére, ezeket az értékeket pedig a One Click LCA adatbázisából nyertük ki. Az egyes anyagok és folyamatok életciklusát bölcsőtől-sírig vettük. Alapvetően az anyagokat és folyamatokat az A1-A3, B4-B5 és C1-C4 fázisokban vizsgáltuk, mivel a többi fázis nem volt értelmezhető egyáltalán (pl. B3 – javítás, ez jellemzően gépek esetében merül fel, anyagoknál a B4 – csere fázis releváns), vagy az egyes anyagok összehasonlítása szempontjából nem mutattak különbséget (pl. A4 – szállítás, mivel nem kaptunk szállítási távolságokat, az egyes alternatívák esetében pedig általában megegyeznek az aggregált szállítási átlagok a One Click adatbázisában, így ez nem jelent semmi különbséget, ezért nem vettük be a vizsgálatba ezt a fázist sem). A számítás során az alacsonyabb kg CO₂e kibocsátással rendelkező opció a zöldebb megoldás.

Fontos megjegyezni, hogy néhány esetben a C1-C4 fázisok nem értelmezhetők, hisz (például meszes talajerősítő esetében) nem valószínűsíthető a hulladék fázis, hiszen több olyan tétel van, ami nem kerül összegyűjtésre az adott épület/épületrész/tétel elbontása során vagy életciklusának a végén. Az LCA számítás eredményeit tartalmazó táblázatok bemutatják életciklusfázisokra lebontva az adott tételbe beépült karbon mennyiségét és azok arányát az egyes fázisok között a teljes életcikluson belül. Az utolsó oszlop az egyes opciók teljes beépült karbonjáról ad visszajelzést olyan módon, hogy a legnagyobb kibocsátást jelentő tételhez (bázis, 100%) viszonyítjuk a többi opciót.

Az LCC és LCA számítások esetében is igaz, hogy az egységnyi anyagra számított értékeket az anyagmennyiség megváltoztatása esetén az egyenes arányosság elvei szerint lehet extrapolálni. Amennyiben tehát a megadott

egy egység helyett két egységre szeretnénk kiszámolni az értékeket, úgy csak kettővel meg kell szorozni a kibocsátásokat és a költségeket.

6.2.2. Számítás

A tételek életciklusa során keletkező ÜHG kibocsátást több ponton lehet csökkenteni a legtöbb anyag esetében. Ezek nagyrésze általános, kisebb része pedig anyagspecifikus. Az alábbi fejezetben az egyes tételek alatt megjelenő „kibocsátás csökkentési potenciál” kezdetű bekezdések elsősorban ezekkel az anyagspecifikus potenciálokkal foglalkoznak, hisz az általános potenciálok ugyanúgy igazak minden tétel esetében. Kizárólag azoknál az anyagoknál tüntettük fel az általános kibocsátás csökkentési potenciálokat, ahol az azokhoz kapcsolódó intézkedések foganatosítása kardinális az anyaghoz kapcsolódó kibocsátások csökkentése érdekében, vagy ahol az anyag előállításának egyszerűsége (pl. homokos kavics, ahol kitermelés van, jelentős gyártási kibocsátás nincs) miatt ezekkel lehet legjobban csökkenteni a kibocsátásokat. Az általános jellegű kibocsátás csökkentési potenciálok a következők:

- minél hosszabb élettartamú tételek beszerzése (ezzel elkerülve a gyakori csere/felújítás során keletkező kibocsátásokat);
- minél magasabb újrahasznosított anyagtartalmú építőanyagok beszerzése;
- a tételek minél zöldebb és kevésbé fosszilis energiamixszel rendelkező gyártóktól való beszerzése;
- szállítási távolság csökkentése;
- zöldebb, kisebb kibocsátású szállítási mód (pl. villanyvonat vagy EURO 6 kibocsátási szabványú teherautó);
- kisebb fogyasztású, kevésbé környezetterhelő, akár elektromos munkagépek használata; és
- természetes anyagok előnyben részesítése a szintetikusakkal szemben.

Mindezen túl, a legfontosabb eljárás, amit a Budapest Főváros Önkormányzata és szervezeti tehetnek az épületek dekarbonizációja felé, az építőanyagok CO₂-eq. kibocsátásának felmérése. Minden építőanyag a pontos kibocsátásának meghatározásában az EPD, annak hiányában LCA, annak hiányában pedig termékkarbonlábnyom bekérése támogathatja ennek a folyamatnak az elindítását. Így láthatja a Főváros, hogy az egyes felhasználni tervezett termékek kapcsán milyen ÜHG kibocsátás várható, ezeket pedig össze tudja hasonlítani, a legkisebb kibocsátású anyagok kiválasztása érdekében.

Összefoglalva tehát, a Fővárosnak feltételek kikötését elsősorban az A1-A3 (termék) fázisban ajánljuk. Ezen belül hangsúlyosan az A3 (gyártás) fázis során az újrahasznosított anyagtartalom minél magasabb szintjének kikötését és az A1 (kitermelés) és A3 szakaszokban a zöld energia minél magasabb arányú felhasználását. Aállítás során (A4 elsősorban) javasoljuk az elektrifikált megoldások használatát (villanymozdony), ahol ez megfelelő infrastruktúra hiányában nem lehetséges, ott pedig a minél magasabb EURO besorolású kibocsátási szabvánnyal rendelkező teherautók használatát (EURO 6 a legjobb, EURO 5 kevésbé jó stb.).

BETONOK:

- **C30/37 beton**
 - vizsgált mennyiség: 1 m³
 - vizsgált élettartam: -

- vizsgálat alternatívák:
 - C30/37 beton 0% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
 - C30/37 beton 10% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
 - C30/37 beton 30% újrahasznosított kötőanyagtartalommal

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 971 (99,8%)	-	23 (0,2%)	16 994 (100%)	16 971 (92,2%)	-	1 426 (7,8%)	18 397 (100%)
10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 971 (99,8%)	-	23 (0,2%)	16 994 (100%)	16 971 (92,2%)	-	1 426 (7,8%)	18 397 (100%)
30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 971 (99,8%)	-	23 (0,2%)	16 994 (100%)	16 971 (92,2%)	-	1 426 (7,8%)	18 397 (100%)

LCA

	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	284,49 (97,3%)	-	7,85 (2,7%)	292,34 (100%)	100% (bázis)
10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	261,14 (97,1%)	-	7,85 (2,9%)	268,99 (100%)	92,0%
30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	214,44 (96,5%)	-	7,85 (3,5%)	222,29 (100%)	76,0%

- **C25/30 beton**
 - vizsgált mennyiség: 1 m³
 - vizsgált élettartam: -
 - vizsgálat alternatívák:
 - C25/30 beton 0% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
 - C25/30 beton 10% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
 - C25/30 beton 30% újrahasznosított kötőanyagtartalommal

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 046 (99,9%)	-	21 (0,1%)	16 067 (100%)	16 046 (92,3%)	-	1 348 (7,7%)	17 394 (100%)
10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 046 (99,9%)	-	21 (0,1%)	16 067 (100%)	16 046 (92,3%)	-	1 348 (7,7%)	17 394 (100%)
30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 046 (99,9%)	-	21 (0,1%)	16 067 (100%)	16 046 (92,3%)	-	1 348 (7,7%)	17 394 (100%)

LCA

	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	Arányok
0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	237,93 (96,8%)	-	7,85 (3,2%)	245,78 (100%)	100% (bázis)
10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	216,43 (96,5%)	-	7,85 (3,5%)	224,28 (100%)	91,3%
30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	167 (95,5%)	-	7,85 (4,5%)	174,85 (100%)	71,1%

- **C20/25 beton**

- vizsgált mennyiség: 1 m³
- vizsgált élettartam: -
- vizsgálat alternatívák:
 - C20/25 beton 0% újrahasznosított kötőanyag tartalommal
 - C20/25 beton 10% újrahasznosított kötőanyag tartalommal
 - C20/25 beton 30% újrahasznosított kötőanyag tartalommal

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 709 (99,9%)	-	20 (0,1%)	14 729 (100%)	14 709 (92,2%)	-	1 236 (7,8%)	15 945 (100%)
10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 709 (99,9%)	-	20 (0,1%)	14 729 (100%)	14 709 (92,2%)	-	1 236 (7,8%)	15 945 (100%)
30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 709 (99,9%)	-	20 (0,1%)	14 729 (100%)	14 709 (92,2%)	-	1 236 (7,8%)	15 945 (100%)

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
0% újrahasznosított kötőanyagtartalom	231,66 (96,9%)	-	7,20 (3,1%)	238,86 (100%)	100% (bázis)
10% újrahasznosított kötőanyagtartalom	212,98 (96,7%)	-	7,20 (3,3%)	220,18 (100%)	92,2%
30% újrahasznosított kötőanyagtartalom	175,62 (96,1%)	-	7,20 (3,9%)	182,82 (100%)	76,5%

- **C16/20 beton**

- vizsgált mennyiség: 1 m³
- vizsgált élettartam: -
- vizsgálat alternatívák:
 - C16/20 beton 0% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
 - C16/20 beton 7% újrahasznosított kötőanyagtartalommal

LCC	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 167 (99,9%)	-	22 (0,1%)	16 189 (100%)	16 167 (92,3%)	-	1 358 (7,7%)	17 525 (100%)
7% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 167 (99,9%)	-	22 (0,1%)	16 189 (100%)	16 167 (92,3%)	-	1 358 (7,7%)	17 525 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az alábbi táblázat alapján azt javasoljuk, hogy az összes betontípus kiválasztásakor az legyen elsődlegesen figyelembe véve, hogy az építőanyagoknak minél magasabb legyen az újrahasznosított kötőanyag tartalma (pl. pernye, kohósalak, agyagapala). Ezáltal ajánljuk, hogy a beszerzési eljárás során kössék ki, hogy a beton újrahasznosított kötőanyag tartalma súlyozottan lesz figyelembe véve a döntéshozatalkor.

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
0% újrahasznosított kötőanyagtartalom	276,71 (93,9%)	-	18,08 (6,1%)	294,79 (100%)	100% (bázis)
7% újrahasznosított kötőanyagtartalom	142,87 (94,8%)	-	7,91 (5,2%)	150,78 (100%)	51,1%

- **betonacél**

- vizsgált mennyiség: 1 t
- vizsgált élettartam: -
- vizsgálat alternatívák:
 - betonacél 15%-ban hulladékvas felhasználásából
 - betonacél 60%-ban hulladékvas felhasználásából
 - betonacél 97%-ban hulladékvas felhasználásából

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életről végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életről végi fázis)	SUM
15%-ban hulladékvas felhasználásából	76 655 (99,9%)	-	103 (0,1%)	76 758 (100%)	76 655 (92,2%)	-	6 440 (7,8%)	83 095 (100%)
60%-ban hulladékvas felhasználásából	76 655 (99,9%)	-	103 (0,1%)	76 758 (100%)	76 655 (92,2%)	-	6 440 (7,8%)	83 095 (100%)
97%-ban hulladékvas felhasználásából	76 655 (99,9%)	-	103 (0,1%)	76 758 (100%)	76 655 (92,2%)	-	6 440 (7,8%)	83 095 (100%)

- **Kibocsátás csökkentési potenciál:** az alábbi táblázat alapján azt javasoljuk, hogy a betonacél kiválasztásakor az legyen elsődlegesen figyelembe véve, hogy az építőanyagban minél magasabb legyen az újrahasznosított fém tartalma. Ezáltal ajánljuk, hogy a beszerzési eljárás során kössék ki, hogy a betonacél újrahasznosított fém tartalma súlyozottan lesz figyelembe véve a döntéshozatalkor.

○

LCA

	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életről végi fázis)	SUM	
15%-ban hulladékvas felhasználásából	1 967,37 (98,0%)	-	40,47 (2,0%)	2 007,84 (100%)	100% (bázis)
60%-ban hulladékvas felhasználásából	1 197,37 (96,7%)	-	40,47 (3,3%)	1 237,84 (100%)	61,7%
97%-ban hulladékvas felhasználásából	554,37 (93,2%)	-	40,47 (6,8%)	594,84 (100%)	29,6%

- **2022 (régén M22)**

- vizsgált mennyiség: 1 m³
- vizsgált élettartam: -
- vizsgálat alternatívák: -

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
Z022 (régén M22)	1 418 (100%)	-	-	1 418 (100%)	1 418 (92,3%)	-	-	1 418 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az alábbi táblázat alapján azt javasoljuk, hogy a Z022 mechanikai stabilizáció kiválasztásakor az legyen elsődlegesen figyelembe véve, hogy az építőanyagoknak a gyártása során minél inkább 'zöldebb' (kisebb fogyasztású, ha elérhető, akkor akár elektromos) munkagépeket használnak. Az anyagot élettartama alatt nem szükséges javítani, így a B4-B5 fázisok nem értelmezhetőek rá, ahogy az életciklus végi fázis (C1-C4) sem, hisz mint természetes anyag, jellemzően a felhasználás helyén marad. Ezáltal ajánljuk, hogy a beszerzési eljárás során kössék ki, hogy a mechanikai stabilizációs szemek őrléséhez használt munkagépek közül előnyben részesítik a kisebb fogyasztásúakat vagy elektrifikáltakat.

LCA

	Kibocsátás (kg CO ₂ e)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
Z022 (régén M22)	22 (100%)	-	-	22 (100%)

- **homokos kavics (CK-t 2 vagy CK-t 4 keverékből)**

- vizsgált mennyiség: 1 t
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák: -

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
homokos kavics	6 972 (100%)	-	-	6 972 (100%)	6 972 (100%)	-	-	6 972 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** ennél a tételnél a kibocsátás jellemzően a kitermelési fázisból származik, hisz gyártási folyamat nincs az életciklus során (emiat nem is vizsgáltunk alternatív termékeket). Kibocsátáscsökkentést ezért a kevésbé környezetterhelő munkagépek használatával lehet elérni, de érdemes a szállítást is figyelembe venni (távolság, szállítási mód), mert az A1-A3 fázis kibocsátásai olyan alacsonyak, hogy arányaiban ezeknél komolyabb tételt jelent a szállítás okozta kibocsátások. Ezáltal ajánljuk, hogy a beszerzések során kössék tehát ki,

hogy az alacsonyabb szállítási távolság, vagy a kevésbé környezetterhelő szállítási módok súlyozottan lesznek figyelembe véve az értékelés során.

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
homokos kavics	1,89 (100%)	-	-	1,89 (100%)

- **csúszásmentes PVC burkolat**

- vizsgált mennyiség: 1 m² (0,8 cm magas burkolat esetében)
- vizsgált élettartam: 25 év
- vizsgálat alternatívák:
 - PVC burkolat
 - linóleum burkolat

LCC	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
PVC burkolat	8 297 (72,3%)	3 174 (27,6%)	11 (0,1%)	11 482 (100%)	8 297 (18,2%)	36 532 (80,2%)	697 (1,6%)	45 526 (100%)
linóleum burkolat	15 671 (72,3%)	5 994 (27,6%)	21 (0,1%)	21 686 (100%)	15 671 (18,2%)	69 001 (80,3%)	1317 (1,5%)	85 989 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** mivel a linóleum természetes anyagokból (lenolaj, fagyanta) készül, így gyártása sokkal kevesebb ÜHG-kibocsátással jár, mint a szintetikus anyagokon alapuló PVC burkolatok előállítás. Emiatt későbbi javítása (pl. pótláshoz előállítás) és hulladékkezelése is kisebb kibocsátást jelent. Ebből kifolyólag, ahol lehetséges, ott ajánljuk, hogy kössék ki linóleum alkalmazását a beszerzések során.

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)						SUM	Arányok
	A1 (kitermelés)	A2 (szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)			
PVC burkolat	25,66 (13,8%)	1,47 (0,8%)	11,79 (6,3%)	124,18 (66,7%)	23,17 (12,4%)	186,27 (100%)	100% (bázis)	
linóleum burkolat	7,35 (33,2%)			14,81 (66,7%)	0,03 (0,1%)	22,19 (100%)	11,9%	

- **csúszásmentes kerámialap**

- vizsgált mennyiség: 1 m² (0,8 cm magas kerámialap esetében)
- vizsgált élettartam: 30 év

- vizsgálat alternatívák:
 - kerámialap (18,65 kg/m²)
 - kerámialap (17,97 kg/m²)

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
18,65 kg/m ²	3 999 (81,1%)	925 (18,8%)	5 (0,1%)	4 929 (100%)	3 999 (34,3%)	7 331 (62,8%)	336 (2,9%)	11 666 (100%)
17,97 kg/m ²	3 999 (81,1%)	925 (18,8%)	5 (0,1%)	4 929 (100%)	3 999 (34,3%)	7 331 (62,8%)	336 (2,9%)	11 666 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** mind az A1-A3, mind a B4-B5 szakaszokban kibocsátást lehet megtakarítani a kisebb fajlagos súlyú opció használatával, mivel a kisebb fajlagos súly kevesebb anyag felhasználását jelenti (tehát kevesebb alapanyag kitermelése szükséges, a gyártás során is kevesebb anyag kerül felhasználásra, ami gyártási energiát takarít meg), így az adatok alapján ennek az opciónak a használatát ajánljuk.

LCA

	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
18,65 kg/m ²	7,06 (49,6%)	7,12 (50,0%)	0,06 (0,4%)	14,24 (100%)	100% (bázis)
17,97 kg/m ²	5,16 (48,4%)	5,44 (51,0%)	0,06 (0,06%)	10,66 (100%)	74,9%

- **bitumenes lemez**

- vizsgált mennyiség: 1 m³
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
 - nagyobb sűrűségű (1410kg/m³), 0% újrahasznosított bitumen-tartalom
 - kisebb sűrűségű (1290 kg/m³), 30% újrahasznosított bitumenből

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
nagyobb sűrűségű	42 180 (99,9%)	-	56 (0,1%)	42 236 (100%)	42 180 (92,3%)	-	3 543 (7,7%)	45 723 (100%)
kisebb sűrűségű	38 590 (99,9%)	-	51 (0,1%)	38 641 (100%)	38 590 (92,3%)	-	3 241 (7,7%)	41 831 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a kisebb sűrűségű, és jelentős részben újrahasznosított bitumenből készülő lemez számottevően alacsonyabb szintű ÜHG terhelést jelent minden fázisban (hulladékkezelés során kevesebb anyagot is jelent a kisebb sűrűség), ezáltal ajánljuk, hogy kössék ki, hogy a bitumen újrahasznosított anyag tartalma súlyozottan lesz figyelembe véve a beszerzés során.

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
nagyobb sűrűségű	916,5 (84,4%)	-	169,2 (15,6%)	1 085,7 (100%)	100% (bázis)
kisebb sűrűségű	516 (85,1%)	-	90,30 (14,9%)	606,3 (100%)	55,8%

- **kőzetgyapot hőszigetelés**

- vizsgált mennyiség: 10 m²
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
 - Rockwool FRONTROCK - 120kg/m³
 - Rockwool FRONTROCK - 78kg/m³
 - ISOVER TOPDEC DP 1 - 52kg/m³
 - ISOVER TOPDEC DP 3 - 45kg/m³

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
Rockwool - 120kg/m ³	3 245 (99,9%)	-	4 (0,1%)	3 249 (100%)	3 245 (92,2%)	-	273 (7,8%)	3 518 (100%)
Rockwool - 78kg/m ³	3 245 (99,9%)	-	4 (0,1%)	3 249 (100%)	3 245 (92,2%)	-	273 (7,8%)	3 518 (100%)
ISOVER DP 1 - 52kg/m ³	3 245 (99,9%)	-	4 (0,1%)	3 249 (100%)	3 245 (92,2%)	-	273 (7,8%)	3 518 (100%)
ISOVER DP 3 - 45kg/m ³	3 245 (99,9%)	-	4 (0,1%)	3 249 (100%)	3 245 (92,2%)	-	273 (7,8%)	3 518 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a gyártói összehasonlításban kevésbé környezetterhelőek a Rockwool gyártó termékei (amennyiben a fajlagos súlyhoz viszonyított kibocsátást nézzük), azonban az ISOVER termékei esetében is megfigyelhető, hogy a kisebb fajlagos súly kevesebb

kibocsátást jelent az A1-A3 fázisban. Fontos azonban a választásnál figyelembe venni az egyes szigetelések hőátbocsátási tényezőjét (minél alacsonyabb, annál hatékonyabb szigetelésről beszélünk), hisz amit beépült kibocsátásban meg lehet spórolni az épület esetében, azt a működtetési karbonban el lehet veszíteni, amennyiben nem elég hatékony a szigetelés, ezért nagyobb mértékben kell hűteni/fűteni. A hőátbocsátási tényező a szigetelések műszaki adatlapjain minden esetben megtalálhatóak, ajánljuk tehát, hogy mindenhol a választható legalacsonyabb hőátbocsátási tényezőt (egy pontos szint kikötését nehéz megtenni, hisz például a műemléki épületeknél más szigetelési megoldásokat kell keresni, mint egy nem műemlék esetében) bírálják el pozitívan a közbeszerzési opciók értékelése során.

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	Arányok
Rockwool - 120kg/m ³	48,58 (99,3%)	-	0,33 (0,7%)	48,91 (100%)	100% (bázis)
Rockwool - 78kg/m ³	27,84 (99,2%)	-	0,22 (0,8%)	28,06 (100%)	57,4%
ISOVER DP 1 - 52kg/m ³	45,09 (99,8%)	-	0,08 (0,2%)	45,17 (100%)	92,4%
ISOVER DP 3 - 45kg/m ³	38,99 (99,7%)	-	0,12 (0,3%)	39,11 (100%)	80,0%

• **EPS hőszigetelés**

- vizsgált mennyiség: 10 m²
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
 - Austrotherm EPS W30 panel
 - Austrotherm EPS W20 panel
 - Bachl Karl EPS W-20 panel

LCC	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
Austrotherm EPS W30	1 707 (99,9%)	-	2 (0,1%)	1 709 (100%)	1 707 (92,3%)	-	143 (7,7%)	1 850 (100%)
Austrotherm EPS W20	1 241 (99,8%)	-	2 (0,2%)	1 243 (100%)	1 241 (92,3%)	-	104 (7,7%)	1 345 (100%)
Bachl Karl EPS W-20	1 210 (99,8%)	-	2 (0,2%)	1 212 (100%)	1 210 (92,2%)	-	102 (7,8%)	1 312 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a vizsgált tételek összevetéséből kivehető, hogy a magasabb hőátbocsátási tényezővel rendelkező panelek alapvetően kisebb beépült karbon jelentenek (a két hasonló paraméterekkel rendelkező W20 panel gyártótól függetlenül sem tér el jelentősen ezen a téren). A működtetési karbon miatt azonban hosszú távon ajánljuk környezeti szempontból a hatékonyabb szigetelést biztosító panel (tehát alacsonyabb hőátbocsátási tényezővel rendelkező opció) választását a beszerzések során. A hőátbocsátási tényező a szigetelések műszaki adatlapjain minden esetben megtalálhatóak, ajánljuk tehát, hogy mindenhol a választható legalacsonyabb hőátbocsátási tényezőt (egy pontos szint kikötését nehéz megtenni, hisz például a műemléki épületeknél más szigetelési megoldásokat kell keresni, mint egy nem műemlék esetében) bírálják el pozitívan a közbeszerzési opciók értékelése során.

○

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
Austrotherm EPS W30	11,21 (66,3%)	-	5,69 (33,7%)	16,9 (100%)	100% (bázis)
Austrotherm EPS W20	8,09 (66,1%)	-	4,14 (33,9%)	12,23 (100%)	72,4%
Bachl Karl EPS W-20	7,89 (66,2%)	-	4,03 (33,8%)	11,92 (100%)	70,5%

- **PE hőszigetelés**

- vizsgált mennyiség: 1 m³
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
 - 0% újrahasznosított PE-t tartalmazó szigetelés
 - 15% újrahasznosított PE-t tartalmazó szigetelés

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
0% újrahasznosított anyag tartalom	7 683 (99,9%)	-	10 (0,1%)	7 693 (100%)	7 683 (92,2%)	-	646 (7,8%)	8 329 (100%)
15% újrahasznosított anyag tartalom	7 683 (99,9%)	-	10 (0,1%)	7 693 (100%)	7 683 (92,2%)	-	646 (7,8%)	8 329 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az újrahasznosított anyagot tartalmazó szigetelés beépült karbonja kisebb, mint annak a teljesen új anyagból gyártott tételnek, hisz a gyártási fázisban az

újrahasznosított anyag felhasználása megtakarítást jelent. A táblázat alapján tehát ajánljuk annak a kikötését, hogy a beszerzési eljárás során súlyozottan figyelembe lesz véve a PE hőszigetelés újrahasznosított anyag tartalma. A működtetési karbon miatt azonban hosszú távon ajánljuk környezeti szempontból a hatékonyabb szigetelést biztosító panel (tehát alacsonyabb hőátbocsátási tényezővel rendelkező opció) választását a beszerzések során. A hőátbocsátási tényező a szigetelések műszaki adatlapjain minden esetben megtalálhatóak, ajánljuk tehát, hogy mindenhol a választható legalacsonyabb hőátbocsátási tényezőt (egy pontos szint kikötését nehéz megtenni, hisz például a műemléki épületeknél más szigetelési megoldásokat kell keresni, mint egy nem műemlék esetében) bírálják el pozitívan a közbeszerzési opciók értékelése során.

○

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
0% újrahasznosított PE	11,172 (87,8%)	-	1,55 (12,2%)	12,722 (100%)	100% (bázis)
15% újrahasznosított PE	9,10 (81,25%)	-	2,12 (18,75%)	11,22 (100%)	88,2%

- **XPS szigetelés**

- vizsgált mennyiség: 10 m²
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
 - XPS panel (nyomófeszültség 10%-os összenyomódásnál ≥ 500 kPa)
 - XPS panel (nyomófeszültség 10%-os összenyomódásnál ≥ 300 kPa)

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
nyomófeszültség ≥ 500 kPa	18 295 (99,9%)	-	24 (0,1%)	18 319 (100%)	18 295 (92,2%)	-	1 537 (7,8%)	19 832 (100%)
nyomófeszültség ≥ 300 kPa	9 686 (99,9%)	-	13 (0,1%)	9 699 (100%)	9 686 (92,2%)	-	814 (7,8%)	10 500 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** megfigyelhető, hogy a lazább szerkezetű, kisebb nyomófeszültségű XPS panel kevesebb kibocsátást okoz az A1-A3 és C1-C4 szakaszokban, hisz a lazább szerkezet kevesebb alapanyagfelhasználást jelent. Fontos azonban a választásnál figyelembe venni a környezeti szempontok mellett műszaki specifikumokat is mint a hőátbocsátás, ami fontosabb is, mint a beépült karbon szintje. A hőátbocsátási tényező a szigetelések (és nyílászárók esetében is) egy különösen fontos mutatószáma, hiszen ez a

szigetelés hatékonyságáról ad információt. Amennyiben egy szigetelés hatékonyabb, úgy egy épület esetében kevesebb fűtőanyagot vagy hűtési energiát kell felhasználni a kívánt belső hőmérséklet fenntartásához, hiszen a felfűtött/lehűtött levegő nem szökik úgy az utcára, a szigetelés nem engedi azt át. Ezért alapvetően azt ajánljuk, hogy az elbírálás során az elsődleges szempont a hőátbocsátási tényező alacsony szintje legyen, és csak ez után legyen figyelembe véve a beépült karbon nagysága.

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
XPS - 500 kPa	69,28 (66,3%)	-	35,18 (33,7%)	104,46 (100%)	100% (bázis)
XPS - 300 kPa	36,68 (66,3%)	-	18,62 (33,7%)	55,3 (100%)	52,9%

- **glettelés**

- vizsgált mennyiség: 100 kg
- vizsgált élettartam: 30 év
- vizsgált alternatívák:
 - mész-gipsz alapú glett
 - gipsz alapú glett

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
mész-gipsz alapú glett	24 515 (81,1%)	5 672 (18,8%)	33 (0,1%)	30 220 (100%)	24 515 (34,3%)	44 942 (62,8%)	2 060 (2,9%)	71 517 (100%)
gipsz alapú glett	24 515 (81,1%)	5 672 (18,8%)	33 (0,1%)	30 220 (100%)	24 515 (34,3%)	44 942 (62,8%)	2 060 (2,9%)	71 517 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a kizárólag gipsz alapú glettelés azonos élettartam alatt jelentősen kisebb kibocsátást jelentenek, mint a vegyesen mész és gipsz alapú glettelés, ezért ajánljuk, hogy kössék ki, hogy glettelés esetén a kivitelező ezt az opciót alkalmazza.

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	Arányok
mész-gipsz alapú glett	21,34 (48,3%)	22,31 (50,5%)	0,55 (1,2%)	44,2 (100%)	100% (bázis)
gipsz alapú glett	12,51 (48,4%)	13,06 (50,5%)	0,29 (1,1%)	25,86 (100%)	58,5%

- **festés**
 - vizsgált mennyiség: 10 kg
 - vizsgált élettartam: 10 év
 - vizsgált alternatívák:
 - epoxi festék
 - poliészter festék

LCC	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
epoxi festék	5 810 (40,7%)	8 433 (59,2%)	8 (0,1%)	14 251 (100%)	5 810 (9,4%)	55 454 (89,8%)	488 (0,8%)	61 752 (100%)
poliészter festék	5 810 (40,7%)	8 433 (59,2%)	8 (0,1%)	14 251 (100%)	5 810 (9,4%)	55 454 (89,8%)	488 (0,8%)	61 752 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a poliészter festékek azonos élettartam alatt jelentősen kisebb kibocsátást jelentenek, mint az ellenállóbbra gyártott, ezért magasabb kibocsátás mellett előállítható epoxi festékek, a beszerzési eljárás során tehát kössék ki a poliészteres festékek alkalmazását és csak ott használjanak epoxi festéket, ahol az műszakilag indokolható. Irodák, közösségi terek, szociális intézményekben az ügyfelek által használt terek tipikusan olyan helységek, ahol a poliészter festékek felhasználása elégséges. Ahol valamilyen vegyi anyag kerül felhasználásra (akár azok erősebb tisztítószer, amik a falra kerülhetnek, akár ennél erősebb kemikáliák) ott az epoxi ajánlott.

LCA	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	Arányok
epoxi festék	62,99 (16,5%)	317,4 (83,4%)	0,06 (0,1%)	380,45 (100%)	100% (bázis)
poliészter festék	44,99 (16,5%)	227,4 (83,4%)	0,06 (0,1%)	272,45 (100%)	71,6%

• **ablakcsere**

- vizsgált mennyiség: 1 egység (100*100 cm-s ablak)
- vizsgált élettartam: 40 év
- vizsgált alternatívák:
 - műanyagkeretes ablak
 - alumíniumkeretes ablak
 - fakeretes ablak

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élelciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élelciklus végi fázis)	SUM
műanyagkeretes	24 203 (87,5%)	3 438 (12,4%)	32 (0,1%)	27 673 (100%)	24 203 (30,1%)	54 303 (67,4%)	2 034 (2,5%)	80 540 (100%)
alumíniumkeretes	36 439 (87,5%)	5 176 (12,4%)	49 (0,1%)	41 661 (100%)	36 439 (30,1%)	81 757 (67,4%)	3 062 (2,5%)	121 258 (100%)
fakeretes	45 197 (87,5%)	6 420 (12,4%)	60 (0,1%)	51 677 (100%)	45 197 (30,1%)	101 407 (67,4%)	3 797 (2,5%)	150 401 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** bár élelciklusköltségük a legmagasabb, azonban élelciklusuk során a legkevesebb kibocsátással a fakeretes ablakok járnak. Persze ahogy a szigetelés esetében, úgy itt is a hőátbocsátási tényező előrébb való, mint a beépült karbon szintje, így ajánljuk, hogy kössék ki, hogy az alacsonyabb hőátbocsátási tényező súlyozottan legyen figyelembe véve a beszerzési eljárás során, (például az alumíniumkeretes ablakoknál a műanyagkeretes ablakok jobban szigetelnek, így a kettő opció közül a műanyagkeretes (fehér a magas albedó miatt) legyen a prioritás.

LCA

	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élelciklus végi fázis)	SUM	
műanyagkeretes ablak	64,76 (49,1%)	65,96 (50,0%)	1,19 (0,9%)	131,91 (100%)	63,4%
alumíniumkeretes ablak	102,72 (49,4%)	104,14 (50,1%)	1,04 (0,5%)	207,9 (100%)	100% (bázis)
fakeretes ablak	58,47 (50,3%)	56,67 (48,7%)	1,18 (1,0%)	116,32 (100%)	55,9%

• **vizesblokk felújítása**

- vizsgált mennyiség:
 - 10 fm (csövek)
 - 1 egység (szaniterek)
- vizsgált élettartam:

- 50 (csövek)
- 20 év (szaniterek)
- vizsgált alternatívák:
 - csövek:
 - fém cső
 - műanyag cső
 - szaniterek:
 - mosdókagyló
 - WC csésze

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élelciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élelciklus végi fázis)	SUM
fém cső	5 420 (91,9%)	473 (8,0%)	7 (0,1%)	5 900 (100%)	5 420 (26,1%)	14 883 (71,7%)	455 (2,2%)	20 758 (100%)
műanyag cső	5 250 (91,9%)	458 (8%)	7 (0,1%)	5 715 (100%)	5 250 (26,1%)	14 461 (71,8%)	441 (2,1%)	20 152 (100%)
mosdókagyló	11 990 (65,8%)	6 222 (34,1%)	16 (0,1%)	18 228 (100%)	11 990 (20,7%)	44 861 (77,5%)	1 007 (1,8%)	57 858 (100%)
WC csésze	14 600 (65,8%)	7 576 (34,1%)	20 (0,1%)	22 196 (100%)	14 600 (20,7%)	54 627 (77,5%)	1 227 (1,8%)	70 454 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a csövek esetében a műanyag cső jelentősen kisebb kibocsátással jár, mint a fém cső, így ahol nem fenyegeti rongálódás kockázata, ott kössék ki ennek a használatát fém helyett, hisz az A1-A3 szakaszokban is megtakarítást jelent, azonban még jelentősebb csökkenés érhető el a B4-B5 szakaszokban. A szaniterek esetében nem fogalmazható meg ilyen pontosan csökkentési potenciál, itt javasoljuk LCA-k vagy EPD-k bekérését a gyártóktól és ezeknek az A1-A3-as élelciklus szakaszait hasonlítsák össze; az alacsonyabb kibocsátásút ajánljuk kiválasztásra.

LCA

	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élelciklus végi fázis)	SUM	
fém cső	158,57 (49,8%)	159,25 (50,0%)	0,68 (0,2%)	318,5 (100%)	100% (bázis)
műanyag cső	91,8 (92,7%)	5,68 (5,7%)	1,55 (1,6%)	99,03 (100%)	31,1%
mosdókagyló	48 (33,3%)	96,2 (66,6%)	0,05 (0,1%)	144,25 (100%)	-
WC csésze	20,22 (32,2%)	42,34 (67,5%)	0,15 (0,3%)	62,71 (100%)	-

• **tetőburkolat**

- vizsgált mennyiség: 1 m²
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
 - tetőcserép
 - tetőpala
 - fémlemez

LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
tetőcserép	3 850 (99,9%)	-	5 (0,1%)	3 855 (100%)	3 850 (92,3%)	-	323 (7,7%)	4 173 (100%)
tetőpala	2 473 (99,9%)	-	3 (0,1%)	2 476 (100%)	2 473 (92,3%)	-	208 (7,7%)	2 681 (100%)
fémlemez	926 (99,9%)	-	1 (0,1%)	927 (100%)	926 (92,2%)	-	78 (7,8%)	1 004 (100%)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a három opció közül a legalacsonyabb kibocsátással a tetőcserép használata jár, ennek gyártása körülbelül 2/3 annyi kibocsátást jelent, mint a tetőpalaé vagy a fémlemezé, így ajánljuk, hogy kössék ki ennek a használatát a beszerzések során, illetve kérjenek be EPD/LCA dokumentumokat, és amennyiben ilyet tudnak szolgáltatni, úgy azokat az anyagokat részesítsék előnyben.

LCA

	Kibocsátás (kg CO ₂ e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
tetőcserép	12,27 (98,7%)	-	0,16 (1,3%)	12,43 (100%)	64,5%
tetőpala	19,09 (99,7%)	-	0,05 (0,3%)	19,14 (100%)	99,4%
fémlemez	18,94 (98,3%)	-	0,32 (1,7%)	19,26 (100%)	100% (bázis)

• **Szállítás:**

A szállítás bár adathiány miatt nem került a vizsgálatunk fókuszába, azonban ezeknél a moduloknál (A2 és A4) is szeretnénk bemutatni néhány ajánlást kibocsátások megtakarításához. Egy 100 km-es szállítás esetén metrikus tonnánként a következő kibocsátások az egyes opciók között az alábbi mértékben térnek el:

LCA	Kibocsátás (kg CO₂e) A2 és A4 – szállítás (gyártás alatt és gyártás helyétől felhasználás helyére)
EURO3 szabványnak megfelelő teherautó	91,43
EURO6 szabványnak megfelelő teherautó	86,78
villanymozdony	38,38

Ezek a szállítási kibocsátások persze csak tájékoztató jellegűek, alapvetően lineárisan extrapolálhatóak más távolságokra és súlyokra is.

A szállítás kapcsán javasoljuk a minél kevésbé környezetterhelő (pl. EURO6 szabvánnyal rendelkező) teherautók használatát, de ahol lehet, ott a vizsgálat adatok alapján az elektrifikált megoldások ajánlottak. Ezalatt elsősorban a villanyvonatra gondolunk ott, ahol a kiépített infrastruktúra azt lehetővé teszi, illetve a jövőben, amennyiben ez már hosszabb távon nagyobb terhekkel lehetséges, akkor villanyteherautóra. Fontos megjegyezni azonban, hogy a Magyarország méretéből adódó kisebb távolságok miatt a szállítás egy kevésbé jelentős kibocsátási tényező, így nem feltétlenül ezen a területen javasolt a csökkentés megkezdése.

7. Javaslattétel a dokumentumok elemzésének szempontjaira

7.1. Közbeszerzési folyamat részei és releváns zöld kritériumok

Az EU Bizottság szerint a Zöld Közbeszerzési (GPP) kritériumok²¹ vonatkoznak irodaépület felújításra és új irodaépületek építésére (tervezés, helyszíni előkészítés, kivitelezés, karbantartás és folyamatos irányítás). Ugyanakkor, az épület alapterületén kívül eső parkolókra nem vonatkozik. Habár a kritériumok tárgya nem teljesen egyezik meg a tanulmány tárgyaival, ötletmerítésre még használható, mivel az említett fenntarthatósági szempontok relevánsak minden középület esetében. Az EU útmutató szerint a közbeszerzési folyamat az alábbi pontokra bontható fel, ahol környezetvédelmi szempontok érvényesülhetnek:

- A tervezőcsoport és a vállalkozók kiválasztása
 - Mivel egy építési projekt nagy energia és nyersanyag használattal jár, érdemes megvizsgálni a projekt szükségességét fenntarthatósági szempontból. Ezen indokból meglévő épületek felújítása javasolt, mintsem új épületek építése. A jó minőségű munka érdekében érdemes biztosítani a tervezőcsoport és a kivitelezők szakmai kompetenciáit is a fenntarthatósági szempontok figyelembevételével. Ideális esetben a projektmenedzsernek, tervezőknek és kivitelezőknek mind már van tapasztalata az alábbi paragrafusokban felsorolt környezeti szempontok integrálásával előző projektekből, legyen szó tervezésről, anyagbeszerzésről, hulladékkezelésről.

²¹ GPP Training toolkit - 7.7. Office Building Design, Construction and Management
https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/Guidance_Buildings%20final.pdf

- Részletes tervezési és teljesítménykövetelmények
 - Ahhoz, hogy egy épület eleget tegyen fenntarthatósági követelményeknek, már a tervezés fázisában végig kell gondolni a különböző infrastrukturális megoldásokat energia, anyaghasználati és szociális szempontból. Az EU előírásai szerint „zöldnek” számít egy projekt, ha az alábbi szempontokra külön figyelmet fordítanak a tervezők:
 - Fenntartható mobilitás, amelybe beletartozhat a kevés kibocsátással járó közlekedés ösztönzése (gyalogos, biciklis elérés) vagy a hátrányos helyzetűek közlekedésének elősegítése.
 - Vízspórolás a konyhákban és vizesblokkokban a megfelelő rendszerek és eszközök beépítésével.
 - A szelektív hulladékgyűjtésre hely biztosítása.
- Ásási, bontási és helyszín-előkészítési munkálatok
 - Amennyiben keletkezik hulladék a helyszín előkészítése közben, kezelési tervet kell készíteni, elsősorban törekedni kell a mihamarabbi újrahasználatra vagy újrahasznosításra. A kezelési tervre példát az alábbi, - Az építési tevékenység során keletkező hulladékokról és helyes kezelésükről²² szóló - tanulmány 5. oldalán lehet találni, melyet a kivitelezőnek kell majd kitöltenie. A tervlapban az építési vállalkozónak fel kell sorolni építési hulladékok (kitermelt föld, törmelékek, fémhulladék, műanyag stb.) várható tömegét, kezelési módját és kezelési helyszínét. Ez alapján a Főváros tudja ellenőrizni az ajánlatadót a projekt végén, hogy tartotta-e magát a kezelési tervhez, van-e megfelelő indoka, amennyiben meghatározó eltérés keletkezik. A Fővárost jellemző beruházásoknál ilyen gyakori jellegű anyagok például a beton és a fémhulladékok (úgy, mint bontandó betonelemekből a betonacél, vagy a tetőszerkezeteknél használt fémlemez). Ezeket számos módon lehet újra felhasználni, ezzel elősegítve a későbbi beruházások során keletkező kibocsátások csökkenését. Ezeknek a hulladékoknak az elszállítása kihathat a bontás során létrejövő ÜHG kibocsátások mennyiségére. Bár jellemzően nem ez a legfontosabb tétel a kibocsátások között, de javasolt ragaszkodni a kisebb kibocsátású teherautók használatához (pl. valamilyen szabványnak, mint az EURO6 megfelelő járművek), vagy ahol lehetséges, ott az olyan elektrifikált megoldásokhoz, mint a villanyvonat. A főváros környékén több vállalkozás is foglalkozik építési/bontási hulladékok begyűjtésével és/vagy újrahasznosításával. A hulladékfémeket például a Vecsésen működő Alcufer Kft.²³ újrahasznosítja fém alapú anyagokban, a gyáli Clean-Way Kft.²⁴ pedig bontási betont hasznosít útépitési nyersanyagként. A bontási hulladékot persze el lehet vinni hulladéklerakóba, vagy adott esetben hulladékégetőbe is. Ezeket a megoldásokat azonban a denkstatt nem javasolja. Az égetést a folyamat során keletkező jelentős ÜHG kibocsátás, valamint értékes nyersanyagok elvesztése miatt, amelyek felhasználhatóak lennének egy következő építési vagy felújítási beruházás során. A lerakást pedig azért nem javasoljuk, mert bár önmagában nem jelent

²² Forrás:

https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/9_0681_019_100915.pdf

²³ <https://www.alcufer.hu/hu/>

²⁴ <https://www.cleanwaykft.hu/>

karbonban mérhető környezetterhelést (más jellegű környezetkárosító hatása természetesen van ennek ellenére) míg az újrahasznosítási folyamat valóban jár karbonkibocsátással, utóbbi azonban jelentős kibocsátást tud megtakarítani a jövőbeni beruházások során (például a felhasználandó építőanyagok gyártása így sokkal kevésbé energiaigényes, valamint a nyersanyagkitermelés általi kibocsátást is megspórolja). Emiatt az újrahasznosítás során felmerülő kibocsátás-többlet sokszorososan is megtérülhet a következő beruházás során. Amennyiben olyan hulladékok is találhatóak a beruházás helyszínén, amik veszélyes hulladéknak minősülnek, úgy azokat olyan hulladékkezelőhöz kell szállítani, amelyik foglalkozik kifejezetten ezzel a hulladéktípussal (például a Borsod-Abaúj-Zemplén megyében telephellyel rendelkező Hungaropec Ipari Hulladékkezelő Zrt.). Ezekben az esetekben javasolt lehet eltekinteni a szállítási távolságtól is, hiszen az ÜHG kibocsátásánál komolyabb környezeti és egészségügyi károkat is okozhatnak ezek a hulladékok.

- Az épület építése vagy nagyobb felújítási munkálatok
 - Az építési munkálatok során az alapanyagok előállításával járó kibocsátások a legjelentősebbek, így itt van a legnagyobb potenciál fenntarthatósági szempontok érvényesítésére, különösen a beton és falazás körében. Emiatt az ajánlatkérőnek érdeke előírni az ajánlatadóknak a felhasználni kívánt alapanyagokra vonatkozó EPD vagy LCA elkészítését. Már egy ilyen tanulmánynak az elkészítése is indikátor az ajánlatadó környezetvédelmi törekvéseiről, tartalomtól függetlenül. Ugyanakkor, egy LCA elvégzése akár használt alapanyagról vagy tervezett projektről, nagy vállalás. Az ajánlatadó felelőssége az objektíven ellenőrizhető számolás biztosítása és a megbízható faktorok kikeresése. Amennyiben ez az elvárás nem tűnik teljesíthetőnek, hasonló szempont lehet még az építőanyagok újrahasznosított anyagtartalma, a szállítási távolságok csökkentése vagy a fabeszerzés legalitására vonatkozó igazolás.
 - Épületfelújítás esetén az energetikai rendszerek korszerűsítése végett teljesítményvizsgálatot kell végezni és minimalizálni kell beltéren az illékony szerves vegyületek (TVOC), mint például a formaldehid kibocsátását.
- Energiarendszerek telepítése vagy energiaszolgáltatások nyújtása
 - Az épület üzemeltetése közben a környezeti hatások csökkenthetőek megfelelő energetikai intézkedésekkel. Erre példa a megújuló energia használata (legalább 10%, hogy az EU GPP előírásoknak megfeleljen) és a megfelelő hőmérséklet szabályozás.
- Befejezés és átadás
 - Az építkezés befejezésekor az ajánlatkérőnek érdeke auditálást végezni a szigetelés és világítás minőségéről, így ellenőrizve az ajánlatadó előre mutatásait.
 - Az épület élettartama során az épületirányítás feladata, hogy az épület energiafogyasztását monitorálja és jelentse negyedévente. Emellett, implementálni kell egy irányítási rendszert a szelektív hulladékgyűjtéshez.

Az ajánlatkérőnek hitelesítésre be kell kérni a megfelelő dokumentumokat már a kiválasztásnál és később a kivitelezés folyamán is, hogy ellenőrizhesse az ajánlatadó által megadott adatokat. Dokumentáció, amelyeket javasolt bekérni:

- Független auditálás
- LCA/LCC analízis

- EPD vagy igazolás alapanyagok etikus beszerzéséről
- Monitoring adatok
- Irányítási terv
- Tervezési terv
- Modellezési és tesztelési adatok
- Műszaki jelentések (használt alapanyagok, tulajdonságok, mennyiségek, építési folyamatok)

Mivel a Közbeszerzési Hatóság útmutatója az EU GPP kritériumok irányába mutat, érdemes megnézni, hogy a fentiek közül melyikeket lehet alkalmazni közbeszerzési eljárásokkor. Első körben, a pályázatküldési szabályok alapján az ajánlatkérőnek a legegyszerűbb a legjobb ár-érték arány szempontjai szerint végeznie a beszerzést, azon belül is környezeti kritériumokat minimum követelményként belefoglalni a kiírásba, amennyiben nem rendelkezik a megfelelő kapacitásokkal az ár-érték arány szempontrendszer pontozásának kialakítására. Mivel a kivitelezési fázisban valószínűleg árfelhajtó hatása lehet a környezetvédelmi kikötéseknek, érdemes már a tervezési fázisban bevonni a szempontokat, így biztosítva a pozitív hatást. A fent felsoroltak közül a legalapvetőbb szempontok, amelyeket érdemes belefoglalni pályázatküldésekbe a földmunkálatok mihamarabbi újrahasználat, az újrahasznosított anyagtartalom növelése és az épületüzemelés energiahasználatához a megújuló energiaforrások használata. Komolyabb elvárások felállítása esetén az ajánlatkérő kötelezheti az ajánlatadókat a használt alapanyagok EPD dokumentációjának előállítására. Már egy ilyen tanulmánynak az elkészítése is indikátor az ajánlatadó környezetvédelmi törekvéseiről, tartalomtól függetlenül. Ugyanakkor, egy EPD vagy LCA elvégzése akár használt alapanyagról vagy tervezett projektről, nagy vállalás. Az ajánlatadó felelőssége az objektíven ellenőrizhető számolás biztosítása és a megbízható faktorok kikeresése.

7.2. A Közbeszerzési Hatóság állásfoglalása

A tanulmányok jogi szekvenciájának összeállítása során állásfoglalást kértünk a Közbeszerzési Hatóságtól, melynek alapját az OECD 2022. októberi jelentése²⁵ adta. A Közbeszerzési Hatóság állásfoglalása alapján a Kbt. 78. § (2) bekezdés lehetővé teszi, hogy egy áru, szolgáltatás vagy építési beruházás életciklusa során felmerült gazdaságossági, költségvonzattal járó tényezők és/vagy környezeti költségek egészét vagy egy részét vegye figyelembe az ajánlatkérő. A Hatóság által hivatkozott OECD jelentés az építőipari, infrastrukturális beruházások terén a jelen tanulmányban is fentebb már említett DuboCalc szoftvert emeli ki egy úgynevezett CO₂ Performance Ladder rendszerrel való együttes alkalmazásával. Ez egyfajta igazolási rendszer, mellyel a gazdasági szereplők bemutathatják milyen módszereket alkalmaznak a CO₂ kibocsátás csökkentésére a vállalaton belül és a vállalat projektjeiben. Kiemelik azonban, hogy bár a különböző LCC módszereket számos módon lehet alkalmazni, adott esetben pedig az egyes beszerzések körülményeire, sajátos adottságaira is lehet őket szabni, de pont az ilyen sajátosságok miatt nem emelhető ki általános jelleggel egy leginkább megfelelő LCC módszer. Fontos szempontnak tartják ugyanakkor, hogy minden LCC módszer a megfelelően összegyűjtött adatokból dolgozik, mely az eredmény pontossága tekintetében kiemelt jelentőséggel bír. A Kbt. és a kapcsolódó

²⁵ OECD (2022): Life-Cycle Costing in Public Procurement in Hungary: <https://www.oecd.org/gov/life-cycle-costing-in-public-procurement-in-hungary-8d90f627-en.htm>

jogszabályok alkalmazása és az azokért való felelősség az ajánlatkérő joga és kötelezettsége, így a bizonyos esetekben vizsgált értékelési szempontokat ennek fényében érdemes kijelölni.

7.3. Az elemzésekből levont következtetések

Ahogy a fenti számításokból is látszik, több szempont lehet kihatással egy-egy tétel beépült karbonjának a mennyiségére. Az anyagspecifikus csökkentési potenciálokat bemutattuk az előző fejezetben. Az általános potenciálok a következők:

- minél hosszabb élettartamú tételek beszerzése (ezzel elkerülve a gyakori csere/felújítás során keletkező kibocsátásokat);
- minél magasabb újrahasznosított anyagtartalmú építőanyagok beszerzése;
- a tételek minél zöldebb és kevésbé fosszilis energiamixszel rendelkező gyártóktól való beszerzése;
- szállítási távolság csökkentése; és
- zöldebb, kisebb kibocsátású szállítási mód (pl. villanyvonat vagy EURO 6 kibocsátási szabványú teherautó).

Ezen túl, minden esetben segíthet a pontos kibocsátás meghatározásában az adott tételekhez EPD, annak hiányában LCA, annak hiányában pedig termékkarbonlábnyom bekérése. Így láthatja a Főváros, hogy az egyes felhasználni tervezett termékek kapcsán milyen ÜHG kibocsátás várható, ezeket pedig össze tudja hasonlítani, a legkisebb kibocsátású anyagok kiválasztásához.

Mivel az egyes tételek életciklus-elemzése során minden esetben adtunk konkrét javaslatokat a karbonkibocsátás csökkentésére, legyen az helyettesítőanyaggal vagy valamilyen kisebb energiaigényű előállítási folyamat alkalmazása (lásd: 6.2.2. Számítás), ezért ebben az alfejezetben már hangsúlyozottan csak a tanácsok szerepelnek.

7.3.1. Összefoglalás

A tanulmány eredményeiből kapott információ alapján az alábbi tevékenységek beépítését javasoljuk a közbeszerzésekbe.

- Először is ajánljuk az EPD-k bekérését a pályázóktól (ehhez további információ a 7.3.2-es fejezetben található), illetve javasolt pozitívan figyelembe venni az olyan ajánlatadókat, akik ezeket a dokumentumokat a Főváros rendelkezésére tudják bocsátani. Az EPD-k segítenek abban, hogy az ajánlatkérő pontos képet kapjon az egyes építőanyagok karbonterheléséről és több, ugyanolyan funkciójú anyag esetében összehasonlítási alapként szolgál, hogy az ajánlatkérő a környezetterhelési szempontok alapján tudja meghozni döntését. Az EPD-k továbbá garantálják, hogy az életciklus-elemzések hitelesítésen is átestek, így megbízható forrásként szolgál az építőanyagok elbírálásakor. Mivel a Főváros vállalásai elsősorban a karbonkibocsátásra vonatkoznak, ezért a GWP értékek összehasonlítását ajánljuk a teljes életciklusra (A, B, C és D fázisok is). Ezen kívül a 'service life' értéket tartjuk fontosnak az Önkormányzat szempontjából, mert az adott beruházás tervezett életciklusára így tudják kiszámolni hány alkalommal kellhet az egyes anyagok megvásárlásával járó anyagi költségekkel és az ehhez kapcsolódó kibocsátásokkal foglalkozni.

- Másodsorban a legfontosabb építőanyagokra (a vizsgálatban felbukkanó tételekre) javasoljuk minimum követelményeket meghatározását. Ezekhez alapot szolgáltathat a tanulmányunk LCA vizsgálata. Cementek esetében egy piackutatás után (ami segít felmérni az elérhető és hozzáférhető gyártókat) meg lehet határozni egy, az alternatív kötőanyag arányára vonatkozó minimumértéket. Ugyanígy javallott előírni a fémből készített építőanyagok (pl. betonacél, fémlap tető) esetében azt az arányt, amiben a kész terméknek hulladékvasat kell tartalmaznia, hisz mind volumenében, mind kibocsátásában óriási tételek a fémtermékek. Egy korábbi, saját felhasználásra készített, nem reprezentatív kutatás alapján az átlagos Magyarországon gyártott beton újrahasznosított kötőanyagtartalma 10-15%, a betonacél hulladékvas tartalma 40-60% között van, azonban egyes gyártók ennél jobb arányt is említettek. Ezek a számok nem feltétlenül általánosíthatók, mert nem gyártási dokumentumokon, hanem szóbeli interjúkon keresztül jutottak el hozzánk és a kutatás se terjedt ki az összes hazai gyártóra. Az itt feltüntetett adatok tehát csak orientációs jellegűek.
- Nem utolsó sorban az ár mellett ajánlott meghatározni egy súlyozási rendszert, amennyiben a Főváros figyelembe szeretné venni a zöld megoldásokat. Ehhez meg kell határozni, hogy milyen környezetterhelési tényezőket milyen súllyal vesz figyelembe az ajánlatkérő, és ez alapján sorrendbe tudja rakni a kiértékelésre váró ajánlatokat a környezeti szempontból legjobbtól a legrosszabbig. A denkstatt a következőképp határozná meg a környezetterhelések csökkentésének prioritását, annak alapján, hogy egy adott életciklusban az adott pont mennyire járul hozzá egy adott anyag környezetterheléséhez.

3. táblázat: Javaslat a környezetterhelő tényezők prioritizálására a közbeszerzések során

Prioritás	Szempont
1.	Beépült karbon: Előállítás során legkisebb karbonlábnyomot jelentő anyagok használata (úgy, mint alternatív kötőanyagot nagyobb arányban tartalmazó cementek).
2.	Élettartam: Minél hosszabb élettartam, a kevesebb javítás és csere érdekében
3.	Újrahasznosítás: az adott tételnek mekkora az újrahasznosított anyagból származó aránya?
4.	Energiamix: minél zöldebb a gyártáshoz használt energia, annál kisebb lesz az építőanyag gyártásához köthető kibocsátás.
5.	Szállítási távolság: az alapanyagok minél közelebről beszerzése, illetve szállítás módja: minél kevésbé környezetterhelő, minél inkább elektrifikált szállítóeszközök

7.3.2. Közbeszerzési check-list

A tanulmány eredményeit figyelembevéve, egy közbeszerzési ellenőrző lista elkészítését javasoljuk, melyet ismertetni szükséges a műszaki leírásban az ajánlatadókkal a közbeszerzési eljárás során. A lista főleg a kivitelezési ajánlatadók számára releváns, a tervezési munkálatok ajánlatadói számára a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** fejezetben fellelhetők az alkalmazandó fenntarthatósági szempontok. A Közbeszerzési Hatóság kollégájával folytatott interjú alapján a check-list a közbeszerzési folyamat három pontján lehet releváns:

- Alkalmassági feltételként belefoglalni a műszaki leírásba, így csak az tud pályázni, aki ezeknek megfelel

- Ennek keretében a Főváros a műszaki leírásban kikötheti, hogy a pályázók előre elkészített dokumentációt benyújtsanak a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** fejezet végén szereplő lista alapján.
- Alkalmassági feltételként belefoglalni a szerződésbe, így csak az tud pályázni, aki ezeknek megfelel
- Értékelési pontokként megjeleníteni az ár-érték szempontok között, így nem kötelezően betartandó előírásként, csak előnyként van jelen

A kiírás megfogalmazására példa az alábbi közbeszerzési kiírás, https://www.kozbeszerzes.hu/adatbazis/megtekint/hirdetmeny/portal_23230_2022/, melyben megjelenik a legjobb ár-érték szempontrendszer alkalmazása, az értékelési szempontok súlyozása, és az alkalmassági feltételek használata környezetvédelmi szempontokra. Ennek mintáján a Főváros bekérheti a megfelelő dokumentációt: „Ajánlattevőnek ajánlatához (környezeti hatásvizsgálatot/LCA elemzést/hiteles dokumentációt/stb.) kell benyújtani, amelynek részletes szabályait a közbeszerzési dokumentáció rögzíti.”

Az ajánlatadók felelőssége lesz, hogy az anyagbeszerzéseiket és kivitelezési folyamataikat a check-list alapján végezzék, amennyiben részt akarnak venni a pályázatban. Ajánljuk, hogy a dokumentum az alábbi pontokra és kérdésekre épüljön. Az alább található lista sorrendje egyben prioritási sorrend is, tehát az 1. pont alatt található kérdések a legfontosabbak, míg az 5. pont alatt található kérdések a legkevésbé fontosak az építkezések során való beépült karbonlábnyom csökkentése érdekében. Másik szempontból viszont, amennyiben az ajánlatkérő úgy értékeli, hogy egy EPD elkészítése elsősre nem reális elvárás, az alábbi lista arról is adhat fogalmat, hogy mely kérdésekkel lehet az ajánlatadókat hozzászoktatni a környezeti hatások vizsgálatára. Így az 1. pont alatt található kérdések a legidő- és erőforrásigényesek, míg az 5. pont alatt található kérdések a legegyszerűbben véghez vihetők. Fontos kiemelni, hogy a lista és a kérdések több gyártó által készült ugyanarra a célra alkalmazandó építőanyag összehasonlítására alkalmas (például: C16/20 beton termék más C16/20 beton termékekkel legyen összehasonlítva).

Annak érdekében, hogy az alább található különböző területek és kérdések fontosságát érzékeltessük, egy súlyozási rendszert alakítottunk ki, melynek átvételét vagy módosított átvételét erősen javasoljuk a közbeszerzési eljárásba. Fontos megjegyezni, hogy a súlyozási rendszer metodológiáját előzetesen fel kell tüntetni a műszaki leírásban, tehát az egész folyamat könnyen átlátható az ajánlatadóknak, hogy milyen fenntarthatósági elemei vannak az adott közbeszerzésnek. A lista legalján egy táblázatban foglaljuk össze, hogy a súlyozási rendszerben melyik területek és alterületek milyen súlyú pontozását ajánljuk bevezetni közbeszerzési eljárásokkor.

1. Fenntarthatósági mérés, elemzés

1.a. Készült környezetvédelmi terméknnyilatkozat (EPD) az építőanyagra?

Amennyiben készült EPD az építőanyagra, javasoljuk ezen dokumentumok bekérését az építőanyag gyártóktól, mivel EPD-k birtokában a Főpolgármesteri Hivatal és szervezetei megfelelő képet kaphatnak arról, hogy mekkora kibocsátással jártak a különböző építőanyagok gyártása. Azzal, hogy tudni fogják az építkezések beépült karbonlábnyomát, viszonyítási alapot (benchmark) is kapnak egyben, ami elősegíti a C40-es vállalások teljesítését. Konzisztens, megbízható és részletes adatokhoz való hozzáférés nélkül a szervezetek nem tudnak megfelelően azon dolgozni, hogy

megvalósítsák a C40-es vállalásokra vonatkozó ütemtervet. Abban az esetben, ha csak egy gyártótól áll rendelkezésére az EPD, javasoljuk annak a gyártó termékének pozitív megítélését a közbeszerzési eljárás során, például egy súlyozási rendszerben plusz pontokat adni az EPD birtoklásáért és benyújtásáért.

Ezen felül, abban az esetben, ha több gyártó is rendelkezik EPD-vel, az EPD-ben található A1 – A3-as életciklus szakaszokat javasoljuk összevetésre 'Climate change – total' hatáskategóriában (Impact category), aminek mértékegysége kg CO₂-eq. Értelmszerűen innentől kezdve azt ajánljuk, hogy azokat az építőanyagokat válasszák közbeszerzésekkor, amelyeknek a legkevesebb a kg CO₂-eq. kibocsátása a 'Climate change – total' hatáskategóriában.

1.b. Készült életciklus-elemzés (LCA) az építőanyagra?

Amennyiben EPD nem készült, viszont LCA igen, javasoljuk ezen dokumentumok bekérését az építőanyag gyártótól. Mivel egy LCA nincsen harmadik fél által hitelesítve, így az eredmények pontatlanok lehetnek és nem teljeskörűen megbízhatók. Mindazonáltal az LCA egy bizonyos képet így is szolgáltat az építőanyag gyártásakor felmerült kibocsátásokról, így javasoljuk a pozitív megítélését egy közbeszerzési súlyozási rendszerben, azonban kevesebb ponttal jutalmazni, mint az EPD-vel rendelkező gyártókat.

Fontos kitételnek kell lennie közbeszerzésekkor, hogy a bekért LCA-k a releváns ISO szabványok (ISO 14040 és ISO 14044, valamint EN 15804) alapján készüljenek el²⁶, amire az LCA háttér tanulmányban utalást kell tenni. Az LCA szakértő/elemezőnek kötelessége minden esetben ezekre a szabványokra támaszkodva megcsinálnia az elemzéseket és erre utalást tennie a tanulmány során. Ellenőrizni ezt többféleképpen lehet. 1) Lehet azzal ellenőrizni, ha egy kolléga az Önkormányzatnál vagy szervezeteinél szakértő (lesz) a témában. 2) Harmadik-fél általi LCA elemzések is biztosítani tudják, hogy egy "külsős" személy által elvégzett elemzés objektív és megbízható. 3) Mindemellett kötbér alapján is lehet "kötelezni" a tanulmány készítőjét, hogy a releváns szabványok figyelembevételével készüljön az elemzés.

Annak érdekében, hogy érdemben össze lehessen hasonlítani az LCA-t az EPD-vel, a 'bölcsőtől-kapuig' (cradle-to-gate) határ megszabását javasoljuk a gyártó építőanyagáról bekért LCA-ra. Akárcsak az EPD-k elbírálásakor, az LCA-k esetében is a 'Climate change – total' hatáskategóriának értéke alapján lehessen összehasonlítani más EPD-kkel és LCA-kkal.

²⁶ Egy LCA háttér tanulmány hatóköri fejezetében (Scope of the study) a szabványok szerint kötelezettség, hogy meg legyen adva, mely szabványok módszertana alapján készült a jelentés. Az ISO 14040/44, EN 15084, ISO 14067 az általános LCA, EPD és termékkarbonlábnyom módszertant adja meg, ezek mellett vannak építőanyag specifikus szabványok is. Azonban a fent említett szabványok egyfajta minőségbiztosítást jelentenek az elemzés készítőjétől, valamint a Fővárosnak is garanciaként szolgál, hogy számon lehet kérni a tanulmány készítőjét ezek alapján. A Műszaki leírásban ezért fontos megadni, hogy a jövőben bekért EPD-k, LCA-k és termékkarbonlábnyomok ezek a szabványok alapján készüljenek, hogy közös támpontot adjon ezzel a Főváros.

1.c. Készült termékkarbonlábnyom az építőanyagra?

Amennyiben sem EPD, sem LCA nem készült az építőanyagra, javasoljuk az építőanyagra készült termékkarbonlábnyom bekérését a gyártóktól. Mivel egy termékkarbonlábnyom sincs harmadik fél által hitelesítve, így ezek az eredmények is pontatlanok lehetnek és nem teljeskörűen megbízhatók. Mindazonáltal a termékkarbonlábnyom egy bizonyos képet így is szolgáltat az építőanyag gyártásakor felmerült kibocsátásokról, így javasoljuk a pozitív megítélését egy közbeszerzési súlyozási rendszerben, azonban kevesebb ponttal jutalmazni, mint az EPD-vel és LCA-val rendelkező gyártókat.

Fontos kitételnek kell lennie közbeszerzésekkor, hogy a bekért termékkarbonlábnyomok a releváns szabványok (GHG Protocol és ISO 14067) alapján készüljenek el, amire a termékkarbonlábnyom jelentésben utalást kell tenni.

Annak érdekében, hogy nagy vonalakban össze lehessen hasonlítani egy termékkarbonlábnyomot EPD-vel és LCA-val, a 'bölcstől-kapuig' (cradle-to-gate) határ megszabását javasoljuk a gyártó építőanyagáról bekért termékkarbonlábnyomra. Akárcsak az EPD-k elbírálásakor, az LCA-k esetében is a 'Climate change – total' hatáskategóriának értéke alapján lehessen összehasonlítani más EPD-kkel és LCA-kkal.

Összefoglalás: javasoljuk, hogy közbeszerzésekkor mindenképpen azon építőanyagok beszerzése élvezzen előnyt, amelyek rendelkeznek EPD-vel, LCA-val, vagy termékkarbonlábnyommal. Mivel egy EPD hitelesítésen is átesett, ezért azt ajánljuk, hogy az EPD-k pozitívabban legyenek megítélve egy súlyozási pontrendszerben.

Amennyiben egy építőanyagot gyártó cég rendelkezik EPD-vel, LCA-val, vagy termékkarbonlábnyommal, az általunk ajánlott közbeszerzési check-list 3. és 4. pontjainak kitöltése nem releváns és elhanyagolható, mivel az építőanyagra készült EPD, LCA, és/vagy karbonlábnyom már lefedi az alábbi kérdéseket, területeket.

2. Élettartam

2.a. Milyen hosszú a termék élettartama?

Bármennyire is zöldnek találhatunk olyan termékeket, melyek magas újrahasznosított tartalommal és zöldenergiával készültek, jelentős kg CO₂-eq. kibocsátás csökkentést azzal lehet elérni, ha hosszútávra lehet tervezni az építőanyagokkal. Éppen ezért erősen javasoljuk, hogy a közbeszerzések során már a műszaki leírásban jelenjen meg, hogy az építőanyag gyártók termékeire milyen hosszú élettartamra vállalnak garanciát. A gyártókkal kötendő szerződésben erősen javasolt kötbér rögzítése, hogy felelőséget vállaljon a gyártó a termék élettartamára és feladatának teljesítésére.

A különböző termékek élettartamának felmérése ráadásul nem csak kg CO₂-eq. megtakarítást jelent, hanem a költségek csökkentését is jelenti hosszútávon. Például 'A' terméknek az előállítása 10 kg CO₂-eq. kibocsátással jár, 10 000 forintba kerül és 5 évig vállal garanciát a gyártó a termék élettartamára. Ezzel szemben van 'B' termék, melynek

az előállítás 15 kg CO₂-eq. kibocsátással jár, 15 000 forintba kerül és 15 évig vállal garanciát a gyártó a termék élettartamára. Könnyen kiszámolható ebből, hogy ugyan 'B' termék magasabb befektetéssel jár mind kg CO₂-eq. kibocsátás, mind az anyagiak terén, azonban hosszú távon egyértelműen megtérül. Ezen példa több helyen is felbukkan a tanulmányban, mellyel érzékelhető, hogy mennyire is fontos lenne az LCA és LCC mihamarabbi bevezetése a közbeszerzési eljárásokba.

Ha az élettartam bekérése és elbírálása egy jól működő folyamattá válik a jövőben, javasoljuk a terület továbbfejlesztését azzal, hogy az anyag és a termék körforgásban tartása mennyire megvalósítható. Itt olyan kérdések merülnek fel, minthogy az építőanyag milyen könnyen és kevés ráfordítással javítható, mennyire újrahasznosítható anyagból van. Mivel ez egy olyan terület, ahol sok bizonytalanság van, ezért nem javasoljuk, hogy nagy figyelmet kapjon egyelőre.

Összefoglalás: javasoljuk, hogy közbeszerzésekkor az építőanyag gyártóktól legyen bekérve, hogy az adott terméknek milyen hosszú az élettartama, amire garanciát vállalnak és azt szerződésben rögzítik, hogy a termék az adott időszakra el tudja látni a feladatát rendeltetésszerű használat során.

3. Újrahasznosított tartalom

3.a. Hány összetevője van a terméknek? Ezek milyen arányban oszlanak el egy adott mennyiségben? A különböző összetevőknek milyen arányú az újrahasznosított tartalma?

A jelen tanulmány és korábbi tapasztalataink alapján az építőanyagok nyersanyagtartalom előállítása (A1 szakasz az életciklus során) átlagosan a kibocsátás legalább 70%-ért felel az A1 – A3-as életciklus szakaszokon belül a 'Climate change – total' hatáskategóriát figyelembe véve. Éppen ezért javasoljuk, hogy arról a területről tudjanak meg a legtöbbet közbeszerzésekkor a különböző építőanyagok vonatkozásában.

A fenti kérdéseket azért javasoljuk, hogy közbeszerzésekkor a műszaki leírásban kérjék be az építőanyag gyártóktól, hogy az építőanyagok összetevőiről és újrahasznosított tartalmuk alapján meg lehessen ítélni melyik építőanyagoknak kedvezőbb a környezeti hatása. Az elsődleges, primer alapanyagoknak jelentősen magasabb az előállítás során jelentkező kg CO₂-eq. kibocsátása az újrahasznosított, ún. szekunder anyagokénál. Jelen tanulmányban is jól látható, hogy azon beton fajtáknak az előállítása (A1 – A3 életciklus szakaszok), melyeknek nagyobb az újrahasznosított kötőtartalma, jelentősen kevesebb kg CO₂-eq. kibocsátással járnak.

Amikor egy építőanyag fajtát (például C25/30 betont) összehasonlítunk két gyártótól, javasoljuk azon építőanyag pozitív megítélését egy súlyozási rendszerben, amelynek magasabb az újrahasznosított anyag tartalma. Azt fontosnak tartjuk kiemelni, hogy azon gyártó építőanyagát, mely rendelkezik EPD, LCA, vagy termékkarbonlábnnyommal, hasznosabbnak tartjuk, ezért azt javasoljuk, hogy egy súlyozási rendszerben, több

pontot kapjanak azok a termékek, amelyek rendelkeznek ezen három jelentés/mérés egyikével, az EPD-vel rendelkező a legtöbb pontot kapva.

Összefoglalás: amint az fent is említésre került, erre és a további kérdésekre azoknak az építőanyag gyártó cégeknek nem kell válaszolniuk, akik rendelkeznek EPD-vel, LCA-val, vagy termékkarbonlábnyommal, mivel ezek foglalkoznak az alábbi a kérdésekkel. Mindazonáltal, a termékre végzett fenntarthatósági mérés (EPD, LCA, termékkarbonlábnyom) hiányában javasoljuk, hogy az építőanyagok újrahasznosított tartalom arányát kérjék be közbeszerzésekkor.

4. Energiamix

4.a. Milyen energiamezsel került előállításra az építőanyag?

A fenti kérdést azért javasoljuk, hogy a műszaki leírásban szerepeljen különböző építőanyag közbeszerzésekkor, mert a tanulmány eredményei és tapasztalataink is azt mutatják, hogy fontos szempont a gyártók energiamezse mennyire zöld vagy fosszilis. Az összes javasolt kérdésünk közül talán ez a legegységertelműbb és legegységertűbben megválaszolható az építőanyag gyártók által, tehát ennek a válasznak a megadása nem okozhat nagy problémát. Sok gyártó ugyan csak a magyar energiamezse van rácsatlakozva, viszont ez is fontos információt ad az építőanyag előállításáról.

A jelen tanulmány és korábbi tapasztalataink alapján az építőanyagok előállításához szükséges energia (A3 szakaszon belül egy rész az életciklus során) átlagosan a kibocsátás kb. 10%-ért felel az A1 – A3-as életciklus szakaszokon belül a 'Climate change – total' hatáskategóriát figyelembe véve. Ezt az arányt természetesen nagyban befolyásolja az, hogy az energiamezse mennyire zöld – minél zöldebb egy gyártáshoz szükséges energiamezse, annál kisebb a kibocsátása és részesedése az A1 – A3-as életciklus szakaszokon belül.

Ajánljuk, hogy a magyar energiamezset vegyék viszonyítási alapnak, melynek 2021-es összetétele az alábbi volt: 16,14% megújuló, 41,23% nukleáris, 42,62% fosszilis²⁷. Ugyan manapság már a nukleáris energia is zöld energiának is minősül, a kg CO₂-eq. kibocsátása jelentősen nagyobb bármely megújuló energiaforrásnál. A nukleáris energiának viszont kisebb a kg CO₂-eq. kibocsátása fosszilis energiaforrástól. Tehát javasoljuk, hogy azon építőanyagok, melyek előállításához 16,14%-nál több zöld energiaforrást használtak, pozitívan ítélik meg egy közbeszerzési eljárás során. Kisebb mértékben, de tanácsoljuk, hogy azon építőanyag gyártók is pozitív megítélést kapjanak, melyeknek építőanyag termékük előállításához több, mint 41,23% nukleáris energiát használtak fel miközben a megújuló energiaforrás legalább 16,14%. Azokat a gyártókat, pedig kis mértékben, de ítélik meg negatívabban, amelyeknek a termékeik előállítása során a magyar átlagnál nagyobb arányban használtak fel fosszilis energiaforrást.

²⁷ Forrás: https://www.aib-net.org/sites/default/files/assets/facts/residual-mix/2021/AIB_2021_Residual_Mix_Results_1_1.pdf

Mindazonáltal, az építőanyag gyártók energiamixe nincs olyan nagy hatással az építőanyagok teljes kg CO₂-eq. kibocsátására, mint az anyagok újrahasznosított tartalma. Ezért azt javasoljuk, hogy egy súlyozási rendszerben kisebb jelentőséggel kezeljék a gyártók energiamixét, mint az építőanyagok újrahasznosított tartalmát.

Összefoglalás: amint az fent említésre került többször is, a termékek újrahasznosított arányára, előállításához szükséges energiamixre és a további kérdésekre azoknak az építőanyag gyártó cégeknek nem kell válaszolniuk, akik rendelkeznek EPD-vel, LCA-val, vagy termékkarbonlábnyommal, mivel ezek foglalkoznak az alábbi a kérdésekkel. Mindazonáltal, a termékre végzett fenntarthatósági mérés (EPD, LCA, termékkarbonlábnyom) hiányában javasoljuk, hogy az építőanyagok előállításához használt energiamixet kérjék be közbeszerzésekkor és ezt a műszaki kiírásban jelöljék meg.

5. Szállítás

5.a. Milyen távolságról szállítják az építőanyagokat az építkezés/felújítás helyszínére?

A fenti kérdést azért javasoljuk, hogy a műszaki leírásban szerepeljen különböző építőanyag közbeszerzésekkor, mert az építőanyagok szállítási távolsága is egy olyan tényező a kg CO₂-eq. kibocsátás során, amely könnyen mérhető, bekérhető és ellenőrizhető. Az energiamix mellett ez a kérdés is egyértelműen és egyszerűen megválaszolható az építőanyag gyártók által, tehát ennek a válasznak a megadása ugyancsak nem okozhat nagy problémát a közbeszerzési eljárás beépítésébe.

Értelemszerűen azokat az építőanyag gyártókat javasoljuk előnyben részesíteni egy súlyozási rendszer során, melyek telephelyétől/gyártelepétől a szállítás távolsága a legrövidebb az építkezési terület helyszínére. Mindazonáltal ez a terület sokkal kevésbé fontos, mint a fenti kérdések, melyek a fenntarthatósági mérésre, élettartamra, újrahasznosított tartalomra és energiamixre vonatkoznak.

5.b. Milyen járművel szállítják az építőanyagot az építkezés/felújítás helyszínére?

A fenti kérdést azért javasoljuk, hogy a műszaki leírásban szerepeljen különböző építőanyag közbeszerzésekkor, mert az építőanyagok szállítási módja is egy olyan tényező a kg CO₂-eq. kibocsátás során, amely könnyen megtudható; ez a kérdés is egyértelműen és egyszerűen megválaszolható az építőanyag gyártók által, tehát ennek a válasznak a megadása ugyancsak nem okozhat nagy problémát a közbeszerzési eljárás során.

Magyarországon a szállítási módra két eszköz közismert: teherautó és villanymozdony. Legelsősorban ajánljuk, hogy azoknak az építőanyag gyártóknak a termékeit ítélik meg pozitívan egy súlyozási rendszerben, melyek villanymozdonyal szállítják terméküket az építkezés közelébe (mivel kötöttpályás rendszerről beszélünk, ezért értelemszerűen történik teherautóval is szállítás a vasút pályaudvarról az építkezés pontos helyszínére, ez a távolság azonban legtöbbször elhanyagolható). Ezen felül javasoljuk, hogy a teherautóval történő szállításkor legyen figyelembevétel az EURO szabvány szerinti besorolás. Benzinüzemű autókra vonatkozó szabványok sorszáma 1–6-ig terjed, minél

nagyobb a szám, annál újabb a szabvány és kevésbé környezetterhelő. Ezen alapulva tanácsoljuk, hogy a műszaki leírásban legyen elkérve a közbeszerzési eljárás során az építőanyag szállításra használandó teherautó EURO besorolása, és a súlyozási rendszer azokat a teherautókat ítélje meg minél pozitívabban, amelynek minél nagyobb az EURO besorolása.

Összefoglalás: a szállítással kapcsolatos kérdésekre azoknak az építőanyag gyártó cégeknek is fontos válaszolniuk, melyek rendelkeznek EPD, LCA, és/vagy termékkarbonlábnyom mérésekkel, mivel ezek az elemzések ezzel az életciklus szakasszal (A4) általában nem szoktak foglalkozni. Ugyan ez a legkevésbé fontos terület a kg CO₂-eq. kibocsátás csökkentése érdekében, könnyen bekérhető és ellenőrizhető kérdésekről van szó, ezért az építőanyagok kiszállításához szükséges távolságot és a szállítás módját is javasoljuk, hogy kérjék be közbeszerzésekkor és ezt a műszaki kiírásban jelöljék meg.

A fenti javaslatok tükrében ajánljuk egy közbeszerzési check-list kialakítását környezetvédelmi szempontokra a közbeszerzési folyamatokra, melyet a műszaki leírásban ismertetni kell a közbeszerzésben résztvevő építőanyag gyártókkal.

4. táblázat: Közbeszerzési check-list

Prioritás	Szempont		Súlyozás	Elbírálás
1.*	Fenntarthatósági mérés, elemzés	Készült EPD az építőanyagra?	100**	Az az építőanyag, amely rendelkezik EPD-vel, kapjon maximum pontszámot. Ezután a fent leírtak alapján lehet kiválasztani a környezetbarátabb terméket.
		Készült LCA az építőanyagra?	90**	Az az építőanyag, amely rendelkezik LCA-val, kapjon maximum pontszámot. Ezután a fent leírtak alapján lehet kiválasztani a környezetbarátabb terméket.
		Készült termékkarbonlábnyom az építőanyagra?	80**	Az az építőanyag, amely rendelkezik termékkarbonlábnyommal, kapjon maximum pontszámot. Ezután a fent leírtak alapján lehet kiválasztani a környezetbarátabb terméket.
2.	Élettartam	Milyen hosszú az építőanyag élettartama?	60	Az az építőanyag kapja a legtöbb pontot, amelynek a leghosszabb az élettartama, az utána következők a sorban pedig egy-egy ponttal kapjanak kevesebbet. Amennyiben kevés építőanyagot kell elbírálni (például csak kettő építőanyag), abban az esetben ajánljuk, hogy nagyobb legyen a pontkülönbség értéke (például: kettő építőanyag elbírálásakor kapjon 60 pontot az

				<p>az építőanyag, amelyeknek a leghosszabb az élettartama, míg a másik kapjon 40 pontot; vagy három építőanyag elbírálásakor kapjon 60 pontot az az építőanyag, amelyeknek a leghosszabb az élettartama, 50 pontot amelyeknek a 2. leghosszabb, míg 40 pontot, amelyeknek a legrövidebb az élettartama). Egy másikfajta elbírálási módszer lehet, hogy annyi ponttal kapjanak kevesebbet azok az építőanyagok, amelyeknek nem a leghosszabb az élettartama, amennyi évvel rövidebb az élettartama. Például, egy építőanyagnak 50 év az élettartama, míg a másiknak csak 35. Az építőanyag, amelynek 50 év az élettartama kapjon 60 pontot, míg a másik 45 pontot, mivel 15 évvel kevesebb az élettartama leghosszabb élettartamú építőanyaghoz képest.</p>
3.***	Újrahasznosított tartalom	<p>Hány összetevője van a terméknek? Ezek milyen arányban oszlanak el egy adott mennyiségben? A különböző összetevőknek milyen arányú az újrahasznosított tartalma?</p>	30	<p>Az az építőanyag kapja a legtöbb pontot, amelynek a legmagasabb az újrahasznosított anyag tartalma, az utána következők a sorban pedig egy-egy ponttal kapjanak kevesebbet. Amennyiben kevés építőanyagot kell elbírálni (például csak kettő építőanyag), abban az esetben ajánljuk, hogy nagyobb legyen a pontkülönbség értéke (például: kettő építőanyag elbírálásakor kapjon 30 pontot az az építőanyag, amelyiknek a legmagasabb az újrahasznosított anyag tartalma, míg a másik kapjon 20 pontot; vagy három építőanyag elbírálásakor kapjon 30 pontot az az építőanyag, amelyiknek a legmagasabb az újrahasznosított anyag tartalma, 25 pontot amelyeknek a 2. legmagasabb, míg 20 pontot, amelyeknek a legkevesebb az újrahasznosított anyag tartalma). Egy másikfajta elbírálási módszer lehet, hogy arányosan annyi ponttal kapjanak kevesebbet azok az építőanyagok, amelyeknek nem a legmagasabb az</p>

				<p>újrahasznosított anyag tartalma, amennyivel arányosan kevesebb az újrahasznosított anyag tartalmuk. Például, egy építőanyagnak 50% az újrahasznosított anyag tartalma, míg a másiknak csak 35%. Az építőanyag, amelynek 50% az újrahasznosított anyag tartalma kapja meg a maximális 30 pontot, míg a másik 21 pontot, mivel arányosan 30%-kal kevesebb az újrahasznosított anyag tartalma a legmagasabb újrahasznosított anyag tartalmú építőanyaghoz képest.</p>
4.***	Energiamix	Milyen energiamixszel került előállításra az építőanyag?	20	<p>Az az építőanyag kapja a legtöbb pontot, amelynek az előállításához a magyar energiamixhez képest a legzöldebb energiamix lett használva, a fent írtak alapján, az utána következők a sorban pedig egy-egy ponttal kapjanak kevesebbet. Amennyiben kevés építőanyagot kell elbírálni (például csak kettő építőanyag), abban az esetben ajánljuk, hogy nagyobb legyen a pontkülönbség értéke (például: kettő építőanyag elbírálásakor kapjon 20 pontot az az építőanyag, amelyik a legzöldebb energiamixszel került előállításra, míg a másik kapjon 10 pontot; vagy három építőanyag elbírálásakor kapjon 20 pontot az az építőanyag, amelyik a legzöldebb energiamixszel került előállításra, 15 pontot amelyiknek a 2. legzöldebb, míg 10 pontot, amelyik a legkevésbé zöld energiamixszel került előállításra). Egy másikfajta elbírálási módszer lehet, hogy annyi ponttal kapjanak kevesebbet azok az építőanyagok, amelyek nem a legzöldebb energiamixszel kerültek előállításra, amennyivel kevésbé zöld energiamixszel. Például, egy építőanyagnak az előállításához egy gyártó 15 százalékponttal zöldebb energiamixet használ a magyar energiamix átlaghoz képest, míg a másik gyártó a magyar energiamixszel állítja elő az építőanyagot. Az</p>

				<p>építőanyag, amelynek az előállításához a gyártó a magyar energiamixhez képest 15 százalékponttal zöldebb energiát használt kapjon 20 pontot, míg a másik 17 pontot, mivel 15 százalékponttal kevésbé zöld energiamixszel állították elő a legzöldebb energiamixszel előállított építőanyaghoz képest ($20/0.85=17$ pont).</p>
5.	Szállítás	Milyen távolságról szállítják az építőanyagokat az építkezés/felújítás helyszínére?	10	<p>Az az építőanyag kapja a legtöbb pontot, amelynek a szállítási távolsága az építkezés/felújítás helyszínére a legrövidebb, az utána következők a sorban pedig egy-egy ponttal kapjanak kevesebbet (2. legrövidebb: 9 pont; 3. legrövidebb: 8 pont és így tovább)</p>
		Milyen szállítási eszközzel szállítják az építőanyagot az építkezés/felújítás helyszínére?	5	<p>Az az építőanyag kapja a legtöbb pontot, amelynek a szállítási módja az építkezés/felújítás helyszínére a legkörnyezetbarátabb, az utána következők a sorban pedig egy-egy ponttal kapjanak kevesebbet. Például, amikor három építőanyag gyártó adja meg a szállítási módját az építőanyaguknak a következők szerint: villanymozdony, EURO 6-os teherautó és EURO 4-es teherautó, a villanymozdonyal szállítandó építőanyag kapjon 5 pontot, az EURO 6-os teherautóval szállítandó építőanyag kapjon 4 pontot, míg az EURO 4-es teherautóval szállítandó építőanyag kapjon 3 pontot.</p>
Összesen megszerezhető pontszám:			175 pont	

* Egy építőanyag csak egy fenntarthatósági elemzésért kaphat pontot. Például, ha egy termék rendelkezik EPD-vel és LCA-val, akkor csak az EPD-ért kaphat pontot.

** Azokat az építőanyagokat, melyek rendelkeznek EPD-vel, LCA-val, vagy termékkarbonlábnyommal, a táblázat feletti elbírálás alapján ajánljuk összehasonlításra. Azt javasoljuk, hogy az a termék kapjon maximális pontszámot, amelynek a kg CO₂-eq. kibocsátása a legalacsonyabb. Azonban, ha például csak két építőanyagot van fenntarthatósági elemzése, az egyiknek EPD-je, míg a másiknak termékkarbonlábnyom mérése van, azt javasoljuk, hogy az EPD-vel rendelkező termék kapjon több pontot akkor is, ha a termékkarbonlábnyom méréssel rendelkező terméknek kevesebb a kg CO₂-eq. kibocsátása. Ezt azért javasoljuk, mert míg az EPD hitelesítésen is átesett, egy termékkarbonlábnyom mérés nem, ezért kevésbé megbízható az eredménye.

*** Azok az építőanyagok, amelyek rendelkeznek EPD-vel, LCA-val vagy termékkarbonlábnyommal, azoknak a 3. és 4. ponthoz tartozó kérdések nem szólnak és nem kaphatnak értük pontokat. Ez azért van, mert a fenntarthatósági mérések már lefedik ezeket a területeket.

8. Melléklet

1. melléklet: Életciklus-elemzés összefoglaló táblázat

		Kibocsátás (kg CO ₂ e)					SUM	Arányok
		A1 (kitermelés)	A2 (szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)		
C30/37 beton	0% újrahasznosított kötőanyagtartalom		284,49 (97,3%)		-	7,85 (2,7%)	292,34 (100%)	100% (bázis)
	10% újrahasznosított kötőanyagtartalom		261,14 (97,1%)		-	7,85 (2,9%)	268,99 (100%)	92,0%
	30% újrahasznosított kötőanyagtartalom		214,44 (96,5%)		-	7,85 (3,5%)	222,29 (100%)	76,0%
C25/30 beton	0% újrahasznosított kötőanyagtartalom		237,93 (96,8%)		-	7,85 (3,2%)	245,78 (100%)	100% (bázis)
	10% újrahasznosított kötőanyagtartalom		216,43 (96,5%)		-	7,85 (3,5%)	224,28 (100%)	91,3%
	30% újrahasznosított kötőanyagtartalom		167 (95,5%)		-	7,85 (4,5%)	174,85 (100%)	71,1%
C20/25 beton	0% újrahasznosított kötőanyagtartalom		231,66 (96,9%)		-	7,20 (3,1%)	238,86 (100%)	100% (bázis)
	10% újrahasznosított kötőanyagtartalom		212,98 (96,7%)		-	7,20 (3,3%)	220,18 (100%)	92,2%
	30% újrahasznosított kötőanyagtartalom		175,62 (96,1%)		-	7,20 (3,9%)	182,82 (100%)	76,5%
C16/20 beton	0% újrahasznosított kötőanyagtartalom		276,71 (93,9%)		-	18,08 (6,1%)	294,79 (100%)	100% (bázis)
	7% újrahasznosított kötőanyagtartalom		142,87 (94,8%)		-	7,91 (5,2%)	150,78 (100%)	51,1%
betonacél	15%-ban hulladékvas felhasználásából		1 967,37 (98,0%)		-	40,47 (2,0%)	2 007,84 (100%)	100% (bázis)

		Kibocsátás (kg CO ₂ e)					SUM	Arányok
		A1 (kitermelés)	A2 (szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)		
	60%-ban hulladékvas felhasználásából		1 197,37 (96,7%)		-	40,47 (3,3%)	1 237,84 (100%)	61,7%
	97%-ban hulladékvas felhasználásából		554,37 (93,2%)		-	40,47 (6,8%)	594,84 (100%)	29,6%
Z022	Z022 (régén M22)		22 (100%)		-	-	22 (100%)	-
homokos kavics (CK-t 2 vagy CK-t 4 keverékből)	homokos kavics		1,89 (100%)		-	-	1,89 (100%)	-
csúszásmentes PVC burkolat	PVC burkolat	25,66 (13,8%)	1,47 (0,8%)	11,79 (6,3%)	124,18 (66,7%)	23,17 (12,4%)	186,27 (100%)	100% (bázis)
	linóleum burkolat		7,35 (33,2%)		14,81 (66,7%)	0,03 (0,1%)	22,19 (100%)	11,9%
csúszásmentes kerámialap	18,65 kg/m ²		7,06 (49,6%)		7,12 (50,0%)	0,06 (0,4%)	14,24 (100%)	100% (bázis)
	17,97 kg/m ²		5,16 (48,4%)		5,44 (51,0%)	0,06 (0,06%)	10,66 (100%)	74,9%
bitumenes lemez	nagyobb sűrűségű		916,5 (84,4%)		-	169,2 (15,6%)	1 085,7 (100%)	100% (bázis)
	kisebb sűrűségű		516 (85,1%)		-	90,30 (14,9%)	606,3 (100%)	55,8%
kőzetgyapot hőszigetelés	Rockwool - 120kg/m ³		48,58 (99,3%)		-	0,33 (0,7%)	48,91 (100%)	100% (bázis)
	Rockwool - 78kg/m ³		27,84 (99,2%)		-	0,22 (0,8%)	28,06 (100%)	57,4%
	ISOVER DP 1 - 52kg/m ³		45,09 (99,8%)		-	0,08 (0,2%)	45,17 (100%)	92,4%
	ISOVER DP 3 - 45kg/m ³		38,99 (99,7%)		-	0,12 (0,3%)	39,11 (100%)	80,0%

		Kibocsátás (kg CO ₂ e)						
		A1	A2	A3	B4-B5	C1-C4	SUM	Arányok
		(kitermelés)	(szállítás)	(gyártás)	(használati fázis)	(életciklus végi fázis)		
EPS hőszigetelés	Austrotherm EPS W30		11,21 (66,3%)		-	5,69 (33,7%)	16,9 (100%)	100% (bázis)
	Austrotherm EPS W20		8,09 (66,1%)		-	4,14 (33,9%)	12,23 (100%)	72,4%
	Bachl Karl EPS W-20		7,89 (66,2%)		-	4,03 (33,8%)	11,92 (100%)	70,5%
PE hőszigetelés	0% újrahasznosított PE		11,172 (87,8%)		-	1,55 (12,2%)	12,722 (100%)	100% (bázis)
	15% újrahasznosított PE		9,10 (81,25%)		-	2,12 (18,75%)	11,22 (100%)	88,2%
XPS szigetelés	XPS - 500 kPa		69,28 (66,3%)		-	35,18 (33,7%)	104,46 (100%)	100% (bázis)
	XPS - 300 kPa		36,68 (66,3%)		-	18,62 (33,7%)	55,3 (100%)	52,9%
glettelés	mész-gipsz alapú glett		21,34 (48,3%)		22,31 (50,5%)	0,55 (1,2%)	44,2 (100%)	100% (bázis)
	gipsz alapú glett		12,51 (48,4%)		13,06 (50,5%)	0,29 (1,1%)	25,86 (100%)	58,5%
festés	epoxi festék		62,99 (16,5%)		317,4 (83,4%)	0,06 (0,1%)	380,45 (100%)	100% (bázis)
	poliészter festék		44,99 (16,5%)		227,4 (83,4%)	0,06 (0,1%)	272,45 (100%)	71,6%
ablakcsere	műanyagkeretes ablak		64,76 (49,1%)		65,96 (50,0%)	1,19 (0,9%)	131,91 (100%)	63,4%
	alumíniumkeretes ablak		102,72 (49,4%)		104,14 (50,1%)	1,04 (0,5%)	207,9 (100%)	100% (bázis)
	fakeretes ablak		58,47 (50,3%)		56,67 (48,7%)	1,18 (1,0%)	116,32 (100%)	55,9%

		Kibocsátás (kg CO ₂ e)					SUM	Arányok
		A1 (kitermelés)	A2 (szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)		
vizesblokk felújítása (csövek)	fém cső		158,57 (49,8%)		159,25 (50,0%)	0,68 (0,2%)	318,5 (100%)	100% (bázis)
	műanyag cső		91,8 (92,7%)		5,68 (5,7%)	1,55 (1,6%)	99,03 (100%)	31,1%
vizesblokk felújítása (szaniterek)	mosdókagyló		48 (33,3%)		96,2 (66,6%)	0,05 (0,1%)	144,25 (100%)	-
	WC csésze		20,22 (32,2%)		42,34 (67,5%)	0,15 (0,3%)	62,71 (100%)	-
tetőburkolat (cserép, pala, fémlemez fedés)	tetőcserép		12,27 (98,7%)		-	0,16 (1,3%)	12,43 (100%)	64,5%
	tetőpala		19,09 (99,7%)		-	0,05 (0,3%)	19,14 (100%)	99,4%
	fémlemez		18,94 (98,3%)		-	0,32 (1,7%)	19,26 (100%)	100% (bázis)

2. melléklet: Életciklusköltség-elemzés összefoglaló táblázat

		Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
		A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
C30/37 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 971 (99,8%)	-	23 (0,2%)	16 994 (100%)	16 971 (92,2%)	-	1 426 (7,8%)	18 397 (100%)
	10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 971 (99,8%)	-	23 (0,2%)	16 994 (100%)	16 971 (92,2%)	-	1 426 (7,8%)	18 397 (100%)
	30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 971 (99,8%)	-	23 (0,2%)	16 994 (100%)	16 971 (92,2%)	-	1 426 (7,8%)	18 397 (100%)
C25/30 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 046 (99,9%)	-	21 (0,1%)	16 067 (100%)	16 046 (92,3%)	-	1 348 (7,7%)	17 394 (100%)
	10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 046 (99,9%)	-	21 (0,1%)	16 067 (100%)	16 046 (92,3%)	-	1 348 (7,7%)	17 394 (100%)
	30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 046 (99,9%)	-	21 (0,1%)	16 067 (100%)	16 046 (92,3%)	-	1 348 (7,7%)	17 394 (100%)
C20/25 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 709 (99,9%)	-	20 (0,1%)	14 729 (100%)	14 709 (92,2%)	-	1 236 (7,8%)	15 945 (100%)
	10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 709 (99,9%)	-	20 (0,1%)	14 729 (100%)	14 709 (92,2%)	-	1 236 (7,8%)	15 945 (100%)
	30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 709 (99,9%)	-	20 (0,1%)	14 729 (100%)	14 709 (92,2%)	-	1 236 (7,8%)	15 945 (100%)
C16/20 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 167 (99,9%)	-	22 (0,1%)	16 189 (100%)	16 167 (92,3%)	-	1 358 (7,7%)	17 525 (100%)
	7% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 167 (99,9%)	-	22 (0,1%)	16 189 (100%)	16 167 (92,3%)	-	1 358 (7,7%)	17 525 (100%)
betonacél	15%-ban hulladékvas felhasználásából	76 655 (99,9%)	-	103 (0,1%)	76 758 (100%)	76 655 (92,2%)	-	6 440 (7,8%)	83 095 (100%)

		Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
		A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
	60%-ban hulladékvas felhasználásából	76 655 (99,9%)	-	103 (0,1%)	76 758 (100%)	76 655 (92,2%)	-	6 440 (7,8%)	83 095 (100%)
	97%-ban hulladékvas felhasználásából	76 655 (99,9%)	-	103 (0,1%)	76 758 (100%)	76 655 (92,2%)	-	6 440 (7,8%)	83 095 (100%)
Z022	Z022 (régén M22)	1 418 (100%)	-	-	1 418 (100%)	1 418 (100%)	-	-	1 418 (100%)
homokos kavics (CK-t 2 vagy CK-t 4 keverékből)	homokos kavics	6 972 (100%)	-	-	6 972 (100%)	6 972 (100%)	-	-	6 972 (100%)
csúszásmentes PVC burkolat	PVC burkolat	8 297 (72,3%)	3 174 (27,6%)	11 (0,1%)	11 482 (100%)	8 297 (18,2%)	36 532 (80,2%)	697 (1,6%)	45 526 (100%)
	linóleum burkolat	15 671 (72,3%)	5 994 (27,6%)	21 (0,1%)	21 686 (100%)	15 671 (18,2%)	69 001 (80,3%)	1317 (1,5%)	85 989 (100%)
csúszásmentes kerámialap	18,65 kg/m ²	3 999 (81,1%)	925 (18,8%)	5 (0,1%)	4 929 (100%)	3 999 (34,3%)	7 331 (62,8%)	336 (2,9%)	11 666 (100%)
	17,97 kg/m ²	3 999 (81,1%)	925 (18,8%)	5 (0,1%)	4 929 (100%)	3 999 (34,3%)	7 331 (62,8%)	336 (2,9%)	11 666 (100%)
bitumenes lemez	nagyobb sűrűségű	42 180 (99,9%)	-	56 (0,1%)	42 236 (100%)	42 180 (92,3%)	-	3 543 (7,7%)	45 723 (100%)
	kisebb sűrűségű	38 590 (99,9%)	-	51 (0,1%)	38 641 (100%)	38 590 (92,3%)	-	3 241 (7,7%)	41 831 (100%)
kőzetgyapot hőszigetelés	Rockwool - 120kg/m ³	3 245 (99,9%)	-	4 (0,1%)	3 249 (100%)	3 245 (92,2%)	-	273 (7,8%)	3 518 (100%)
	Rockwool - 78kg/m ³	3 245 (99,9%)	-	4 (0,1%)	3 249 (100%)	3 245 (92,2%)	-	273 (7,8%)	3 518 (100%)
	ISOVER DP 1 - 52kg/m ³	3 245 (99,9%)	-	4 (0,1%)	3 249 (100%)	3 245 (92,2%)	-	273 (7,8%)	3 518 (100%)

		Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
		A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
	ISOVER DP 3 - 45kg/m ³	3 245 (99,9%)	-	4 (0,1%)	3 249 (100%)	3 245 (92,2%)	-	273 (7,8%)	3 518 (100%)
EPS hőszigetelés	Austrotherm EPS W30	1 707 (99,9%)	-	2 (0,1%)	1 709 (100%)	1 707 (92,3%)	-	143 (7,7%)	1 850 (100%)
	Austrotherm EPS W20	1 241 (99,8%)	-	2 (0,2%)	1 243 (100%)	1 241 (92,3%)	-	104 (7,7%)	1 345 (100%)
	Bachl Karl EPS W-20	1 210 (99,8%)	-	2 (0,2%)	1 212 (100%)	1 210 (92,2%)	-	102 (7,8%)	1 312 (100%)
PE hőszigetelés	0% újrahasznosított anyag tartalom	7 683 (99,9%)	-	10 (0,1%)	7 693 (100%)	7 683 (92,2%)	-	646 (7,8%)	8 329 (100%)
	15% újrahasznosított anyag tartalom	7 683 (99,9%)	-	10 (0,1%)	7 693 (100%)	7 683 (92,2%)	-	646 (7,8%)	8 329 (100%)
XPS szigetelés	nyomófeszültség ≥ 500 kPa	18 295 (99,9%)	-	24 (0,1%)	18 319 (100%)	18 295 (92,2%)	-	1 537 (7,8%)	19 832 (100%)
	nyomófeszültség ≥ 300 kPa	9 686 (99,9%)	-	13 (0,1%)	9 699 (100%)	9 686 (92,2%)	-	814 (7,8%)	10 500 (100%)
glettelés	mész-gipsz alapú glett	24 515 (81,1%)	5 672 (18,8%)	33 (0,1%)	30 220 (100%)	24 515 (34,3%)	44 942 (62,8%)	2 060 (2,9%)	71 517 (100%)
	gipsz alapú glett	24 515 (81,1%)	5 672 (18,8%)	33 (0,1%)	30 220 (100%)	24 515 (34,3%)	44 942 (62,8%)	2 060 (2,9%)	71 517 (100%)
festés	epoxi festék	5 810 (40,7%)	8 433 (59,2%)	8 (0,1%)	14 251 (100%)	5 810 (9,4%)	55 454 (89,8%)	488 (0,8%)	61 752 (100%)
	poliészter festék	5 810 (40,7%)	8 433 (59,2%)	8 (0,1%)	14 251 (100%)	5 810 (9,4%)	55 454 (89,8%)	488 (0,8%)	61 752 (100%)
ablakcsere	műanyagkeretes	24 203 (87,5%)	3 438 (12,4%)	32 (0,1%)	27 673 (100%)	24 203 (30,1%)	54 303 (67,4%)	2 034 (2,5%)	80 540 (100%)

		Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
		A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM
	alumíniumkeretes	36 439 (87,5%)	5 176 (12,4%)	49 (0,1%)	41 661 (100%)	36 439 (30,1%)	81 757 (67,4%)	3 062 (2,5%)	121 258 (100%)
	fakeretes	45 197 (87,5%)	6 420 (12,4%)	60 (0,1%)	51 677 (100%)	45 197 (30,1%)	101 407 (67,4%)	3 797 (2,5%)	150 401 (100%)
vizesblokk felújítása (csövek)	fém cső	5 420 (91,9%)	473 (8,0%)	7 (0,1%)	5 900 (100%)	5 420 (26,1%)	14 883 (71,7%)	455 (2,2%)	20 758 (100%)
	műanyag cső	5 250 (91,9%)	458 (8%)	7 (0,1%)	5 715 (100%)	5 250 (26,1%)	14 461 (71,8%)	441 (2,1%)	20 152 (100%)
vizesblokk felújítása (szaniterek)	mosdókagyló	11 990 (65,8%)	6 222 (34,1%)	16 (0,1%)	18 228 (100%)	11 990 (20,7%)	44 861 (77,5%)	1 007 (1,8%)	57 858 (100%)
	WC csésze	14 600 (65,8%)	7 576 (34,1%)	20 (0,1%)	22 196 (100%)	14 600 (20,7%)	54 627 (77,5%)	1 227 (1,8%)	70 454 (100%)
tetőburkolat (cserép, pala, fémlemez fedés)	tetőcserép	3 850 (99,9%)	-	5 (0,1%)	3 855 (100%)	3 850 (92,3%)	-	323 (7,7%)	4 173 (100%)
	tetőpala	2 473 (99,9%)	-	3 (0,1%)	2 476 (100%)	2 473 (92,3%)	-	208 (7,7%)	2 681 (100%)
	fémlemez	926 (99,9%)	-	1 (0,1%)	927 (100%)	926 (92,2%)	-	78 (7,8%)	1 004 (100%)

3. melléklet: A vizsgált anyagokhoz kapcsolódó kibocsátások csökkentésének módjai – összefoglaló táblázat

Az általános jellemzők a 6.2.2. fejezet legelején található, az alábbi melléklet csak anyagspecifikus tevékenységek kibocsátás csökkentési potenciálját listázza.

Anyagcsoport	Csökkentési potenciál	Megjegyzés
Betonok	<ul style="list-style-type: none"> újrahasznosított kötőanyagtartalom növelése 	Minél magasabb a kötőanyagban belül az újrahasznosított, vagy valamilyen melléktermékként más folyamat során előálló, esetleg kisebb energiaigénnyel létrehozható kiegészítő-anyagok aránya (pl. pernye, kohósalak, trassz, mészkőliszt), annál kisebb kibocsátással jár a cement és így a beton gyártása.
Fémek	<ul style="list-style-type: none"> hulladékfémek, hulladékvasak felhasználása a gyártás során 	A már korábban legyártott és felhasznált anyagok visszacsatornázása a gyártásba rengeteg ÜHG kibocsátását takaríthatja meg, részint a kevesebb újelőállítású anyag, részint az amúgy is kisebb kibocsátású technológia miatt. Betonacél esetében a 15%-ban és 60%-ban hulladékvas felhasználásából készült opciók között a gyártás során 40% kibocsátáskülönbség figyelhető meg, a 60%-os arány pedig növelhető.
Burkolatok	<ul style="list-style-type: none"> csempék: kisebb sűrűségű/fajlagos súlyú termékek használata PVC: természetes anyagból készült alternatívák preferálása 	<p>Mind a fal-, mind a padlócssempék esetében elmondható, hogy a kisebb fajlagos súlyú opciók választása kevesebb anyag felhasználásával jár, ami végül kevesebb kibocsátást jelent.</p> <p>A csúszásmentes padlóburkolatok esetében a vizsgált PVC helyett a linóleum használata kisebb kibocsátást jelent, hisz előbbi szintetikus, míg utóbbi természetes anyag.</p>
Homokos kavics, mechanikai stabilizáció	<ul style="list-style-type: none"> kevésbé környezetterhelő őrlőgépek használata kevésbé intenzív őrlés 	Az útstabilizációs alapok esetében a leginkább energiaigényes folyamat az anyagok aprószeműre őrlése. Ezen a területen a kibocsátás csökkentését 'zöldebb', kisebb fogyasztású, akár elektromos őrlésre szolgáló gépek használatával lehet elérni, vagy ott, ahol ez műszakilag lehetséges a homok-/stabilizációsszemek kevésbé finommá őrlésével, hisz ezáltal kevesebb energia kerül felhasználásra is.
Szigetelések, nyílászárók	<ul style="list-style-type: none"> beépült karbon: kisebb sűrűségű/fajlagos súlyú termékek használata működtetési karbon: alacsonyabb hőátbocsátási tényezőjű szigetelések használata nyílászárók: természetes anyagok használata 	A szigetelések esetében elmondható, hogy bár a kisebb sűrűségű tételek gyártása kevesebb kibocsátással jár, azonban egy épület életciklusa során a fűtés/hűtés többlet, ami szükséges ugyanannak a hőmérsékletnek a megtartásához vélhetően jelentős kibocsátási többletet is jelent. Emiatt a kiírásban ragaszkodjanak a minél jobbminőségű szigetelésekhez, amit a hőátbocsátási tényező értéke mutat meg. Fontos, hogy ez az érték minél alacsonyabb legyen, így biztosítva az energiahatékonyságot az épületek esetében. Szigetelésekre akár minimum érték is meghatározható, ennek nagyságát azonban mindig az adott helyzet

		<p>határozza meg (például, hogy a műemléki épületek esetében milyen típusú szigetelések és nyílászárók használhatóak). Ezért is fontos, hogy sose csak a beépült, vagy csak a működtetési karbonot figyeljük, hanem a beruházás egész életciklusára vetített környezetterhelést, hisz ezzel lehet legeredményesebben zöldíteni az adott beruházást.</p> <p>Nyílászárók esetében a fa ablakok és ajtók sok kibocsátást takaríthatnak meg, hisz természetes anyagok, azonban például egy ablak esetében a már említett hőátbocsátás miatt a műanyag ablakok használata is segít a hosszútávú működtetési kibocsátások megtakarításában. Ahol lehetséges (például nem kötik a döntést meghozók kezét olyan körülmények, mint a műemléki státus), mindenképp a hőátbocsátási tényező alapján döntsenek, és csak ezt kövesse a beépült karbon szintjének vizsgálata.</p>
Bitumenes lemez	<ul style="list-style-type: none"> újrahasznosított anyag tartalom növelése 	<p>Minél több az újrafelhasznált bitumen egy ilyen tételben, az annál kisebb kibocsátással jár, így ez a szempont kardinális kell, hogy legyen a döntés során.</p>
Tetőfedés	<ul style="list-style-type: none"> tetőcserép preferálása 	<p>A tetőcserép nem csak jó ellenállású tetőanyag, de gyártása során is kevesebb kibocsátást jelent, így ahol lehetséges (pl. műemlékvédelmi szabályokkal nem ütközik), ott írják elő ezt.</p>
Festékek, glettelés	<ul style="list-style-type: none"> megfelelő festék a megfelelő helyszínre kevesebb összetevőből álló glett 	<p>Bár az epoxi festékek strapabíróbbak (pl. vegyianyagokkal szemben), azonban a poliészter festékek előállításai miatt jóval kevesebb kibocsátással jár. Amennyiben tehát nem szempont a festék ellenállóképessége, úgy ragaszkodjanak a poliészter festékekhez.</p> <p>A glettelés esetében a kizárólag gipsz alapú glett gyártása a kevesebb összetevő (és ebből adódóan kevesebb szállítás, nagyobb volumenben történő gyártás lehetősége stb.) miatt kevesebb kibocsátást jelent, részesítsék tehát előnyben ezt a típust a többivel szemben.</p>
Vizesblokk	<ul style="list-style-type: none"> megfelelő cső a megfelelő helyszínre 	<p>Ahol a cső ki van téve a fizikai rongálódás veszélyeinek, ott az ellenállóbb fém cső, ahol ez nem reális kockázat, ott a kevesebb kibocsátás árán gyártott műanyag cső a preferálandó.</p>
Szállítás	<ul style="list-style-type: none"> szállítási távolságok csökkentése zöldebb szállítási módok preferálása 	<p>Az építőanyagok beszerzése során a szállítás okozta kibocsátások csökkentéséhez érdemes azokat a gyártókat preferálni, akik közelebb vannak a beruházás helyszínéhez, ezzel csökkentve a szállítás távolságát és az ehhez kapcsolódó ÜHG kibocsátásokat.</p> <p>A szállítási módok közül ajánljuk az elektrifikált megoldások (villanyozdony) kikötését, mert ezek jelentik a legkisebb kibocsátást. Ahol ez nem lehetséges, ott ajánljuk alacsony kibocsátású teherautókat (pl. EURO</p>

		6 szabvánnyal rendelkező járművek) használatának előírását.
--	--	---

Az Ön megbízható tanácsadója Közép- és Kelet-Európába

- 1993 óta sikeres
- 200 elkötelezett szakértő
- 9 Iroda **Európa szerte** Közép- és Kelet-Európában
- Nemzetközi **hálózat:** Inogen® Environmental Alliance
- **Stabil** ügyfélkör



Környezetvédelmi, munkavédelmi informatikai megoldások



Vállalatirányítási rendszerek, jogszabályi megfelelés



Fenntarthatósági stratégia és jelentések, karbonlábnyom



Környezetvédelmi tervezés, hatásvizsgálatok, IPPC, szennyezettség vizsgálata



Adás-vételhez kapcsolódó környezetvédelmi átvilágítások (due diligence)



Fenntartható épületek (BREEAM, LEED) és városfejlesztés

Kapcsolat

denkstatt Hungary Kft

H-1037, Budapest, Seregély u.6.

Tel.: +36 1 1239 1206

Email: denkstatt@denkstatt.hu

www.denkstatt.eu

