

# 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 változat

**Dátum** 2022.01.17.

#### **Kapcsolat**

**denkstatt Hungary Kft.**  
H-1037, Budapest, Seregély u.6.  
Tel.: +36 1 1239 1206  
Email: [denkstatt@denkstatt.hu](mailto:denkstatt@denkstatt.hu)  
[www.denkstatt.eu](http://www.denkstatt.eu)

## Tartalom

<b>1. Vezetői összefoglaló .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Bevezető .....</b>	<b>4</b>
<b>3. A tanulmányban használt fogalmak tisztázása .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Jogi háttér .....</b>	<b>7</b>
4.1. Életciklusköltség-számítás módszertana.....	9
4.2. Externális költségek (környezeti hatások) az életciklusköltség részeként.....	10
<b>5. Jógyakorlatok LCC és LCA használatra a közbeszerzésben.....</b>	<b>11</b>
5.1. Külföldi példák.....	11
5.2. Hazai példák .....	12
5.3. LCC és LCA eszközök.....	13
<b>6. Anyagok vizsgálata .....</b>	<b>15</b>
6.1. Módszertan .....	15
6.2. Életciklusköltség-számítás és életciklus-elemzés eredményei .....	18
6.2.1. Tudnivalók.....	18
6.2.2. Számítás .....	19
<b>7. Javaslattétel a dokumentumok elemzésének szempontjaira .....</b>	<b>34</b>
7.1. Közbeszerzési folyamat részei és releváns zöld kritériumok .....	34
7.2. A Közbeszerzési Hatóság állásfoglalása .....	37
7.3. Az elemzésekből levont következtetések .....	37
7.3.1. Összefoglalás.....	38
7.3.2. Közbeszerzési check-list .....	39
<b>8. Melléklet.....</b>	<b>52</b>

## 1. Vezetői összefoglaló

Jelen tanulmány célja, hogy Budapest Főváros Önkormányzatának és a hozzá tartozó útépitésben szerepet játszó szervezeteknek (Budapesti Közlekedési Központ és Budapest Közút) 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 tágran értelmezhetők. A közbeszerzésekről szóló 2015. évi CXLI. törvénynek (Kbt.) köszönhetően Magyarországon is véget ért a legalacsonyabb ár uralma közbeszerzéseknél; 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” tárgyban, 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 városi környezetben használt útépitő-anyagok, útépitési folyamatok és technológiák vizsgálatán keresztül életciklus-elemzéssel és életciklusköltség-számítással, valamint hazai és nemzetközi jógyakorlatok bemutatásán alapulva lehetőséget adni a Fővárosnak és a hozzá tartozó szervezeteknek klíma- és környezettudatos és zéró közeli kibocsátást eredményező döntések meghozatalára. A közszolgálati vállalatok célja, hogy ilyen döntéseket az útépitési beruházások, karbantartások és kapcsolódó közműépítési, közműkarbantartási feladatok kivitelezése és fenntartása kapcsán tudják meghozni.

Mivel az építőipar jelentős karbon kibocsátású szektor, ezért dekarbonizációja meghatározó a klímavédelmi és fenntarthatósági célok elérése szempontjából. A közszolgálati vállalatok beruházásainak leginkább jellemző

és számottevő feladatai közé sorolandó az útépítéssel és karbantartással kapcsolatos tevékenységek, így esetükben az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése itt valósítható 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 jogyakorlatok gyűjtése, valamint javaslattétel 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.

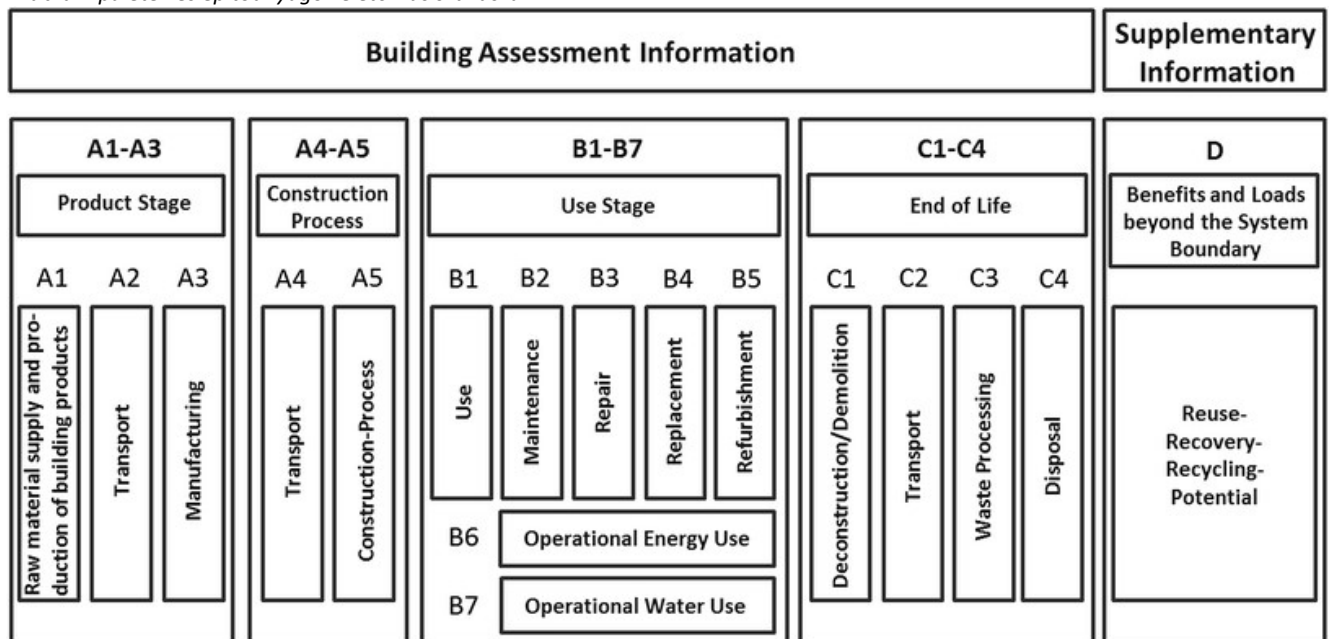
Jelen tanulmány elsőként az elmélet és jogi háttérre koncentrálna, bemutatja az életciklus-elemzés és életciklusköltség-számítás alapfogalmait, majd ismerteti a hatályos jogi kereteket európai szintű irányelv felől kölcsérszerű szűkítéssel egészen a Közbeszerzési Hatóság ajánlásaihoz. Ezután szemléltet külföldi és hazai jogyakorlatokat 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 számítással. 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 szakaszai<sup>1</sup>



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

<sup>1</sup> 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 ( $\text{CO}_2\text{e}$ ). 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 ( $1 \text{ m}^2$ ) felületen keresztül mennyi energia távozik egy zárt térből 1 másodperc alatt, ha a hőmérsékletkülönbség 1 Celsius-fok. Mértékegysége:  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ . 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  $1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  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 közbeszerzésről<sup>2</sup> 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

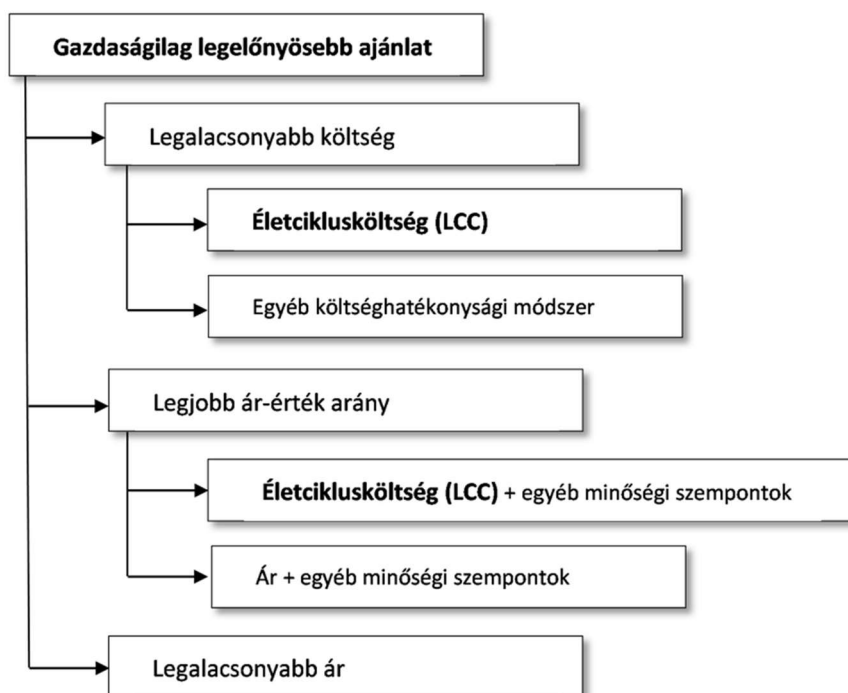
---

<sup>2</sup> 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”<sup>3</sup>. 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)<sup>4</sup>



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.

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

<sup>4</sup> 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 kiválasztásához<sup>5</sup>.

#### 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.

---

<sup>5</sup> 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 költségvonzata<sup>6</sup>

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

CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	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 (LCC és LCA eszközök) 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 alapján<sup>7</sup>:

- 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

<sup>6</sup> 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>

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

relatív súlyát a végső elszámolásban; mindegyik szempont pontozásra kerül, amihez a határértékeket az ajánlatkérő határozza meg. A határértékeket és pontszámítási módszertanokat a kiírásban közzé kell tenni. A folyamat szemléltetése:

*Az ajánlatkérő szeretné az útépités 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, a felhasználandó alapanyagok előállításával járó kibocsátások 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 és egyéb szempontok mellett.*

A fenntarthatósági szempontok belefoglalására a közbeszerzésbe az EU Útmutatója Zöld Közbeszerzésekhez biztosít támpontokat.

## 5. Jógyakorlatok LCC és LCA használatra a közbeszerzésben

### 5.1. Külföldi példák

- Hollandia<sup>8</sup>: A Rijkswaterstaat (Infrastruktúráért és Vízgazdálkodásért felelős minisztérium közmunkákért és vízgazdálkodásért felelős főigazgatósága) az A6-os autópálya egy 13 km-es szakaszának kiszélesítésére, valamint 20 éven át történő fenntartására tett közzé felhívást. A szervezet kiválasztási módszere, hogy a gazdaságilag legelőnyösebb pályázatot preferálják, ezért a közbeszerzés zöld mivoltához szükséges volt, hogy valahogy monetizálni tudják a fenntarthatósági szempontokat. Ehhez két módszert dolgoztak ki:
  - CO<sub>2</sub>e teljesítmény figyelembevétele: beleszámítja az ajánlati árba, hogy milyen intézkedésekkel csökkentik (vagy fogják csökkenteni) az ilyen jellegű kibocsátásokat vállalati, projekt vagy ellátási lánc szinten. A kidolgozott értékelőrendszerükben 5 lépcsőfokot határoztak meg és mindegyik után az ajánlati ár 1%-tól eltekintettek a költségek összehasonlítása során, maximum 5%-ig.
  - DuboCalc<sup>9</sup>: a főigazgatóság saját LCA szoftvere, melyben a közbeszerzésen elinduló vállalatok ellenőrizni tudták a saját tervük a fenntarthatóságát az abban szereplő anyagok alapján, adott esetben a szoftver visszajelzése szerint pedig finomíthattak rajta. A szoftver kiszámolta az egyes tervek környezeti költség indikátorát (environmental cost indicator / ECI) és ha az egy bizonyos szint alatt volt, akkor az ajánlati árból 10 millió €-től eltekintettek. A nyertes terv által a szoftverbe felvitt anyagok használata ezután a szerződésben elő is lett írva, majd a kivitelezés

---

<sup>8</sup> Procura+ (2017): Sustainable Reconstruction of the Motorway A6:  
[https://procuraplus.org/fileadmin/user\\_upload/Procura\\_\\_case\\_studies/Procuraplus\\_case\\_study\\_Rijkswaterstaat.pdf](https://procuraplus.org/fileadmin/user_upload/Procura__case_studies/Procuraplus_case_study_Rijkswaterstaat.pdf)

<sup>9</sup> Forrás: <https://www.dubocalc.nl/en/>

befejezte után a kiviteli mennyiségek alapján még egyszer ellenőrizték a programban a környezeti költségeket.

- Németország<sup>10</sup>: A Hamburg önkormányzata fel akarta újítani a település egyik főútját, a Mönckebergstraße-t. A pályázati kiírás része volt, hogy a korábbi útburkolatot 4 cm mélységig vissza kellett bontani, majd az így feltört aszfaltból kell az új aszfaltréteget előállítani (egy aszfaltüzemben az aggregált aszfalthoz bitument keverték). Emellett fontos volt, hogy az aszfaltmix a jellemző 180 °C-os hőmérséklet helyett csak 140-150 °C-os legyen, ez ugyanis alacsonyabb energiafelhasználással és káros kibocsátásokkal jár. Mivel a közbeszerzési kiírás tartalmazta a technikai részleteket, így a pályázatra meghívott vállalatok csak árban versenyezhettek egymással, a város pedig a munkát legolcsóbban elvállaló céget bízta meg a kivitelezéssel.
- Dánia<sup>11</sup>: A Koppenhága közepén fekvő, saját önkormányzattal rendelkező, Frederiksberg városrész egy 2011-es városi árvíz után fejleszteni kívánta az esővízelvezető rendszerét, hogy elkerülje a hirtelen esőzések okozta áradásokat, elöntéseket. A felelős esővízgazdálkodás jegyében a lehulló csapadékot is hatékonyabban bele akarták vezetni a kék infrastruktúrájukba, így a közbeszerzést egy ilyen jellegű csapadékelvezetési- és gazdálkodási rendszerre írták ki. Mindemellett fontos szempont volt, hogy a település (útmenti) fái a hálózat ellenére is zavartalanul tudják gyökereiket minél mélyebbre eresztetni, valamint, hogy a hálózatba bekerülő víz biztosítsa a fák hatékonyabb locsolását is. Miután az önkormányzat meghatározott bizonyos minimális műszaki specifikációkat (úgy, mint a rendszer térfogata 1 méter útra legalább 0,5 köbméter legyen, vagy fél óra alatt 15 mm eső befogadására legyen képes minimum) és a pályázók 1-4 referenciamunkát benyújtottak olyan esetekről, ahol valamilyen innovatív megoldást alkalmaztak, a pályázatok közül a győztes kiválasztása ár-érték arány alapon történt végül. A döntési kritériumok a következők voltak:
  - Mennyire felel meg a terv az előírásoknak (vagy milyen mértékben haladja meg őket)? (50%)
  - Használat egyszerűsége (20%): Mennyire könnyű a rendszert beüzemelni, az egyes elemeket meghibásodásuk esetében kicserélni
  - Pályázó tapasztalata, referenciái, munkavállalóinak kompetenciája (20%)
  - Ár (10%)

## 5.2. Hazai példák

Sajnálatos módon, kutatásunk során arra jutottunk, hogy a magyar útépítés terén a közbeszerzési szférában a zöldközbeszerzési gyakorlatok, életciklus-elemzés vagy életciklusköltség-számítás egyelőre még nincs jelen.

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

---

<sup>10</sup> European Commission (2011): Recycled asphalt used for road resurfacing:

[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue28\\_Case\\_Study60\\_Hamburg\\_recycled\\_asphalt.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue28_Case_Study60_Hamburg_recycled_asphalt.pdf)

<sup>11</sup> European Commission (2020): Reducing urban flood risk through innovation procurement:

[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue\\_97\\_Case\\_Study\\_183\\_Frederiksberg.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue_97_Case_Study_183_Frederiksberg.pdf)

- 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 felismervén, a Közbeszerzési Hatóság az OECD segítségével éppen most dolgozik egy LCC eszközön (2021 szeptember – 2023 február), amelyet később specifikus termékekre és szolgáltatásokra is lehet alkalmazni<sup>12</sup>.
- 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-CO<sub>2</sub> Tool<sup>13</sup>: 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 CO<sub>2</sub> 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 LCA<sup>14</sup>: 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

---

<sup>12</sup> <https://www.oecd.org/gov/public-procurement/country-projects/green-procurement-hungary/>

<sup>13</sup> Forrás: <https://www.smart-spp.eu/index.php?id=6988>

<sup>14</sup> Forrás: <https://www.oneclicklca.com/>

használható környezetvédelmi terméknnyilatkozatok (EPD)<sup>15</sup> készítéséhez és karbonlábnyom-számításokhoz is. A program nem ingyenes, hanem licencelni kell, ami egy éves díjat jelent, és 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 (Ecoinvent<sup>16</sup>, IEA<sup>17</sup> adattáblák), valamint termékspecifikus és iparági LCA adatok segítségével határozzák meg, ezeket pedig folyamatosan frissítik. Az eredmények megjeleníthetőek 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 a One Click LCA eszközt választottuk. Az eszköz kiválasztása során a több lehetőséget is megfontoltunk, végül azért döntöttünk a One Click LCA szoftver mellett, mert háttértáblájában megtalálhatóak olyan, az építőanyag gyártási folyamatát leíró és jellemző adatok, amiket a Főváros vagy az önkormányzati szervezetek adathiány miatt (mivel a kivitelezők ezeket velük sem osztják meg) nem tudtak szolgáltatni

---

<sup>15</sup> Egy EPD életciklus szemléleten és elemzésen alapulva mutatja meg egy építési termék környezetre gyakorolt hatását életciklusa során. A jelen tanulmányban található 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 könyvtárban fog megjelenni az EPD.

<sup>16</sup> Ecoinvent: Az ecoinvent Association egy nonprofit szervezet, amelynek célja a környezeti adatok világszintű hozzáférhetőségének előmozdítása és támogatása.

<sup>17</sup> 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.



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.

## 6. Anyagok vizsgálata

### 6.1. Módszertan

A Fővárosi Önkormányzat az elvégzendő feladatok részeként szabta meg 15-20 építőanyag és folyamat életciklus-elemzését és életciklusköltség-számítását. Ennek kapcsán elsőként azonosítanunk kellett a legrelevánsabb 15-20 építőanyagot és munkafolyamatot a Budapesti Közlekedési Központ (BKK) és a Budapest Közút jellemző beruházásainak esetében.

Az anyagok és folyamatok megismeréséhez és kiválasztásához egy vegyes, egyidejűleg kvalitatív és kvantitatív megközelítést alkalmaztunk. A kvantitatív metodológia részeként kértünk be adatokat arra vonatkozóan, hogy milyen építőanyagokat használnak fel, illetve mik a legjellemzőbb munkafolyamatok. Ehhez a Budapest Közúttól Excel-táblázatokat kaptunk (1. táblázat), amik egy-egy útfelújítási projekthez kapcsolódtak; ezek közül választottuk ki a bennük lévő folyamatok anyagokra és részfolyamatokra bonthatósága alapján 17darab építőanyagot (2. táblázat).

1. táblázat: a Budapest Közút által szolgáltatott táblázatok

Adatszolgáltató	Felhasznált adatok neve (dokumentum, interjú)
Budapest Közút	róna_mennyiségek
Budapest Közút	okt23_mennyiségek
Budapest Közút	TételesElszámolás_Végszámla_Bogánics
Budapest Közút	TételesElszámolás_VÉGszámla_Mártírok_véleményezésre_jav
Budapest Közút	TételesElszámolás_VÉGszámla_XXKossuth
Budapest Közút	Végszámla_TételesElszámolás_Esthajnal_elfogadott másolata
Budapest Közút	VÉGszámla_TételesElszámolás_XXII_Kossuth másolata
Budapest Közút	bimbo_mennyisegek_ds
Budapest Közút	költségvetés_bimbó_út_v2
Budapest Közút	költségvetés_bimbó_út
Budapest Közút	Projektlista_összköltséggel
Budapest Közút	KEHOP_lista
Budapest Közút	bimbo_mennyisegek_V2
Budapest Közút	bimbo_mennyisegek

Budapest Közút	alacsikai_terv
Budapest Közút	'utas' projektek lista
Budapest Közút	Interjú
Budapesti Közlekedési Központ	Interjú

A táblázatok jellemzően munkafolyamatokat tartalmaztak, illetve az egyes tételekhez kapcsolódó volumeneket (néhány esetben költségeket is). Ezeket a táblázatokat összegeztük, majd adattisztítást végeztünk. Elsőként az anyagokat és folyamatokat a megadott mértékegységek (pl. kg, m<sup>2</sup>, fm) alapján csoportosítottuk, az egyes csoportokat pedig minden esetben mennyiség szerinti csökkenőrendbe rendeztük. Ezt követően kiszűrtük azokat az anyagokat és folyamatokat, amik volumene olyan kicsi, hogy jelentéktelennek tekinthetjük őket környezeti hatásuktól függetlenül, valamint az olyan anyagokat és folyamatokat, amik nem értelmezhetőek életciklus-elemzési szempontból (pl. tervezési munkák). Az így leszűkített listán megmaradó tételeket ezután a folyamat vagy az annak során felhasznált anyag környezeti terhelése alapján súlyoztuk. Ezután a súlyok és a mennyiségek segítségével pedig kiválasztottuk a vizsgálatba potenciálisan bevonható anyagok és folyamatok egy részét.

A Budapesti Közlekedési Központ és a Budapest Közút esetében is végeztünk a kvalitatív metodológia keretein belül félig strukturált interjúkat az önkormányzati szervezetek munkatársaival. Az interjúk alapvetően azt a kérdéskört járták végig, hogy mik az esetükben 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.

A Budapesti Közlekedési Központtól a BKK infrastrukturális beruházásait leginkább jellemző munkálatokról és az azok során felhasználásra kerülő anyagokról tartottunk interjút a releváns szakemberrel. A beszélgetésből több adatot is be tudtunk tehát építeni a vizsgálatunkba, többek közt a bicikliutak építése során felhasznált anyagokat (úgy, mint felhasznált beton típusa és vastagsága, aszfalt aránya egy egység bicikliútban), illetve több esetben ezek származási helyét, ami segített a környezeti hatások súlyozásában. Ezen kívül még számos szakmai meglátását és tapasztalatát megismerhettük a beszélgetés során, amiket bár nem tudunk beépíteni az anyag- és folyamatvizsgálatba, de fontos szempontok voltak, amik segítettek orientációnkat az elemzések során.

A Budapest Közút részéről több interjú és megbeszélés során álltak rendelkezésre szakemberek. Velük elsősorban a Közút által elküldött Excel-táblázatokból a fent már ismertetettek szerint kiválasztott anyagok listáját néztük át és pontosítottuk. Több esetben jelezték, ha összevontunk olyan folyamatokat és anyagcsoportokat, amelyeket külön-külön érdemes elemezni, illetve az egyes munkálatokban megjelenő konkrét feladatokról is tudtak értékes információt szolgáltatni számunkra. Észrevételeik és útmutatásuk ezáltal végig kísérték és segítettek a munkánkat és a projektet.

Az interjúk és a táblázatok alapján ezután összeállt a 17 anyag és folyamat, amelyeket kiküldtünk a Fővárosi Önkormányzat által kijelölt kapcsolattartóknak. Ezek a következők:

2. táblázat: A kiválasztott anyagok és folyamatok listája

Anyag/folyamat	Anyag mennyisége (ha elérhető)	Adatforrás
C6/12 beton	-	BKK
C8/10 beton burkolatalap készítése	1605,1 m <sup>3</sup>	Budapest Közút
C12/15 beton burkolatalap készítése	2525,95 m <sup>3</sup>	Budapest Közút
bitumenréteg aszfalt alá	-	BKK
cement (talajerősítésre)	-	BKK
meszes talajerősítő (talajerősítésre)	-	BKK
bazalt/gránit szegély	-	BKK
víznyelő akna bekötésének kiépítése teljesen DN300 SN8 gyűrűmerevségű KG-PVC csőből	143,5 fm	Budapest Közút
DN800 KG-PVC cső	135 fm	Budapest Közút
víznyelőakna - felsőbeömlésű és oldalbeömlésű - építése, öntöttvas aknafedlappal	91 db	Budapest Közút
térkőburkolat építése 6 cm	1153 m <sup>2</sup>	Budapest Közút
MA 4 (N) aszfalt kopóréteg	196,34 m <sup>3</sup>	Budapest Közút
AC 22 aszfalt kötő (mF)	3347,84 m <sup>3</sup>	Budapest Közút
folytonos szemeloszlású zúzottkő alap (FZKA)	926,6 m <sup>3</sup>	Budapest Közút
mechanikai stabilizáció beépítése (M56)	3329 m <sup>3</sup>	Budapest Közút
földkitermelés	1490,07 m <sup>3</sup>	Budapest Közút
aszfalt bontása	20102,08 m <sup>3</sup>	Budapest Közút

Az egyes tételek jóváhagyása után kezdtük meg az életciklusköltség-számítást és az életciklus-elemzést. Az elemzést egyrészt a projekt rövid kifizetési 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 gyűjtése 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. m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>, 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 adatokat a licencek természete 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.. 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 életciklusköltség-számítását a már korábban bemutatott One Click LCA szoftverben végeztük. Az életciklusköltség-számítás elengedhetetlen része a beépítési költségek meghatározása, azonban nem állt rendelkezésre adat az egyes tételek esetében, így ezeket a költségeket elsősorban a One Click LCA szoftver adatbázisából nyertük ki. Amely esetekben pedig ez sem volt elérhető, akkor a 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 az adatbázis 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, azonban nem állt rendelkezésre adat az egyes tételek esetében, így ezeket az értékeket 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 CO<sub>2</sub>e 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 CO<sub>2</sub>-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. A szállítás 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:

- **C6/12 beton**

- vizsgált mennyiség: 1 m<sup>3</sup>
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - C6/12 beton 0% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
  - C6/12 beton 8% 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	15 378 (99,9%)	-	21 (0,1%)	<b>15 399</b> <b>(100%)</b>	15 378 (92,2%)	-	1 292 (7,8%)	<b>16 670</b> <b>(100%)</b>
8% újrahasznosított kötőanyag tartalom	15 378 (99,9%)	-	21 (0,1%)	<b>15 399</b> <b>(100%)</b>	15 378 (92,2%)	-	1 292 (7,8%)	<b>16 670</b> <b>(100%)</b>

## LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	219,98 (96,6%)	-	7,85 (3,4%)	<b>227,83</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
8% újrahasznosított kötőanyag tartalom	161,28 (95,4%)	-	7,85 (4,6%)	<b>169,13</b> <b>(100%)</b>	<b>74,2%</b>

### • C8/10 beton

- vizsgált mennyiség: 1 m<sup>3</sup>
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - C8/10 beton 0% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
  - C8/10 beton 8% 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	16 469 (99,9%)	-	22 (0,1%)	<b>16 491</b> <b>(100%)</b>	16 469 (92,2%)	-	1 384 (7,8%)	<b>17 853</b> <b>(100%)</b>
8% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 737 (99,9%)	-	20 (0,1%)	<b>14 757</b> <b>(100%)</b>	14 737 (92,2%)	-	1 238 (7,8%)	<b>15 975</b> <b>(100%)</b>

## LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	185,03 (96,0%)	-	7,62 (4,0%)	<b>192,65</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
8% újrahasznosított kötőanyag tartalom	158,00 (95,6%)	-	7,34 (4,4%)	<b>165,34</b> <b>(100%)</b>	<b>85,8%</b>

### • C12/15 beton

- vizsgált mennyiség: 1 m<sup>3</sup>
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:

- C12/15 beton 0% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
- C12/15 beton 10% újrahasznosított kötőanyagtartalommal
- C12/15 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	14 096 (99,9%)	-	19 (0,1%)	<b>14 115</b> <b>(100%)</b>	14 096 (92,3%)	-	1 184 (7,7%)	<b>15 280</b> <b>(100%)</b>
10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 096 (99,9%)	-	19 (0,1%)	<b>14 115</b> <b>(100%)</b>	14 096 (92,3%)	-	1 184 (7,7%)	<b>15 280</b> <b>(100%)</b>
30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 096 (99,9%)	-	19 (0,1%)	<b>14 115</b> <b>(100%)</b>	14 096 (92,3%)	-	1 184 (7,7%)	<b>15 280</b> <b>(100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az alábbi táblázat alapján azt javasoljuk, hogy az összes betontípuskiválasztásakor az legyen elsődlegesen figyelembe véve, hogy az építőanyagoknak minél magasabb legyen az újrahasznosított kötőanyag tartalma. Ezért ajánljuk, hogy a beszerzési eljárás során kössék ki, hogy a beton újrahasznosított kötőanyag tartalma súlyozottan lesz figyelembe véve a döntéshozatalkor.

## LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
0% újrahasznosított kötőanyagtartalom	214 (96,7%)	-	7,20 (3,3%)	<b>221,2</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
10% újrahasznosított kötőanyagtartalom	196,88 (89,0%)	-	7,20 (11,0%)	<b>204,08</b> <b>(100%)</b>	<b>92,3%</b>
30% újrahasznosított kötőanyagtartalom	162,63 (73,5%)	-	7,20 (26,5%)	<b>169,83</b> <b>(100%)</b>	<b>76,8%</b>

- **beton térkőburkolat**
  - vizsgált mennyiség: 1 m<sup>2</sup> (6 cm magas térkő esetében)
  - vizsgált élettartam: -
  - vizsgált alternatívák:
    - 135,6 kg/m<sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő
    - 110,4 kg/m<sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő



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
135,6 kg/m <sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő	67 936 (99,9%)	-	91 (0,1%)	<b>68 027</b> <b>(100%)</b>	67 936 (92,2%)	-	5 708 (7,8%)	<b>73 644</b> <b>(100%)</b>
110,4 kg/m <sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő	55 311 (99,9%)	-	74 (0,1%)	<b>55 385</b> <b>(100%)</b>	55 311 (92,2%)	-	4 647 (7,8%)	<b>59 958</b> <b>(100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a kisebb fajlagos súllyal rendelkező előregyártott elemekből összeálló térkő használata jelentősen kisebb beépült kibocsátást jelent, hisz ennek a tételnek a gyártása értelemszerűen kevesebb alapanyag felhasználásával jár, ezért ajánljuk, hogy a beszerzési eljárás során kössék ki a kivitelező számára ezeknek a használatát.

LCA	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)						SUM	Arányok
	A1 (kitermelés)	A2 (szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)			
135,6 kg/m <sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő	136,62 (55,0%)	12,39 (5,0%)	94,99 (38,2%)	-	4,44 (1,8%)	<b>248,44</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>	
110,4 kg/m <sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő	105,4 (56,7%)	8,97 (4,8%)	67,96 (36,6%)	-	3,61 (1,9%)	<b>185,96</b> <b>(100%)</b>	<b>74,9%</b>	

- **MA 4 (N) aszfalt kopóréteg**
  - vizsgált mennyiség: 1 m<sup>3</sup>
  - vizsgált élettartam: 15 év
  - vizsgált alternatívák:
    - meleg aszfaltkeverék (100-140 °C-on kevert)
    - langyos aszfaltkeverék (70-100 °C-on kevert)<sup>18</sup>

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
meleg aszfaltkeverék (100-140 °C)	14 383 (68,3%)	6 656 (31,6%)	19 (0,1%)	<b>21 058</b> <b>(100%)</b>	14 383 (21,0%)	52 740 (77,2%)	1 209 (1,8%)	<b>68 332</b> <b>(100%)</b>
langyos aszfaltkeverék (70- 100 °C)	14 383 (68,3%)	6 656 (31,6%)	19 (0,1%)	<b>21 058</b> <b>(100%)</b>	14 383 (21,0%)	52 740 (77,2%)	1 209 (1,8%)	<b>68 332</b> <b>(100%)</b>

<sup>18</sup> Hőmérsékletek forrása: 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.

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az aszfaltgyártás ÜHG kibocsátásának esetében az egyik legnagyobb hozzájáruló az aszfalt önthető halmazállapotban tartása, ami miatt folyamatosan melegíteni kell a keveréket. Az azonban, hogy milyen hőfokon tartják a keveréket komoly eltéréseket jelenthet, az aszfaltba beépült karbon esetében, hisz minél kevésbé van melegen tartva az aszfalt, annál kevesebb energiát kell felhasználni. Ezért ajánljuk, hogy a kössenek ki egy maximális hőmérsékletet, amin az aszfaltkeveréket tartják a kivitelezés során.

**LCA**

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
meleg aszfaltkeverék (100-140 °C)	82,5 (42,3%)	107,21 (55,0%)	5,28 (2,7%)	<b>194,99</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
langyos aszfaltkeverék (70-100 °C)	76,05 (42,2%)	99,29 (55,1%)	4,89 (2,7%)	<b>180,23</b> <b>(100%)</b>	<b>92,4%</b>

- **AC 22 kötő (mF) aszfalt**

- vizsgált mennyiség: 1 m<sup>3</sup>
- vizsgált élettartam: 30 év
- vizsgált alternatívák:
  - meleg aszfaltkeverék (100-140 °C-on kevert)
  - langyos aszfaltkeverék (70-100 °C-on kevert)
  - hideg aszfaltkeverék (70 °C alatt kevert)<sup>19</sup>

**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
meleg aszfaltkeverék (100-140 °C)	14 383 (81,1%)	3 328 (18,8%)	19 (0,1%)	<b>17 731</b> <b>(100%)</b>	14 383 (34,3%)	26 370 (62,8%)	1 209 (2,9%)	<b>41 976</b> <b>(100%)</b>
langyos aszfaltkeverék (70-100 °C)	14 383 (81,1%)	3 328 (18,8%)	19 (0,1%)	<b>17 731</b> <b>(100%)</b>	14 383 (34,3%)	26 370 (62,8%)	1 209 (2,9%)	<b>41 976</b> <b>(100%)</b>
hideg aszfaltkeverék (70 °C alatt)	14 383 (81,1%)	3 328 (18,8%)	19 (0,1%)	<b>17 731</b> <b>(100%)</b>	14 383 (34,3%)	26 370 (62,8%)	1 209 (2,9%)	<b>41 976</b> <b>(100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az aszfaltgyártás ÜHG kibocsátásának esetében az egyik legnagyobb hozzájáruló az aszfalt önthető halmazállapotban tartása, ami miatt folyamatosan

<sup>19</sup> Hőmérsékletek forrása: 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.

melegíteni kell a keveréket. Az azonban, hogy milyen hőfokon tartják a keveréket komoly eltéréseket jelenthet, az aszfaltba beépülő karbon szintjében, hisz minél kevésbé van melegen tartva az aszfalt, annál kevesebb energiát kell felhasználni. Ez igaz a használati fázis során történő javításra és pótlásra is. Az életciklus végén a legmagasabb és legalacsonyabb kibocsátású opciók közötti 2 kg CO<sub>2</sub>e különbség ekkora mennyiségű anyagnál nem jelent jelentős különbséget. Ezért ajánljuk, hogy a kössenek ki egy maximális hőmérsékletet, amin az aszfaltkeveréket tartják a kivitelezés során.

## LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
meleg aszfaltkeverék (100-140 °C)	67,7 (47,9%)	68,28 (48,4%)	5,28 (3,7%)	<b>141,21</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
langyos aszfaltkeverék (70-100 °C)	62,85 (48,5%)	62,07 (47,8%)	4,8 (3,7%)	<b>129,72</b> <b>(100%)</b>	<b>91,9%</b>
hideg aszfaltkeverék (70 °C alatt)	40,5 (47,6%)	41,37 (48,6%)	3,2 (3,8%)	<b>85,07</b> <b>(100%)</b>	<b>60,2%</b>

- **bitumenréteg (aszfalt alá)**

- vizsgált mennyiség: 1 t
- vizsgált élettartam: 30 év
- vizsgált alternatívák:
  - globális átlag
  - európai átlag

## 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
globális átlag	29 915 (81,1%)	6 922 (18,8%)	40 (0,1%)	<b>36 877</b> <b>(100%)</b>	29 915 (34,3%)	54 841 (62,8%)	2 513 (2,9%)	<b>87 269</b> <b>(100%)</b>
európai átlag	32 093 (81,1%)	7 426 (18,8%)	43 (0,1%)	<b>39 562</b> <b>(100%)</b>	32 093 (34,3%)	58 834 (62,8%)	2 696 (2,9%)	<b>93 623</b> <b>(100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a bitumen gyártásában alapvetően az energiafelhasználás zöldítésével lehet javulást elérni (ez látszik is az európai és globális átlag közti különbségben). Amin ebben az esetben egy ajánlatkérő tud nyerni, az bitumen minél kisebb távolságról történő beszerzése. Ajánljuk tehát, hogy a beszerzés során értékeljék súlyozottan a zöldebb és megújuló energiaforrásból termelt villamos energia által előállított bitumeneket, ezután pedig a szállítás távolságán és módján optimalizáljanak.

## LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
globális átlag	1139,22 (89,7%)	-	130,71 (10,3%)	<b>1269,93</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
európai átlag	1076,43 (89,2%)	-	130,27 (10,8%)	<b>1206,7</b> <b>(100%)</b>	<b>95,0%</b>

- **DN300 KG-PVC cső víznyelő aknához**

- vizsgált mennyiség: 1 m
- vizsgált élettartam: 60
- vizsgált alternatívák:
  - KG-PVC cső
  - beton cső

## 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
DN300 KG-PVC cső	19 235 (91,9%)	1 677 (8,0%)	26 (0,1%)	<b>20 938</b> <b>(100%)</b>	19 235 (26,1%)	52 819 (71,7%)	1 616 (2,2%)	<b>73 670</b> <b>(100%)</b>
DN300 beton cső	23 498 (91,6%)	2 137 (8,3%)	31 (0,1%)	<b>25 666</b> <b>(100%)</b>	23 489 (26,0%)	64 781 (71,8%)	1 974 (2,2%)	<b>90 244</b> <b>(100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a KG-PVC műanyag cső előállítására kisebb beépült karbont jelent (a legnagyobb megtakarítás is az A1-A3 fázisban érhető el), mint a beton cső gyártására, így amennyiben valamilyen műszaki követelmény miatt (például egy bizonyos szintű terhelés felett) nem szükséges utóbbit választani, a műanyag cső előírását ajánljuk a környezeti hatás csökkentése érdekében.

## LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)					Arányok
	A1-A2 (kitermelés és szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
DN300 KG-PVC cső	0,93 (37,4%)	0,3 (12,0%)	1,25 (50,2%)	0,01 (0,4%)	<b>2,49</b> <b>(100%)</b>	<b>17%</b>
DN300 beton cső	9,93 (67,8%)		4,37 (29,8%)	0,35 (2,4%)	<b>14,65</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>

- **DN800 KG-PVC cső víznyelő aknához**

- vizsgált mennyiség: 1 m
- vizsgált élettartam: 60

- vizsgált alternatívák:
  - KG-PVC cső
  - beton cső

LCC	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életről végig fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életről végig fázis)	SUM
DN800 KG-PVC cső	90 805 (91,9%)	7 919 (8,0%)	122 (0,1%)	<b>98 846</b> <b>(100%)</b>	90 805 (26,1%)	249 348 (71,7%)	7 629 (2,2%)	<b>347 782</b> <b>(100%)</b>
DN800 beton cső	95 902 (91,9%)	8 367 (8,0%)	128 (0,1%)	<b>104 397</b> <b>(100%)</b>	95 902 (26,1%)	263 479 (71,7%)	8 058 (2,2%)	<b>367 439</b> <b>(100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a KG-PVC műanyag cső előállítása kisebb beépült karbont jelent (a legnagyobb mértékben az A1-A3 fázisokban lehet kibocsátást megtakarítani), mint a beton cső gyártása, így amennyiben valamilyen műszaki követelmény miatt nem szükséges (például bizonyos szintű terhelés felett) utóbbit választani, a műanyag cső előírását ajánljuk a környezeti hatás csökkentése érdekében.

LCA	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				SUM	Arányok
	A1 (kitermelés)	A2-A3 (szállítás és gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életről végig fázis)		
DN800 KG-PVC cső	57,12 (45,7%)	4,17 (3,3%)	62,55 (50,0%)	1,25 (1,0%)	<b>125,09</b> <b>(100%)</b>	<b>70,2%</b>
DN800 beton cső	87,06 (48,8%)		88,08 (49,4%)	3,08 (1,8%)	<b>178,22</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>

- **víznyelőakna, öntöttvas aknafedlappal:**

- vizsgált mennyiség: 1 egység
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - C30/37 betonból (10%-ban újrahasznosított kötőanyagtartalommal), 15%-ban hulladékvasat tartalmazó betonacélból és 30%-ban újrahasznosított anyagból készülő öntöttvas fedlappal
  - C40/50 betonból (10%-ban újrahasznosított kötőanyagtartalommal), 15%-ban hulladékvasat tartalmazó betonacélból és 15%-ban újrahasznosított anyagból készülő öntöttvas fedlappal

**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
C30/37 betonból	22 676 (99,9%)	-	30 (0,1%)	<b>22 706 (100%)</b>	22 676 (92,3%)	-	1 905 (7,7%)	<b>24 581 (100%)</b>
C40/50 betonból	23 153 (99,9%)	-	31 (0,1%)	<b>23 184 (100%)</b>	23 153 (92,3%)	-	1 945 (7,7%)	<b>25 098 (100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az aknák több elemből összeálló tételek, éppen ezért számos ponton lehet csökkenteni a beépült karbon mértékét. Ezek a következők: alacsonyabb szilárdsági mutatóval rendelkező betonok használata, magasabb újrahasznosított kötőanyagtartalommal rendelkező betonok használata, magasabb arányban hulladékvasat tartalmazó betonacél használata és magasabb arányban újrahasznosított anyagból készülő fedlap használata. Emiatt ajánljuk, hogy kössék ki ezeket a szempontokat a beszerzési eljárás során.

**LCA**

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élelciklus végi fázis)	SUM	
C30/37 betonból	403,68 (97,7%)	-	9,42 (2,3%)	<b>413,1 (100%)</b>	<b>83,0%</b>
C40/50 betonból	488,52 (98,1%)	-	9,42 (1,9%)	<b>497,94 (100%)</b>	<b>100% (bázis)</b>

- **szegély**

- vizsgált mennyiség: 1 m<sup>2</sup> (8 cm magas) – ez arányosítható a 6.2.1. fejezet utolsó paragrafusában leírtak szerint
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - gránit szegély
  - terméskő szegély

**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
gránit szegély	17 447 (99,9%)	-	23 (0,1%)	<b>17 470 (100%)</b>	17 447 (92,2%)	-	1 466 (7,8%)	<b>18 913 (100%)</b>
terméskő szegély	17 815 (99,9%)	-	24 (0,1%)	<b>17 839 (100%)</b>	17 815 (92,2%)	-	1 497 (7,8%)	<b>19 312 (100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a két opció közül a terméskőből készült szegély jelent kisebb környezeti terhelést, azonban csak emiatt nem elvetendő a gránit szegély, annak nagyobb teherbírása, és keménységéből adódóan nehezebb megrongálódása (például időjárási terhelés, gyakori használat miatti könnyebb rongálódás stb.) miatt, ami hosszabb élettartamot (ezáltal ritkább cserét, javítást stb.) jelent. Emiatt ajánljuk, hogy a két anyag közül a hosszabb élettartamú és magasabb ellenállású gránitot válasszák a beszerzések során.

## LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élettartam végi fázis)	SUM	
gránit szegély	36,68 (98,3%)	-	0,62 (1,7%)	<b>37,3</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
terméskő szegély	13,95 (95,7%)	-	0,63 (4,3%)	<b>14,58</b> <b>(100%)</b>	<b>39,1%</b>

- **folytonos szemeloszlású zúzottkő alap (FZKA)**

- vizsgált mennyiség: 1 m<sup>3</sup>
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - 16-32 mm szemmagyságú zúzottkövek
  - 2-15 mm szemmagyságú zúzottkövek

## LCC

	Infláció nélkül (Ft)				Inflációval (Ft)			
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élettartam végi fázis)	SUM	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élettartam végi fázis)	SUM
16-32 mm	3 610 (100%)	-	-	<b>3 610</b> <b>(100%)</b>	3 610 (100%)	-	-	<b>3 610</b> <b>(100%)</b>
2-15 mm	3 610 (100%)	-	-	<b>3 610</b> <b>(100%)</b>	3 610 (100%)	-	-	<b>3 610</b> <b>(100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a kőszemeket minél finomabbra zúzzák, az annál több energiafelhasználással, így pedig kibocsátással jár, ezért ajánljuk a minél nagyobb szemű zúzottkő használatát választani ott, ahol ez a műszaki szempontok figyelembevételével lehetséges és az Útügyi Műszaki Előírásoknak is megfelelő.

## LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
16-32 mm szemmagyságú zúzottkövek	23,56 (100%)	-	-	<b>23,56 (100%)</b>	<b>29,0%</b>
2-15 mm szemmagyságú zúzottkövek	81,29 (100%)	-	-	<b>81,29 (100%)</b>	<b>100% (bázis)</b>

- **M56 mechanikai stabilizáció**

- vizsgált mennyiség: 1 m<sup>3</sup>
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - 56 mm átmérőjű stabilizáció
  - 100 mm átmérőjű stabilizáció

## 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
56 mm átmérőjű	3 550 (100%)	-	-	<b>3 550 (100%)</b>	3 550 (100%)	-	-	<b>3 550 (100%)</b>
100 mm átmérőjű	3 550 (100%)	-	-	<b>3 550 (100%)</b>	3 550 (100%)	-	-	<b>3 550 (100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál**: az M56-os stabilizáció esetében jól látható, hogy itt kizárólag az A1-A3 szakaszban lehet karbonkibocsátást megtakarítani. Ennek módjai lehetnek vagy az kibocsátásmentes munkagépek használata vagy a mechanikai stabilizációt alkotó szemek nagyobb átmérőjűre őrlése (csak azokban az esetekben, ahol az Útügyi Műszaki Előírások ezt lehetővé teszik), ami értelemszerűen az ezt végző gép alacsonyabb szintű energiafelhasználását jelenti. Valamennyi kibocsátás megtakarítható ezen kívül azzal, ha a stabilizációba beletesznek korábbi munkálatokról megmaradt darált betont, hisz a már legyártott és újrahasznosított anyag felhasználása kevesebb kibocsátást jelent, tehát ezeknek a szempontoknak a figyelembevételét ajánljuk a beszerzés során. Akár a stabilizáció egésze is előállhat darált betonból, amennyiben az megfelel bizonyos műszaki paramétereknek (ezek a lábjegyzetben lévő hivatkozáson keresztül érhetők el)<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Forrás: <https://www.maut.hu>



**LCA**

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
56 mm vagy kisebb átmérőjű	6,38 (100%)	-	-	<b>6,38</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
100 mm vagy kisebb átmérőjű	2,99 (100%)	-	-	<b>2,99</b> <b>(100%)</b>	<b>46,9%</b>

- **cement (talajerősítésre)**

- vizsgált mennyiség: 1 t
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - cement 10% kohósalak tartalommal
  - cement 75% kohósalak 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
10% kohósalak tartalom	18 974 (99,9%)	-	25 (0,1%)	<b>18 999</b> <b>(100%)</b>	18 974 (92,3%)	-	1 594 (7,7%)	<b>20 568</b> <b>(100%)</b>
75% kohósalak tartalom	18 974 (99,9%)	-	25 (0,1%)	<b>18 999</b> <b>(100%)</b>	18 974 (92,3%)	-	1 594 (7,7%)	<b>20 568</b> <b>(100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a talajok cementkeverékekkel történő stabilizálása esetében számottevő, hogy az a cement mivel van elkeverve. Az acélkohászat esetében visszamaradó égetési salak cementbe keverve hasonlóan jó kötési tulajdonságokkal bír, mint a kevesebb alternatív kötőanyagot tartalmazó cement, így ajánlott azokat a keverékeket alkalmazni, amikben nagyobb arányban van jelen ez a melléktermék. Ezek az adatok alapján ajánljuk, hogy kössenek ki egy minimum alternatív adalékanyag tartalmat, az ezt túlteljesítő vállalásokat pedig súlyozottan vegyék figyelembe az értékelés során.

**LCA**

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)	SUM	
10% kohósalak tartalommal	674,2 (99,5%)	-	3,25 (0,5%)	<b>677,45</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
75% kohósalak tartalommal	179,02 (98,2%)	-	3,25 (1,8%)	<b>182,27</b> <b>(100%)</b>	<b>26,9%</b>

- **mészke őrlemény (talajerősítésre)**

- vizsgált mennyiség: 1 t
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - 77% mészke, 19% porofír, 4% homokkő
  - 99% mészke, 1% egyéb

### 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
77% mészke tartalom	24 700 (100%)	-	-	<b>24 700 (100%)</b>	24 700 (100%)	-	-	<b>24 700 (100%)</b>
99% mészke tartalom	24 700 (100%)	-	-	<b>24 700 (100%)</b>	24 700 (100%)	-	-	<b>24 700 (100%)</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** a talajerősítésre használt mészke őrlemény esetében az A2 szállítási fázison (nyersanyagszállítás a gyártás helyszínére) lehet a legjelentősebb kibocsátáscsökkentést elérni, hisz nem szükséges annyi különböző anyagot a telephelyek között utaztatni, így az egylényegű őrlemények választása lehet környezeti szempontból a jobb döntés, hisz minél kevesebb az összetevő, az annál kevesebb utaztatást jelent a kitermelési helyszínnek és a gyártás helye között (A2 fázis). Ez alapján tehát azt ajánljuk, hogy a beszerzés során a kevesebb összetevőből álló őrleményt preferálják.

### LCA

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)				Arányok
	A1-A3 (termék fázis)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (élelciklus végi fázis)	SUM	
77% mészke tartalom	4,19 (100%)	-	-	<b>4,19 (100%)</b>	<b>100% (bázis)</b>
99% mészke tartalom	2,2 (100%)	-	-	<b>2,2 (100%)</b>	<b>52,5%</b>

- **föld kitermelése és elszállítása**

- vizsgált mennyiség: 10 m<sup>3</sup>
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - benzinmotoros markolóval
  - elektromos markolóval

### LCC

	Infláció nélkül (Ft)
benzinmotoros markoló	<b>35 000-45 000</b>
elektromos markoló	<b>35 000-45 000</b>

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az elektromos munkagép kisebb kibocsátást jelent (ez ráadásul nem is az építkezés helyén, a városban történik), valamint a villamoshálózatba folyamatosan belépő kibocsátásmentes forrásokkal ez a különbség a jövőben valószínűsíthetően nőni fog. Ahol lehetséges ott ajánljuk, hogy kössék ki elektromos vagy 'zöldebb', kisebb fogyasztású munkagép használatát, és ezt vegyék a döntés során súlyozottan figyelembe.

LCA	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e) C1 - bontás
benzinmotoros markolóval	105,6
elektromos markolóval	95,63

- **aszfalt bontása**

- vizsgált mennyiség: 10 m<sup>2</sup>
- vizsgált élettartam: -
- vizsgált alternatívák:
  - bontás benzinmotoros géppel és hulladéklerakás
  - bontás elektromos géppel és hulladéklerakás
  - bontás benzinmotoros géppel és újrahasznosítás
  - bontás elektromos géppel és újrahasznosítás

LCC	Infláció nélkül (Ft)
elektromos gép + újrahasznosítás	70 000-80 000 <sup>4</sup>
benzines gép + újrahasznosítás	70 000-80 000 <sup>2</sup>
elektromos gép + lerakás	70 000-80 000 <sup>3</sup>
benzines gép + lerakás	70 000-80 000 <sup>1</sup>

Indexálva ár szerint (1 = várhatóan legolcsóbb; 4 = várhatóan legköltségesebb)

- **kibocsátás csökkentési potenciál:** az elektromos munkagép kisebb kibocsátást jelent (ez ráadásul nem is az építkezés helyén, a városban történik), valamint a villamoshálózatba folyamatosan belépő kibocsátásmentes forrásokkal ez a különbség a jövőben valószínűsíthetően nőni fog. Feltűnő, hogy a hulladékkezelésben újrahasznosítással számolt forgatókönyvek magasabb ÜHG-kibocsátást jelentenek, ez azonban amiatt van, mert a hulladéklerakás nem jelent semmilyen karbon-kibocsátást, míg az újrahasznosítás energiaigényes folyamat. Azonban egy későbbi projekt kapcsán az újrahasznosított anyag felhasználása sokszor abban a projektben jelent karboncsökkenést, ami bőven meghaladhatja azt a növekedést, amit az újrahasznosítási folyamat jelent. Ajánljuk, hogy kössék ki, hogy a keletkező hulladék bizonyos részét olyan lerakóba kell szállítani, ahol azt újra tudják hasznosítani, és az ennél nagyobb rész újrahasznosításra szállításának vállalását súlyozottan értékeljék.

LCA	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)
	C1 - bontás
elektromos gép + újrahasonosítás	<b>71,66</b>
benzines gép + újrahasonosítás	<b>74,78</b>
elektromos gép + lerakás	<b>71,36</b>
benzines gép + lerakás	<b>74,48</b>

- **Szállítás:**

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

	Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)
	A2 és A4 - szállítás
EURO3 szabványnak megfelelő teherautó	<b>91,43</b>
EURO6 szabványnak megfelelő teherautó	<b>86,78</b>
villanymozdony	<b>38,38</b>

Ezek a szállítási kibocsátások persze csak tájékoztató jellegűek, alapvetően extrapolálhatóak más távolságokra és súlyokra is. Egy 200 kilométeres távolságon a kibocsátások a táblázatban látható értékek dupláit, 50 kilométeres távon pedig az értékek feleződnek. A súly esetében ugyanez igaz a 2 tonnára (duplázódó kibocsátás) vagy az 500 kilogrammra (feleződő kibocsátás).

A szállítás kapcsán javasoljuk a minél tisztább kevésbé környezetterhelő (pl. EURO6 szabvánnyal rendelkező) teherautók használatát, de ahol lehet, ott a vizsgált 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 Zöld Közbeszerzési (GPP) kritériumok<sup>21</sup> vonatkoznak útépitésre, útfelújításra és útkarbantartásra. Az alábbi folyamatoknál lehet környezetvédelmi szempontokat belevonni a beszerzőkor:

- Előzetes felmérés és megvalósíthatóság

<sup>21</sup> GPP Training toolkit - 7.7. Road Design, Construction and Maintenance: [https://ec.europa.eu/environment/gpp/toolkit\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/gpp/toolkit_en.htm); [https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/GPP%20criteria%20Roads%20\(2016\)%20203.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/GPP%20criteria%20Roads%20(2016)%20203.pdf)

- Mivel egy építési projekt nagy energia és nyersanyag használattal jár, az ajánlatkérőnek érdemes megvizsgálni már a projekt szükségességét fenntarthatósági szempontból. A hatékonyság érdekében végig kell vizsgálni hogyan kapcsolódik majd az adott út a nagyobb úthálózathoz és milyen paraméterekre van szükség. Például az útszakasz szélessége nagyban befolyásolja a felhasznált anyagok mennyiségét és függ attól, hogy mekkora forgalom használja. Ettől függően lehet dönteni a tervezési fázisban, hogy lehet-e parkolni majd az út szélén, van-e hely biciklisávnak, vagy esetleg zöld-területnek.
- Részletes tervezés és teljesítménykövetelmények
  - Szükséges a tervezetek összehasonlítása gazdasági, szociális és környezeti szempontból, és hogy már a projektdefinícióban tisztázva legyenek a fenntarthatósági prioritások. Itt az ajánlatkérő kikötheti a tervező ajánlatadóknak, hogy az itt megjelenített szempontok figyelembe legyenek véve a projekt során. Az alábbi példák jelentek meg az EU előírásai között:
    - megfelelő anyag használatával csökkenthető a zajkibocsátás és a gördülési ellenállás az autókban, így csökkentve a kibocsátásokat az út élettartama során;
    - törekedni kell az útépitési folyamat során kitermelt talaj újrahasználatra (amennyiben lehetőség nyílik rá, azonnal);
    - érdemes tervet készíteni a munkálatok során keletkező zaj csökkentésére.
- Építés és jelentős bővítések
  - Egy út építése/felújítása során az alapanyagok előállításával járó hatások a legjelentősebbek, így itt van a legnagyobb potenciál fenntarthatósági szempontok érvényesítésére. Előnybe kerülnek az alacsony kibocsátású anyagok (low embodied carbon/impacts), amelynek három alapvető módját emeli ki az útmutató: újrahasznosított anyagtartalom, alacsony hőmérsékletű aszfalt és tartósabb anyagok az élettartam növelése érdekében. Az újrahasznosított anyagtartalom és az alacsony hőmérsékletű aszfaltállításait a fenti számolások is alátámasztják, és a dokumentum 7.3.3 fejezetében kifejtésre is kerülnek. Az élettartam növelése biztosítja, hogy a jövőben kevesebbszer kelljen ugyanazon az útszakaszon dolgozni, ezzel csökkentve a potenciális kibocsátásokat. Ennek módja a tartósabb (magas kötőanyagtartalmú) aszfalt használata és az út élettartama alatti módszeres karbantartás, a repedések gyors betömése. Ugyanakkor minden útszakasznak megvannak a sajátos tulajdonságai, melyek befolyásolhatják az élettartamát, mint például az alapréteg anyaga, a föld típusa, a forgalom sűrűsége és az utat használó járművek típusai. Ezek alapján az ajánlatkérő kikötheti az ajánlatadó kivitelezőknek már akár alapkövetelménynek, az alacsony kibocsátású anyagok használatát.
- Az út használata
  - Az út használatához kapcsolódó tevékenységek közé tartozik az út élettartama alatt várható építési és/vagy karbantartási munkálatokhoz tartalmazó ütemterv és az ilyen esetekben felmerülő torlódás elkerülése érdekében az alternatív megoldások alkalmazása, mint például városi környezetben közműalagutak építése. Ezáltal a közműfelújítások nem járnak az útburkolat felbontásával, így nem károsodik az út szerkezete és nem keletkeznek torlódások. Ezeket az út tervrajzai mellé kell bekérni a tervezőktől/kivitelezőktől, és amennyiben ez egy kritikus pont, egy LCC analízist is tartalmaznia kell az ajánlatadó részéről. Emellett, amennyiben a projekt magába foglal bármiféle növényültetést, a tervezőknek elő kell mellé állítani egy

*Environmental Integration and Restoration Plan* dokumentumot az útmutatót követve, annak érdekében, hogy a helyi környezet és biodiverzitás sértetlen maradjon. Ez a pont a biodiverzitás védelme érdekében van jelen nem a kibocsátások csökkentéséért, így részletesebb leírást az EU útmutató<sup>22</sup> B5 részénél lehet fellelni.

- Karbantartás és üzemeltetés
  - Az útkarbantartás környezeti hatásainak csökkentésére az előző paragrafusokban említett szempontok érvényesek. Az üzemeltetésénél azonban egyfelől a vele járó vízhálózat terhelésére kell figyelni; az útról lefolyó esővíz nem kapcsolódhat szennyvízcsatornához és az újrahasznosíthatóság érdekében ülepítő elemeket érdemes bevezetni víztisztítás céljából. Másfelől az út eljegesedését megelőző sószórás komoly károkat okozhat az út szerkezetében és a környező növényzetben, így a tradicionálisan használt nátrium-klorid (NaCl) helyett ajánlott kalcium-kloridot (CaCl<sub>2</sub>) vagy zúzalékot kiszórni. Erre az EU nem ad konkrét iránymutatást, de tudományos cikkek<sup>23</sup> alátámasztják a kezdeményezést. Amennyiben a jelen rendszer ezeket már alkalmazza, az EU-s útmutatások szerint nem kell mást hozzátenni.

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
- 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 pályázatkírási 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 pályázatkíráásokba a földmunkálatok mihamarabbi újrahasználata, az újrahasznosított anyagtartalom növelése és az épületüzemelés energiahasználatához 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

---

<sup>22</sup> Forrás: [https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/GPP%20criteria%20Roads%20\(2016\)%20203.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/GPP%20criteria%20Roads%20(2016)%20203.pdf)

<sup>23</sup> Andrius Ružinskas, Matas Bulevičius & Henrikas Sivilevičius (2016) Laboratory investigation and efficiency of deicing materials used in road maintenance, *Transport*, 31:2, 147-155, DOI: 10.3846/16484142.2016.1190787

EPD vagy LCA elvégzése akár használt alpanyagról 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 jelentése<sup>24</sup> 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. Az Hatóság által hivatkozott OECD jelentés az építőipari, infrastrukturális beruházások terén a jelen tanulmányban is fentebb már említett DuboCalc szoftvert emeli ki egy úgynevezett CO<sub>2</sub> Performance Ladder rendszerrel való együttes alkalmazásával. Ez egyfajta igazolási rendszer, mellyel a gazdasági szereplők bemutathatják milyen módszereket alkalmaznak a CO<sub>2</sub> 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 jogszabályok alkalmazása és az azokért való felelősség az ajánlatkérő joga és kötelezettsége, így a bizonyos esetekben vizsgált értékelési szempontokat ennek fényében ajánlott kijelölni.

## 7.3. Az elemzésekből levont következtetések

Ahogy a fenti számításokból is látszik több szempont kihatással lehet 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.

---

<sup>24</sup> 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>

Mivel az egyes tételek életciklus-elemzése során minden esetben adtunk konkrét javaslatokat a karbonkibocsátás csökkentésére, legyen az helyettesítőanyag vagy valamilyen kisebb energiaigényű előállítási folyamat alkalmazása (lásd: 6.2.2. Számítás), ezért ebben az alfejezetben már hangsúlyozottan csak ajánlások 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 átesettek, 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 langyos vagy akár a hideg aszfaltkeverék használatát a meleg helyett, hiszen utóbbi kettő között is 40%-os kibocsátás-különbség van. 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 7.1 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.**7.1 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, a Budapest Közművek által közzétett közbeszerzési kiírás útburkolatjavításra<sup>25</sup>, , 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

<sup>25</sup> [https://www.kozbeszerzes.hu/adatbazis/megtekint/hirdetmeny/portal\\_23230\\_2022/](https://www.kozbeszerzes.hu/adatbazis/megtekint/hirdetmeny/portal_23230_2022/)

úgy értékeli, hogy egy EPD elkészítése elsőre 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 vihetőek. 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 rendszer 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 CO<sub>2</sub>-eq. Értelemszerűen inentől kezdve azt ajánljuk, hogy azokat az építőanyagokat válasszák közbeszerzésekkor, amelyeknek a legkevesebb a kg CO<sub>2</sub>-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 gyártóktól. 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 el<sup>26</sup>, 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.

#### 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 'bölcsőtől-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

---

<sup>26</sup> 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.

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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-eq. megtakarítást jelent, hanem a költségek csökkentését is jelenti hosszútávon. Például 'A' terméknek az előállítása 10 kg CO<sub>2</sub>-eq. kibocsátással jár, 10 000 forintba kerül és 5 évig vállal garanciát a gyártó a termék élettartamára. Ezzel szemben van 'B' termék, melynek az előállítása 15 kg CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 előállítására (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 CO<sub>2</sub>-eq. kibocsátása az újrahasznosított, ún. szekunder anyagokénál. Jelen tanulmányban is jól látható, hogy azon beton fajtáknak az előállítására (A1 – A3 életciklus szakaszok), melyeknek nagyobb az újrahasznosított kötőtartalma, jelentősen kevesebb kg CO<sub>2</sub>-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 termékkarbonlábnyommal, 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 legegységesebb és legegységesebben 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 energiamix mennyire zöld – minél zöldebb egy gyártáshoz szükséges energiamix, annál kisebb a kibocsátása és részesedése az A1 – A3-as életciklus szakaszokon belül.

Ajánljuk, hogy a magyar energiamixet vegyék viszonyítási alapnak, melynek 2021-es összetétele az alábbi volt: 16,14% megújuló, 41,23% nukleáris, 42,62% fosszilis<sup>27</sup>. Ugyan manapság már a nukleáris energia is zöld energiának is minősül, a kg CO<sub>2</sub>-eq. kibocsátása jelentősen nagyobb bármely megújuló energiaforrásnál. A nukleáris energiának viszont kisebb a kg CO<sub>2</sub>-eq. kibocsátása fosszilis energiahordozókéétól. 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 energiahordozókat.

Mindazonáltal, az építőanyag gyártók energiamixe nincs olyan nagy hatással az építőanyagok teljes kg CO<sub>2</sub>-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 közbeszerzésekör 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 közbeszerzésekör, mert az építőanyagok szállítási távolsága is egy olyan tényező a kg CO<sub>2</sub>-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

---

<sup>27</sup> Forrás: [https://www.aib-net.org/sites/default/files/assets/facts/residual-mix/2021/AIB\\_2021\\_Residual\\_Mix\\_Results\\_1\\_1.pdf](https://www.aib-net.org/sites/default/files/assets/facts/residual-mix/2021/AIB_2021_Residual_Mix_Results_1_1.pdf)

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 közbeszerzésekor, mert az építőanyagok szállítási módja is egy olyan tényező a kg CO<sub>2</sub>-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 ítéljék 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 figyelembevéve 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 CO<sub>2</sub>-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 az építőanyag, amelyiknek a leghosszabb az élettartama, míg a másik kapjon 40 pontot; vagy három építőanyag elbírálásakor kapjon 60



				<p>pontot az az építőanyag, amelyiknek a leghosszabb az élettartama, 50 pontot amelyiknek a 2. leghosszabb, míg 40 pontot, amelyiknek 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 másinak 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	Hány összetevője van a terméknek? Ezek milyen arányban oszlanak el egy adott mennyiségben? A különböző összetevőknek milyen arányú az újrahasznosított tartalma?	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</p>

			<p>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 amelyiknek a 2. legmagasabb, míg 20 pontot, amelyiknek 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 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</p>
--	--	--	--

				tartalma a legmagasabb újrahasznosított anyag tartalmú építőanyaghoz képest.
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 amelyeknek a 2. legzöldebb, míg 10 pontot, amelyik a legkevésbé zöld energiamixszel került előállításra). Egy másikfajta elbírálási módszer lehet, hogy annyi ponttal kapjanak kevesebbet azok</p>

				<p>az építőanyagok, amelyek nem a legzöldebb energiamixszel kerültek előállításra, amennyivel kevésbé zöld energiamixszel. Például, egy építőanyag 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 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 (<math>20/0.85=17</math> 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	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 szállítás módját az építőanyagoknak a következők szerint: villanymozdony, EURO 6-os teherautó és EURO 4-es teherautó, a villanymozdonnyal 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.
<b>Összesen megszerezhető pontszám:</b>			<b>175 pont</b>	

\* 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 <sub>2</sub> e)					SUM	Arányok
		A1 (kitermelés)	A2 (szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)		
C6/12 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	219,98 (96,6%)			-	7,85 (3,4%)	<b>227,83</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	8% újrahasznosított kötőanyag tartalom	161,28 (95,4%)			-	7,85 (4,6%)	<b>169,13</b> <b>(100%)</b>	<b>74,2%</b>
C8/10 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	185,03 (96,0%)			-	7,62 (4,0%)	<b>192,65</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	8% újrahasznosított kötőanyag tartalom	158,00 (95,6%)			-	7,34 (4,4%)	<b>165,34</b> <b>(100%)</b>	<b>85,8%</b>
C12/15 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	214 (96,7%)			-	7,20 (3,3%)	<b>221,2</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	196,88 (89,0%)			-	7,20 (11,0%)	<b>204,08</b> <b>(100%)</b>	<b>92,3%</b>
	30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	162,63 (73,5%)			-	7,20 (26,5%)	<b>169,83</b> <b>(100%)</b>	<b>76,8%</b>
térkőburkolat	135,6 kg/m <sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő	136,62 (55,0%)	12,39 (5,0%)	94,99 (38,2%)	-	4,44 (1,8%)	<b>248,44</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	110,4 kg/m <sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő	105,4 (56,7%)	8,97 (4,8%)	67,96 (36,6%)	-	3,61 (1,9%)	<b>185,96</b> <b>(100%)</b>	<b>74,9%</b>
MA 4 (N) aszfalt kopóréteg	meleg aszfaltkeverék (100-140 °C)	82,5 (42,3%)			107,21 (55,0%)	5,28 (2,7%)	<b>194,99</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	langyos aszfaltkeverék (70-100 °C)	76,05 (42,2%)			99,29 (55,1%)	4,89 (2,7%)	<b>180,23</b> <b>(100%)</b>	<b>92,4%</b>
AC 22 aszfalt kötő (mF)	meleg aszfaltkeverék (100-140 °C)	45,1 (47,9%)			45,52 (48,4%)	3,52 (3,7%)	<b>94,14</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>

		Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)					SUM	Arányok
		A1 (kitermelés)	A2 (szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)		
	langyos aszfaltkeverék (70-100 °C)	41,9 (48,5%)			41,38 (47,8%)	3,2 (3,7%)	<b>86,48</b> <b>(100%)</b>	<b>91,9%</b>
	hideg aszfaltkeverék (70 °C alatt)	27 (47,6%)			27,58 (48,6%)	2,13 (3,8%)	<b>56,71</b> <b>(100%)</b>	<b>60,2%</b>
bitumenréteg (aszfalt alá)	globális átlag	1139,22 (89,7%)			-	130,71 (10,3%)	<b>1269,93</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	európai átlag	1076,43 (89,2%)			-	130,27 (10,8%)	<b>1206,7</b> <b>(100%)</b>	<b>95,0%</b>
DN300 KG-PVC cső	DN300 KG-PVC cső	0,93 (37,4%)		0,3 (12,0%)	1,25 (50,2%)	0,01 (0,4%)	<b>2,49</b> <b>(100%)</b>	<b>17,0%</b>
	DN300 beton cső	9,93 (67,8%)			4,37 (29,8%)	0,35 (2,4%)	<b>14,65</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
DN800 KG-PVC cső	DN800 KG-PVC cső	57,12 (45,7%)	4,17 (3,3%)		62,55 (50,0%)	1,25 (1,0%)	<b>125,09</b> <b>(100%)</b>	<b>70,2%</b>
	DN800 beton cső	87,06 (48,8%)			88,08 (49,4%)	3,08 (1,8%)	<b>178,22</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
víznyelőakna	C30/37 betonból	403,68 (97,7%)			-	9,42 (2,3%)	<b>413,1</b> <b>(100%)</b>	<b>83,0%</b>
	C40/50 betonból	488,52 (98,1%)			-	9,42 (1,9%)	<b>497,94</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
szegély	gránit szegély	36,68 (98,3%)			-	0,62 (1,7%)	<b>37,3</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	terméskő szegély	13,95 (95,7%)			-	0,63 (4,3%)	<b>14,58</b> <b>(100%)</b>	<b>39,1%</b>
folytonos szemeloszlású zúzottkő alap (FZKA)	16-32 mm szem nagyságú zúzottkővek	23,56 (100%)			-	-	<b>23,56</b> <b>(100%)</b>	<b>29,0%</b>
	2-15 mm szem nagyságú zúzottkővek	81,29 (100%)			-	-	<b>81,29</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>

		Kibocsátás (kg CO <sub>2</sub> e)					SUM	Arányok
		A1 (kitermelés)	A2 (szállítás)	A3 (gyártás)	B4-B5 (használati fázis)	C1-C4 (életciklus végi fázis)		
mechanikai stabilizáció (M56)	56 mm vagy kisebb átmérőjű		6,38 (100%)		-	-	<b>6,38</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	100 mm vagy kisebb átmérőjű		2,99 (100%)		-	-	<b>2,99</b> <b>(100%)</b>	<b>46,9%</b>
cement (talajerősítésre)	10% kohósalak tartalommal		674,2 (99,5%)		-	3,25 (0,5%)	<b>677,45</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	75% kohósalak tartalommal		179,02 (98,2%)		-	3,25 (1,8%)	<b>182,27</b> <b>(100%)</b>	<b>26,9%</b>
meszes talajerősítő	77% mészkő tartalom		4,19 (100%)		-	-	<b>4,19</b> <b>(100%)</b>	<b>100%</b> <b>(bázis)</b>
	99% mészkő tartalom		2,2 (100%)		-	-	<b>2,2</b> <b>(100%)</b>	<b>52,5%</b>



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
C6/12 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	15 378 (99,9%)	-	21 (0,1%)	<b>15 399 (100%)</b>	15 378 (92,2%)	-	1 292 (7,8%)	<b>16 670 (100%)</b>
	8% újrahasznosított kötőanyag tartalom	15 378 (99,9%)	-	21 (0,1%)	<b>15 399 (100%)</b>	15 378 (92,2%)	-	1 292 (7,8%)	<b>16 670 (100%)</b>
C8/10 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	16 469 (99,9%)	-	22 (0,1%)	<b>16 491 (100%)</b>	16 469 (92,2%)	-	1 384 (7,8%)	<b>17 853 (100%)</b>
	8% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 737 (99,9%)	-	20 (0,1%)	<b>14 757 (100%)</b>	14 737 (92,2%)	-	1 238 (7,8%)	<b>15 975 (100%)</b>
C12/15 beton	0% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 096 (99,9%)	-	19 (0,1%)	<b>14 115 (100%)</b>	14 096 (92,3%)	-	1 184 (7,7%)	<b>15 280 (100%)</b>
	10% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 096 (99,9%)	-	19 (0,1%)	<b>14 115 (100%)</b>	14 096 (92,3%)	-	1 184 (7,7%)	<b>15 280 (100%)</b>
	30% újrahasznosított kötőanyag tartalom	14 096 (99,9%)	-	19 (0,1%)	<b>14 115 (100%)</b>	14 096 (92,3%)	-	1 184 (7,7%)	<b>15 280 (100%)</b>
beton térkőburkolat	135,6 kg/m <sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő	67 936 (99,9%)	-	91 (0,1%)	<b>68 027 (100%)</b>	67 936 (92,2%)	-	5 708 (7,8%)	<b>73 644 (100%)</b>
	110,4 kg/m <sup>2</sup> fajlagos súlyú térkő	55 311 (99,9%)	-	74 (0,1%)	<b>55 385 (100%)</b>	55 311 (92,2%)	-	4 647 (7,8%)	<b>59 958 (100%)</b>
MA 4 (N) aszfalt kopóréteg	meleg aszfaltkeverék (100-140 °C)	14 383 (68,3%)	6 656 (31,6%)	19 (0,1%)	<b>21 058 (100%)</b>	14 383 (21,0%)	52 740 (77,2%)	1 209 (1,8%)	<b>68 332 (100%)</b>
	langyos aszfaltkeverék (70- 100 °C)	14 383 (68,3%)	6 656 (31,6%)	19 (0,1%)	<b>21 058 (100%)</b>	14 383 (21,0%)	52 740 (77,2%)	1 209 (1,8%)	<b>68 332 (100%)</b>
AC 22 kötő (mF) aszfalt	meleg aszfaltkeverék (100-140 °C)	9 589 (81,1%)	2 219 (18,8%)	13 (0,1%)	<b>11 821 (100%)</b>	9 589 (34,3%)	17 580 (62,8%)	806 (2,9%)	<b>27 984 (100%)</b>

		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
	langyos aszfaltkeverék (70-100 °C)	9 589 (81,1%)	2 219 (18,8%)	13 (0,1%)	<b>11 821 (100%)</b>	9 589 (34,3%)	17 580 (62,8%)	806 (2,9%)	<b>27 984 (100%)</b>
	hideg aszfaltkeverék (70 °C alatt)	9 589 (81,1%)	2 219 (18,8%)	13 (0,1%)	<b>11 821 (100%)</b>	9 589 (34,3%)	17 580 (62,8%)	806 (2,9%)	<b>27 984 (100%)</b>
bitumenréteg (aszfalt alá)	globális átlag	29 915 (81,1%)	6 922 (18,8%)	40 (0,1%)	<b>36 877 (100%)</b>	29 915 (34,3%)	54 841 (62,8%)	2 513 (2,9%)	<b>87 269 (100%)</b>
	európai átlag	32 093 (81,1%)	7 426 (18,8%)	43 (0,1%)	<b>39 562 (100%)</b>	32 093 (34,3%)	58 834 (62,8%)	2 696 (2,9%)	<b>93 623 (100%)</b>
DN300 KG-PVC cső víznyelő aknákhöz	DN300 KG-PVC cső	19 235 (91,9%)	1 677 (8,0%)	26 (0,1%)	<b>20 938 (100%)</b>	19 235 (26,1%)	52 819 (71,7%)	1 616 (2,2%)	<b>73 670 (100%)</b>
	DN300 beton cső	23 498 (91,6%)	2 137 (8,3%)	31 (0,1%)	<b>25 666 (100%)</b>	23 489 (26,0%)	64 781 (71,8%)	1 974 (2,2%)	<b>90 244 (100%)</b>
DN800 KG-PVC cső	DN800 KG-PVC cső	90 805 (91,9%)	7 919 (8,0%)	122 (0,1%)	<b>98 846 (100%)</b>	90 805 (26,1%)	249 348 (71,7%)	7 629 (2,2%)	<b>347 782 (100%)</b>
	DN800 beton cső	95 902 (91,9%)	8 367 (8,0%)	128 (0,1%)	<b>104 397 (100%)</b>	95 902 (26,1%)	263 479 (71,7%)	8 058 (2,2%)	<b>367 439 (100%)</b>
víznyelőakna	C30/37 betonból	22 676 (99,9%)	-	30 (0,1%)	<b>22 706 (100%)</b>	22 676 (92,3%)	-	1 905 (7,7%)	<b>24 581 (100%)</b>
	C40/50 betonból	23 153 (99,9%)	-	31 (0,1%)	<b>23 184 (100%)</b>	23 153 (92,3%)	-	1 945 (7,7%)	<b>25 098 (100%)</b>
szegély	gránit szegély	17 447 (99,9%)	-	23 (0,1%)	<b>17 470 (100%)</b>	17 447 (92,2%)	-	1 466 (7,8%)	<b>18 913 (100%)</b>
	terméskő szegély	17 815 (99,9%)	-	24 (0,1%)	<b>17 839 (100%)</b>	17 815 (92,2%)	-	1 497 (7,8%)	<b>19 312 (100%)</b>
folytonos szemeloszlású	16-32 mm	3 610 (100%)	-	-	<b>3 610 (100%)</b>	3 610 (100%)	-	-	<b>3 610 (100%)</b>

		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
zúzottkő alap (FZKA)	2-15 mm	3 610 (100%)	-	-	<b>3 610 (100%)</b>	3 610 (100%)	-	-	<b>3 610 (100%)</b>
mechanikai stabilizáció (M56)	56 mm átmérőjű	3 550 (100%)	-	-	<b>3 550 (100%)</b>	3 550 (100%)	-	-	<b>3 550 (100%)</b>
	100 mm átmérőjű	3 550 (100%)	-	-	<b>3 550 (100%)</b>	3 550 (100%)	-	-	<b>3 550 (100%)</b>
cement (talajerősítésre)	10% kohósalak tartalom	18 974 (99,9%)	-	25 (0,1%)	<b>18 999 (100%)</b>	18 974 (92,3%)	-	1 594 (7,7%)	<b>20 568 (100%)</b>
	75% kohósalak tartalom	18 974 (99,9%)	-	25 (0,1%)	<b>18 999 (100%)</b>	18 974 (92,3%)	-	1 594 (7,7%)	<b>20 568 (100%)</b>
meszes talajerősítő	77% mészkő tartalom	24 700 (100%)	-	-	<b>24 700 (100%)</b>	24 700 (100%)	-	-	<b>24 700 (100%)</b>
	99% mészkő tartalom	24 700 (100%)	-	-	<b>24 700 (100%)</b>	24 700 (100%)	-	-	<b>24 700 (100%)</b>

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

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

Anyagcsoport	Csökkentési potenciál	Megjegyzés
Betonok, cement	<ul style="list-style-type: none"> <li>újrhasználított kötőanyagtartalom növelése</li> </ul>	Minél magasabb a kötőanyagon belül az újrhasználított, 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"> <li>hulladékfémek, hulladékvasak felhasználása a gyártás során</li> </ul>	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.
Térfő és szegély	<ul style="list-style-type: none"> <li>kisebb sűrűségű/fajlagos súlyú termékek használata</li> <li>ellenállóbb anyag használata</li> </ul>	A kisebb fajlagos súlyú opciók választása kevesebb anyag felhasználásával jár, ami végül kevesebb kibocsátást jelent. Legyen azonban figyelembevéve az egyes opciók ellenállóképessége (pl. szegélyek esetében a kőfajta), hisz ez annyival megnövelheti az élettartamát az adott tételnek, hogy amellet a termék fázis során beépülő karbon elhanyagolható lesz.
Zúzott kő, mechanikai stabilizáció	<ul style="list-style-type: none"> <li>kevésbé környezetterhelő munkagépek használata</li> <li>kevésbé intenzív őrlés</li> </ul>	Az útstabilizációs alapok esetében a leginkább energiaigényes folyamat az anyagok aprószeműre őrlése. Ezen a területen a kibocsátás csökkentését 'zöldebb', kisebb fogyasztású, akár elektromos munkagépek használatával lehet elérni, vagy ott, ahol ez műszakilag lehetséges a homok-/stabilizációsszemek kevésbé finommá őrlésével, hisz ezáltal kevesebb energia kerül felhasználásra is. Gyártási kibocsátás megtakarítható még azzal, ha korábbi építkezésekből megmaradt darált betont is felhasználnak részben vagy egészben a mechanikai stabilizáció vagy a zúzottkő helyett.
Aszfalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>alacsonyabb keverési hőfok</li> <li>feltört aszfalt újrafelhasználása</li> </ul>	Az aszfaltkeverék önthető halmazállapotban tartása miatt a keveréket folyamatosan melegen kell tartani. Azonban rengeteg kibocsátás megspórolható azzal, ha az önthető halmazállapotban tartás eléréséhez szükséges minimális hőfokot nem jelentősen haladják meg a keverés során. Meg kell tehát határozni egy maximális hőmérsékletet, amin a keveréket tartják annak öntéséig. Ezen felül még a korábban feltört, bontott aszfalt újrafelhasználása járulhat hozzá a

		kibocsátások csökkenéséhez, hisz ebben rengeteg kibocsátást meg lehet spórolni az anyag gyártásának kihagyásával.
Bitumenréteg	<ul style="list-style-type: none"> <li>szállítási távolság csökkentése</li> <li>zöldebb energiamixú források keresése</li> </ul>	A bitumen esetében a termék fázis során arányaiban kevés kibocsátás keletkezik, így két lehetőség van annak csökkentésére. A beszerzés minél közelebbi helyről történjen, így az anyag szállítási távolságának megrövidülése sok kibocsátás megtakarítását teszi lehetővé. A beszerzés helyénél azonban nem csak a távolság, hanem a beszerzési ország energiamixe is számít, hisz ezzel tovább csökkenthető az előállítás karbonlábnyoma, így ez is legyen figyelembe véve.
Csatornacső	<ul style="list-style-type: none"> <li>műanyag csövek használata</li> </ul>	Ahol lehetséges műszakilag (tehát nem kerül akkora terhelés alá a cső, hogy kizárólag a beton opció legyen lehetséges), ott írják elő a kisebb kibocsátást jelentő műanyag csatornacső használatát.
Meszes talajerősítő	<ul style="list-style-type: none"> <li>minél kevesebb összetevőből álló talajerősítő használata</li> </ul>	A kizárólag mészkő alapú talajerősítő 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.
Munkagépek, hulladékkezelés	<ul style="list-style-type: none"> <li>kevésbé környezetterhelő őrlogépek használata</li> <li>hulladékok újrahasznosítása</li> </ul>	Alapvetően a bontási, földkitermelési és egyéb építkezési munkák során a kisebb fogyasztású, 'zöldebb', hibrid vagy adott esetben akár elektromos őrlésre szolgáló gépek használata jelentősen csökkenti az építési terület kibocsátását, írják tehát elő valamilyen szabványnak (pl. EURO6) megfelelő munkagépek használatát, mint minimumkövetelmény. A keletkező építési hulladékok minél nagyobb részét adják le azokat újrahasznosítani képes hulladéklerakóba.
Szállítás	<ul style="list-style-type: none"> <li>szállítási távolságok csökkentése</li> <li>zöldebb szállítási módok preferálása</li> </ul>	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. A szállítási módok közül ajánljuk az elektrifikált megoldások (villanymozdony) kikötését, mert ezek jelentik a legkisebb kibocsátást. Ahol ez nem lehetséges, ott ajánljuk alacsony kibocsátású teherautók (pl. EURO 6 szabvánnyal rendelkező járművek) használatának előírását.

## Az Ön megbízható tanácsadója Közép- és Kelet-Európába



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

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



### Kapcsolat

#### denkstatt Hungary Kft

H-1037, Budapest, Seregély u.6.

Tel.: +36 1 1239 1206

Email: [denkstatt@denkstatt.hu](mailto:denkstatt@denkstatt.hu)

[www.denkstatt.eu](http://www.denkstatt.eu)

