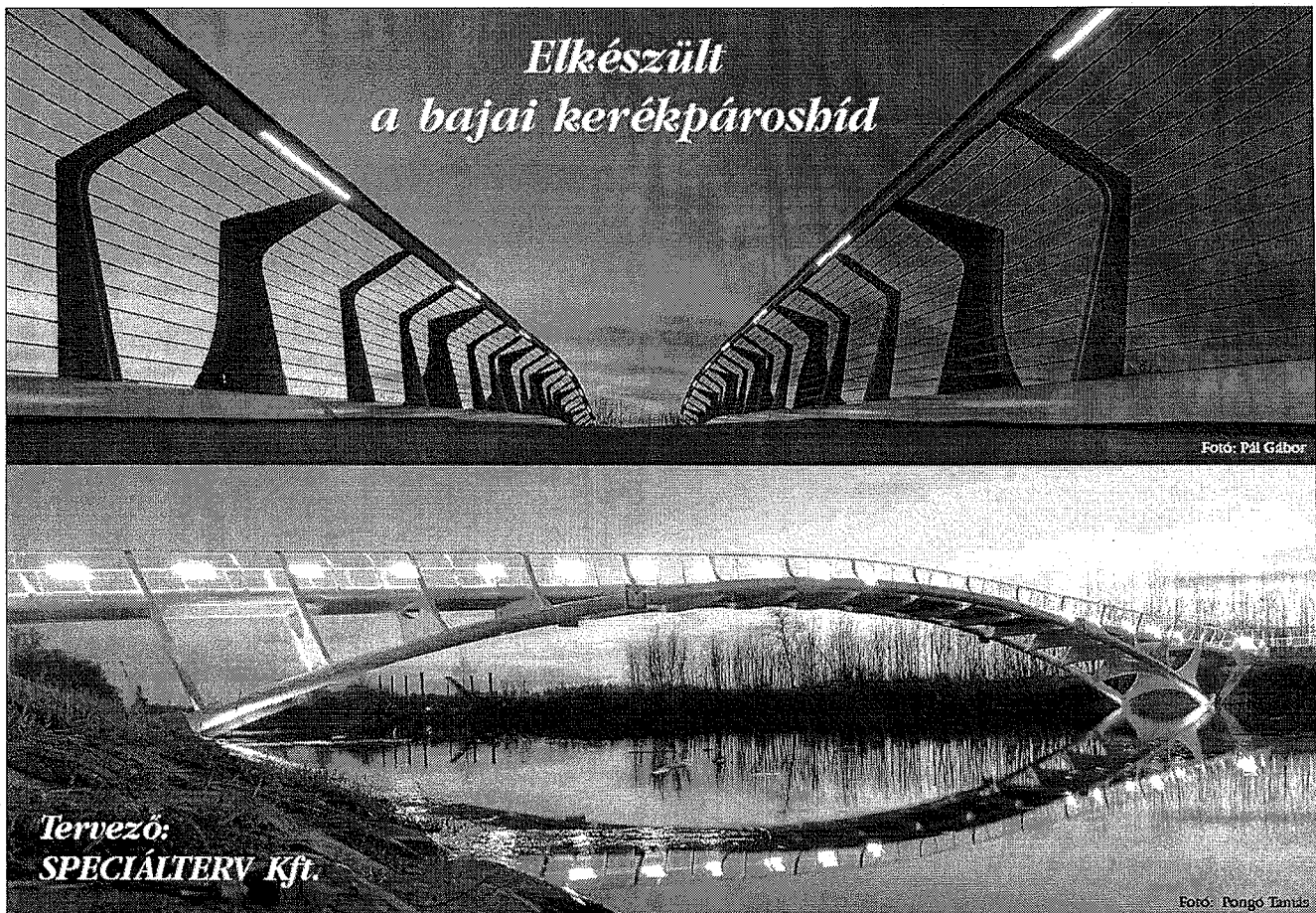


ACÉLSZERKEZETEK

Magyar Acélszerkezeti Szövetség lapja – Journal of the Hungarian Steel Structure Association



*Elkészült
a bajai kerékpárosshíd*

Fotó: Pál Gábor

*Tervező:
SPECIÁLTERV Kft.*

Fotó: Pongó Tamás

A TARTALOMBÓL:

- Évértékelés, MAGÉSZ 2014
- 25 éves tagvállalatunk, a CÉH zRt.
- Hidász Napok 2014
- Acélszerkezetek szerepe a fenntartható fejlődésben
- Erzsébet híd emléknapi
- Hidak járműütközések miatti károsodása
- A technológiafejlesztés, a minőségbiztosítás és a motiváció

TÁJÉKOZTATÓ AZ ELNÖKSÉGI ÜLÉSRŐL

A MAGÉSZ elnöksége 2014. december 3-án a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén megtartotta negyedik negyedévi rendes elnökségi ülését. Jelen voltak az elnökség tagjai: *Honti Ferenc, Aszman Ferenc, Dr. Dunai László, Duma György, Markó Péter, Papp Zoltán, Tarány Gábor, Dr. Csapó Ferenc.*

Az alábbi témákról tárgyaltak:

Naptrendi pontok tárgyalása a meghívó szerint:

1. A 2015. évi munkaterv előkészítése és a részletek megbeszélése.
2. Egyebek.

Az ülést Honti Ferenc elnök vezette. A levezető elnök üdvözölte a megjelenteket és megállapította, hogy az elnökség határozatképes. Javasolta, hogy az elnökség a meghívó szerinti napirendi pontokat tárgyalja. Egyéb felvetés nem lévén, az elnökség a javaslatot elfogadta.

A 2015. évi munkaterv előkészítése és a részletek megbeszélése

A MUNKATERV első tervezetét az elnökség áttekintette és úgy döntött, hogy a nyitva hagyott kérdésekben a döntést a következő elnökségi ülésen hozza meg.

Az előző elnökségi ülésen megvitatott és elfogadott szempontok alapján a 2015. évi MUNKATERV tervezete az alábbi programokra épül:

➔ Március 18.

Közgyűlést előkészítő ülés

- Nívódíj: Az elnökség elvetette azt a javaslatot, hogy pályázat benyújtására kérjünk fel cégeket.
- Diplomadíj: A korábbi elnökségi ülés döntése szerint a diplomadíj-felhívást megküldjük minden olyan felsőoktatási intézménynek, ahol acélszerkezeti képzés folyik.

Az elnökség felkérte Duma Györgyöt a pályázatok értékelésére, aki a felkérést elfogadta.

➔ Április 15. (szerda)

KÖZGYŰLÉS

Napirend előtt:

1. „Az Év Acélszerkezete Nívódíj” átadása.
2. „Diplomadíj” átadása.

Napirend szerint:

1. Az elnökség beszámolója.
2. A 2014. évi pénzügyi beszámoló és mérleg elfogadása.
3. 2015. évi munkaterv jóváhagyása.
4. 2015. évi tagdíj megállapítása.
5. 2015. évi költségvetés elfogadása.
6. Egyebek.

➔ Május 20–21.

XIII. Acélszerkezeti Konferencia, Dunaújváros

Május 20.:

délelőtt: szakmai nap keretében az ISD Dunaferri Zrt. látogatása, délután: Szakmai fogadás.

Május 21.:

Szeptemberi ülésünkön javaslat hangzott el az előadásokra. A mai ülésen az elnökség döntött az előadások témájáról és az előadók személyét is meghatározta.

Tervezett előadások:

- BME – RUTIN:
HighPerFrame kutatás-fejlesztés.
(Az előadás és a cikkírás koordinációját a BME vállalta.)
- KÖZGÉP:
Zámbó László – Mihály Tamás: Szolnoki vasúti Tisza-híd átépítése.

Szövetségi hírek	1
Association News	1
Hírek	3
News	3
Honti Ferenc elnök értékelése a MAGÉSZ 2014. évi tevékenységéről	4
Több, mint mérnök... ..	6
Kikötői daruszerkezetek gyártása a rotterdami kikötő komplex fejlesztésének (Rotterdam World Gateway Projekt) keretén belül	16
Manufacturing port crane structures – as part of the Rotterdam World Gateway Project	16
Tájékoztató az Acélszerkezetek szerepe a fenntartható fejlődésben workshopról ..	24
50 éves az Erzsébet kábelhíd	26
Integrált gerendás födémrendszer gerendatarójának tervezése	34
Design of the integrated beam of a slim-floor system	34
Audi Aréna Győr – Tetőszerkezet gyártása és helyszíni kivitelezés	42
Életciklus-analízis és indikátorok acélszerkezetek felhasználására a fenntartható fejlődésben	50
Application of life cycle assessment and indicators for the use of steel structures in the sustainable development	50
Véget ért a FOCUSban a művészet 2014 hegesztési verseny	60
Emlékkiállítás az 50 éves új Erzsébet hídról	64
Az új tiszai vasúti híd építésének befejezése	66
Közúti hidak tűzihorganyzott acélszerkezetekből. Több, mint tizezer híd újul meg Németországban a következő években	72
Beszámoló a 2014. évi Hídász Napokról ..	78
Hidak járműuttközés miatti károsodása ...	82
A Vasúti Hidak Alapítvány hírei: Beszámoló a Vasúti műtárgyépítések 2014-ben elnevezését szakmai napról	88
A MAHEG 2014-es évről rendezvénye az Óbudai Egyetemen	92
A technológiafejlesztés, a minőségbiztosítás és a motiváció, valamint azok pénzügyi szerepe a hegesztett szerkezetek gyártó vállalatok életében	96
A hegesztés optimalizálásával nőtt a termelékenység	100
Acélszerkezetek rögzítése csúcsteljesítménnyel	102
Afrikai csarnokóriás	104
Hegesztési paraméter dokumentáló rendszer a Somar-tól	108

ÉLETCIKLUS-ANALÍZIS ÉS INDIKÁTOROK ACÉLSZERKEZETEK FELHASZNÁLÁSÁRA A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSSEN

APPLICATION OF LIFE CYCLE ASSESSMENT AND INDICATORS FOR THE USE OF STEEL STRUCTURES IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

A dokumentum célja, hogy részletes tájékoztatást adjon az életciklus-elemzés (LCA) és a validálás módszertanáról az acélszerkezetek vonatkozásában. Az anyag az LVS³ disszeminációs projekt keretén belül jött létre, melynek címe: *Acélszerkezetek szerepe a fenntartható fejlődésben (RFS2-CT-2013-00016)*.

Két, egymást kiegészítő módszer kerül ismertetésre:

- (i) a makro-elem megközelítés, kitérve az életciklus-elemzésre épületeknél és/vagy épületelemeknél, kivéve a felhasznált energia mennyiségének kérdését az épület használata során;
- (ii) a megközelítés fókuszál az épület működési energia felhasználására.

Ezt a közelítést átültették a rendelkezésre álló szoftvereszközök segítségével a LVS³ projekt keretében. A korábbi LCA számítást a Coimbrai Egyetem (Portugália) fejlesztette ki együttműködve az ECCS-el az iPad és az iPhone alkalmazásokra. Az AMECO szoftvert az ArcelorMittal és CTICM fejlesztette ki.

The aim of this document is to provide in-depth information on the development and validation of life cycle methodologies focussing on the life cycle assessment of steel structures. This document was created in the framework of the dissemination project LVS³: Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures (RFS2-CT-2013-00016). This document focuses on two complementary methodologies:

- (i) the macro-components approach, addressing the life cycle assessment of buildings and/or building components but excluding the quantification of energy in the use stage of a building;
- (ii) an approach focussing on the use stage of a building and enabling the quantification of the operational energy of buildings.

The adopted approaches were implemented into available software tools in the scope of the current project LVS³. The former was implemented into LCA calculator, a tool developed by the University of Coimbra (Portugal) together with ECCS for iPad and iPhone applications; and AMECO, a tool developed by ArcelorMittal and CTICM.

1. ÉLETCIKLUS-GONDOLKODÁS

Az Életciklus-Analízis (LCA – Life Cycle Analysis) objektív folyamat, mely felbecsüli a termék-folyamattal/tevékenységgel kapcsolatos környezeti terheket, valamint felméri és él azon lehetőségekkel, amelyek hatással vannak a környezeti javulásokra.

Az analízis azonosítja, és mennyiségileg meghatározza az anyaghasználatot, az energiaszükségleteket, hulladékokat, valamint a légköri- és vízáramlásokat a termék életciklus során (vagyis a nyersanyagbeszerzéstől a termék életének végéig) (1. ábra).

Az Integrált Termékpolitika életciklus-szemléleteket javasol a termékek lehetséges hatásainak felmérésére.

Egy épület vagy más építmények életciklus-szakaszai során számos környezeti hatás megjelenhet. Az Életciklus-Gondolkodás fő előnye, hogy kerül a terhek elmozdulását az egyik életciklus-szakaszról a másikba, az egyik földrajzi területről a másikra és egyik környezeti közegből (pl. levegő) a másikba (pl. víz vagy föld) (UNEP, 2004).

Továbbá az életciklus-szemléletek hosszú távon jobb döntéseket tesznek lehetővé. Ez azt jelenti, hogy egy termék életciklusának egész láncolatában, a bölcsőtől a sírig, mindenkinek felelőssége és szerepe van, figyelembe véve az összes lényeges környezetre gyakorolt hatást (UNEP,

2004). Az életciklus minden szakaszában előforduló, a levegőbe, a vízbe és a földbe történő összes kibocsátás mennyiségének meghatározása által az életciklus-szemlélet lehetővé teszi a termék- vagy rendszer-élet legkritikusabb fejlődéseinek azonosítását, tehát megerősíti a környezeti javulás lehetőségét a termék egész láncában.

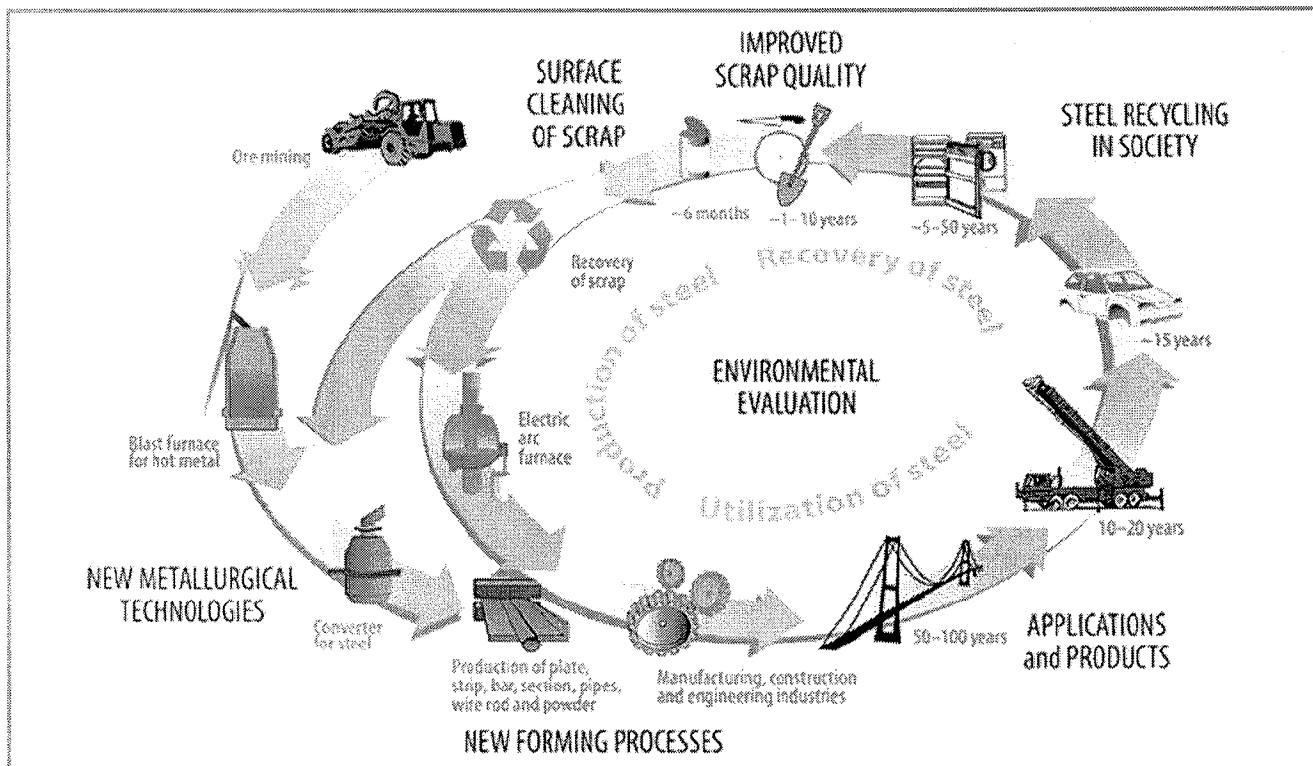
Habár ennek az analízisnek vannak hátrányai is:

- Az LCA (életciklus-elemzés) általában időigényes, drága, és gyakran igényel szaktudást;
- Nincs egy általánosságban elfogadható LCA módszertan;
- Néhány LCA-vel kapcsolatos feltételezés szubjektív lehet (pl. a határok meghatározása, adatforrás és a hatásértékelés választás);
- Az LCA eredményei többnyire országos és regionális szintűek, ezért nem feltétlenül megfelelő helyi alkalmazásra;
- Egy LCA tanulmány pontossága függ a lényeges adatok minőségétől és elérhetőségétől.

Ebben a projektben alkalmazott életciklus-szemléletek célja, mint ahogy azt a következő fejezet leírja, hogy a fent említett háttérrel közlő valamennyit elkerüljön.

A fejezet következő alpontja az épület-fenntarthatóság értékelésénél alkalmazott különböző módszerek és eszközök rövid összefoglalóját biztosítja.





1. ábra: Életciklus-módszertan (stalkretsloppet.se)

2. ÉPÜLET-FENNTARTHATÓSÁG ÉRTÉKELÉSÉNÉL ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ÉS ESZKÖZÖK

Az építkezés jelentős mennyiségű környezeti hatását felölös az ipari szektorban. Az utóbbi évek során egyre nőtt az érdeklődés az épített környezet környezeti értékelésével kapcsolatban.

Jelenleg két nagy csoportja van azon eszközöknek, amelyek az épített környezet értékelésére alkalmaznak (Reijnders és Roekel, 1999):

- (i) Pontozáson és kritériumon alapuló kvalitatív eszközök;
- (ii) Eszközök, melyek az életciklus-szemléleten alapuló be- és kimenetek kvantitatív analízisét használják.

Az eszközök első csoportjába tartoznak olyan rendszerek, mint az amerikai LEED, az angol BREEAM, a GBTool (Nemzetközi Kezdeményezés Egy Fenntartható Épített Környezetért (iisBE) stb. Ezek a módszerek, melyek értékelési rendszerekként is ismertek, általában épületek vizsgálatán és előre meghatározott paraméterek szerinti pontozáson alapszanak. Habár a paraméterek főként kvalitatívak, néhány közülük lehet kvantitatív is, valamint főleg anyagmennyiség-meghatározás esetén még Életciklus-Analízist (LCA-t) is használhatnak. Általában ezeket a rendszereket arra használják, hogy zöldház-tanúsítványokat és öko címkéket szerezzenek. Místerint az eszközöknek e típusa kívül esik ennek a dokumentumnak a hatáskörén, a továbbiakban a fókusz az eszközök, életciklus-szemléleten alapuló, második csoportjára kerül.

Az Életciklus-Analízist (LCA) közvetlenül lehet alkalmazni az építési szektorban. Igaz, jellemzői miatt felmerülhetnek problémák a szabványos életciklus alkalmazásakor épületek és más építmények esetében. Ennek fő okai a következők (IEA, 2001):

- (i) az épületek élettartama hosszú és ismeretlen, ezért számos bizonytalanságnak van kitéve,
- (ii) az épületek helyfüggőek és valamennyi hatás helyi,
- (iii) az építési termékek általában összetett anyagokból készülnek, ami több adat összegyűjtését és számos gyártási folyamatot von maga után,
- (iv) egy épület használati fázisa során történő energiafogyasztás nagyban függ a felhasználók és a szolgáltatások viselkedésétől,
- (v) egy épület multifunkcionális, ez megnehezíti egy megfelelő funkcionális egység kiválasztását,
- (vi) az épített környezetben az épületek szoros egységet alkotnak más elemekkel, elsősorban városi infrastruktúrával (utakkal, csövekkel, zöld terekkel és egészségügyi szolgáltatásokkal), ezért az Életciklus-Analízis levezetése egy különálló épületen félrevezető lehet.

Az épületek és elemeinek életciklus-értékelésével kapcsolatban LCA eszközök és LCA szemléletek különböztethetők meg: az életciklus-elemzés eszközei azzal a céllal lettek kifejlesztve, hogy értékeljék az építési anyagokat és elemeket (pl. BEES (Lippiatt, 2002); az életciklus-elemzés szemléleteinek célja pedig, hogy az épületet teljes egészében értékelje. (pl. Athena (Trusty, 1997), Envest (Howard és más szerzők, 1999), EcoQuantum (Kortman és más szerzők, 1998). Ez utóbbi általában sokkal összetettebb, mivel a teljes épületteljesítmény függ az egyéni elemek és alrendszerek, valamint a lakók és a természeti környezet közötti kölcsönhatásoktól. A megfelelő eszköz kiválasztása függ a projekt speciális környezetvédelmi célkitűzéseitől.

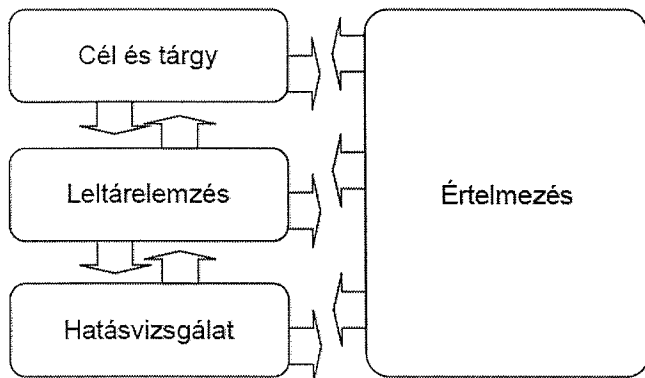
Az LCA eszközök pontosságát és fontosságát egy, az európai tematikus hálózat, a PRESCO (Practical Recommendations for Sustainable Construction) által kifejlesztett projekt keretén belül elemezték (Kellenberger, 2005). Ebben a projektben számos LCA eszköz került összehasonlításra

különböző esettanulmányok alapján, az LCA alapú elemzési eszközök összehangolásának globális céljából. Az épített környezet környezeti értékelésére alkalmas eszközöket tekintve egyéb összehasonlító elemzések találhatóak Jönsson (2000) és Forsberg & von Malmborg (2004) munkáiban.

Tehát ez a dokumentum az Életrciklus-Analízisre és annak, acélszerkezetek esetén történő alkalmazására összpontosít. A következőkben az Életrciklus-Analízis (LCA) normatív szerkezete, először az ISO 14040-es (2006) és az ISO 14044-es (2006) nemzetközi szabványok, melyek megalapozzák az LCA általános szerkezetét, majd az építési munkálatok fenntarthatóságára vonatkozó új európai szabványok kerülnek bemutatásra. Lényeges, hogy amíg az elsőt általánosan alkalmazzák, addig az európai szabványok az épületek és más építési munkálatok értékelésére fókuszál.

3. ÉLETRCIKLUS-ANALÍZIS (LCA) NORMATÍV SZERKEZETE

Az ISO 14040-es (2006) és 14044-es (2006) nemzetközi szabvány pontosan meghatározza az LCA általános szerkezetét, különböző szabályokat és az életciklus-elemzéssel kapcsolatos tanulmányok levezetésére, valamint azokról való beszámolóra vonatkozó követelményeket. Figyelembe véve ezeket a szabványokat, az életciklus-elemzésnek tartalmaznia kell a cél és tárgy (goal and scope) meghatározását, a leltárelemzést (inventory), a hatásvizsgálatot (impact assessment) és az eredmények értelmezését (interpretation). Ahogy azt a 2. ábra mutatja, a különböző fázisok kapcsolatban állnak, és időnként a folyamatok megismétlődése szükséges a tanulmány céljának teljesítése érdekében. A különböző lépések részletesen megtalálhatóak a következőkben.



2. ábra: LCA általános szerkezete (ISO 14044:2006)

3.1 Cél és tárgy meghatározása

Egy LCA tanulmány célja, hogy világosan kifejtse annak szándékolt alkalmazását és a tanulmány levezetésének okait, valamint az, hogy bemutassa a megcélzott közönséget, vagyis azokat, akikhez a tanulmány eredményeinek el kell jutniuk.

Egy életciklus-elemzés tárgyában a legérdekesebb és legjobban leírt kérdések a funkcionális egység és a rendszerhatárok.

3.1.1 Funkció és funkcionális egység

Egy LCA tanulmány tárgyának világosan ki kell fejtenie a rendszer azon funkcióit, amelyek a tanulmány középpontjában állnak. Egy funkcionális egység a termékrendszer funkcionális kimeneteinek teljesítményének mértéke.

Egy funkcionális egység elsődleges célja, hogy biztosítson egy olyan referenciát, amellyel a be- és kimenetek kapcsolatban állnak. Ez a referencia az életciklus-elemzés eredményeinek összehasonlíthatóságának biztosítása érdekében szükséges. Az eredmények összehasonlíthatósága különösen kritikus olyankor, amikor különböző rendszerek kiértékelésére van szükség annak biztosítása érdekében, hogy ilyen összehasonlítások egy közös pont alapján történjenek.

3.1.2 Rendszerhatárok

A rendszerhatárok meghatározzák, hogy mely folyamat-egységek alkotják az életciklus-elemzést. Egy generikus anyag esetén az életciklus-elemzés tartalmazza a nyersanyaggyártástól a hulladékká válásig lezajló folyamat összes lépését, ahogy azt a 3. ábra is mutatja.

Amikor az életciklus-elemzés az anyaggyártásnak csak a kezdeti lépéseit foglalja magába, akkor az elemzést „a bölcsőtől a kapuig” típusú felmérésnek nevezzük. Ha az egész folyamatot tartalmazza (nyersanyaggyártástól a hulladékká válásig), akkor az elemzést „bölcsőtől a sírig” elemzésnek hívjuk. Amikor a hulladékká válás után újrahasznosítási folyamatok esedékesek és a másodlagos anyagokból új anyagok gyártása elkerülendő, akkor az elemzést gyakran nevezik „bölcsőtől bölcsőig” analízisnek.

A rendszerhatárokat számos tényező meghatározza, többek között a tanulmány szándékolt alkalmazása, különböző feltételezések, kizárási kritériumok, adatok és anyagi megszorítások, valamint a megcélzott közönség.

A be- és kimenetek kiválasztásának, egy adatkategórián belül történő aggregáció szintjének valamint a termékrendszernek a modellezése úgy szükséges, hogy a be- és kimenetek a rendszereik keretein belül termékáramlást jelentenek.

3.1.3 Adatminőségi követelmények

Céljának és tárgyának teljesítése érdekében az elemzésnek az ISO 14044-es szabvány által meghatározott követelményeknek kell eleget tennie:

- időbeli kiterjedés: az adat kora és a legkisebb időbeli kiterjedés az összegyűjtendő adatok felett;
- földrajzi kiterjedés: földrajzi terület, ahonnan az adatgyűjtés az egységfolyamatok számára szükséges;
- technológiai összesség: specifikus technológia vagy technológiai mix;
- pontosság: adat változásainak mértéke, mely a kifejezett adatok értékeléséhez szükséges (pl. variancia);



3. ábra: Generikus anyag életciklus-elemzése során lezajló folyamatok



- teljesség: áramlás mért vagy becsült százaléka;
- reprezentativitás: kvalitatív értékelése annak a szintnek, mely megmutatja, hogy az adatok mennyire felelnek meg a valóságnak;
- konzisztencia: kvalitatív értékelése annak, hogy a tanulmány módszertana egységesen alkalmazható az elemzés különböző elemeivel kapcsolatban;
- reprodukálhatóság: kvalitatív értékelése annak, hogy a módszertanról szóló információk és az adatok lehetővé teszik-e egy független szakember számára a tanulmány eredményeinek megisméltését;
- információ bizonytalansága (pl. adatok, modellek és feltevések).

3.1.4 Életciklus-leltárelemzés

A leltárelemzés magába foglalja az adatgyűjtést és kalkulációs folyamatokat, melyekkel meghatározza egy termékrendszer releváns be- és kimeneteinek mennyiségét. Ezen be- és kimenetek alatt értjük a források, valamint a rendszerrel kapcsolatos, levegőbe, vízbe és talajba történő kibocsátások használatát.

A leltárba beleszámító kvalitatív és kvantitatív adatokat minden, a rendszerhatárokon belüli egységfolyamat számára össze kell gyűjteni.

Az anyaggyűjtés forrás-intenzív folyamat is lehet. Szükséges figyelembe venni praktikus megfontolásokat az adatgyűjtéssel kapcsolatban és azt dokumentálni a tanulmány jelentésében.

3.1.5 Életciklus-hatásvizsgálat

3.1.5.1 Általános kalkulációs módszer

Az életciklus-elemzés hatásvizsgálati fázisának célja, hogy értékelje a lehetséges környezeti hatások jelentőségét az életciklus-leltárelemzés eredményeinek segítségével. Ez a folyamat általában magába foglalja a leltári adatok konkrét környezeti hatásokkal való összekötését. A folyamat két részből áll:

- kötelező elemekből, mint például az osztályozás és a jellemzés;
- választható elemekből, mint a normalizálás, besorolás, csoportosítás és a súlyozás.

Az osztályozás maga után vonja a megfelelő hatáskategóriák között már korábban végrehajtott választást (a tanulmány céljának megfelelően), továbbá az életciklus-leltárelemzés eredményeinek a kiválasztott hatáskategóriákba történő besorolását. A hatást jellemző tényezők pedig arra szolgálnak, hogy megmutassák az életciklus-leltárelemzés eredményének hozzájárulását a hatáskategória-mutató eredményéhez. Ennek a módszernek megfelelően a hatáskategóriák lineáris funkciók, vagyis a hatást jellemző tényezők függetlenek a környezeti beavatkozás nagyságától (1. képlet):

$$impact_{cat} = \sum_i m_i \times charact_factor_{cat,i} \quad (1)$$

A hatáskategória meghatározásában az m_i az i leltár-folyamatot, a $charact_factor_{cat,i}$ pedig a leltárfolyamat jellemzési tényezőjét jelöli.

Ami az életciklus-elemzés választható lépéseit illeti, általában a normalizálás mutatja meg, mennyire jelentős egy hatáskategória hozzájárulása a teljes környezeti hatáshoz.

A súlyozási lépés során, jelentőségüknek megfelelően, minden hatáskategória normalizált eredménymutatója számbeli tényezőkkel van jelölve. A súlyozás inkább alapszik értékválasztáson, mint természettudományon, tehát az ISO 14044-es szabvány megkülönbözteti a belső és külső alkalmazásokat, így ha az eredményeket össze kell hasonlítani és be kell mutatni a közönségnek, akkor a súlyozás alkalmazása elkerülendő.

Az életciklus-elemzés másik választható lépése a csoportosítás, melynek során a hatáskategóriák beosztásra kerülnek egy vagy több csoportba. Ebben az esetben, az ISO 14044-es szabvány alapján kétféle művelet használata lehetséges: kategóriamutatók név szerinti kiválogatása valamint azok rangsorba állítása.

Ez a dokumentum az életciklus-elemzés kötelező lépéseire fókuszál; így, a szöveg a fent említett választható elemekkel a továbbiakban nem foglalkozik.

3.1.5.2 A lehetséges környezeti hatások kiszámítása

Az LCA megfigyelt célja, hogy elemezze az azonosított bemenetekkel és kibocsátásokkal kapcsolatban álló lehetséges környezeti hatásokat. A következő bekezdések röviden bemutatják az LCA legfontosabb környezeti kategóriáit, valamint a dokumentumban leírt egyszerűsített szemlélet során alkalmazott kalkulációs módszert.

3.1.5.3 Globális felmelegedési potenciál (GWP)

Az „üvegházhatás” (4. ábra) azoknak az infravörös (IR) aktív gázoknak a hatására alakul ki, melyek természetüknél fogva jelen vannak a Föld atmoszférájában (pl. H_2O , CO_2 és O_3), ami elnyeli a Földet elhagyó (infravörös) energiát (vagy sugárzást), majd ezt a hőt, hozzájárulva a felszín felmelegedéséhez és az alacsony atmoszférához, visszatükrözi a földre.

Ezeknek az üvegházgázoknak (GHG) is nevezett gázoknak a koncentrációja jelentősen megnőtt az ipari forradalom óta, és tovább növeli a Föld üvegházhatását, hőmérséklet-növekedést okozva a Föld felszínén és aggodalmat keltve az ebből eredő lehetséges éghajlati változásokkal kapcsolatban. Nem ugyanolyan az összes üvegházgáz. Amíg a CO_2 a leggyakrabban előforduló üvegházgáz, számos másik is hasonlóan járul hozzá az éghajlatváltozáshoz, mint a CO_2 . A különböző üvegházgázok hatása a globális felmelegedési potenciál (GWP) használatával állapítható meg.

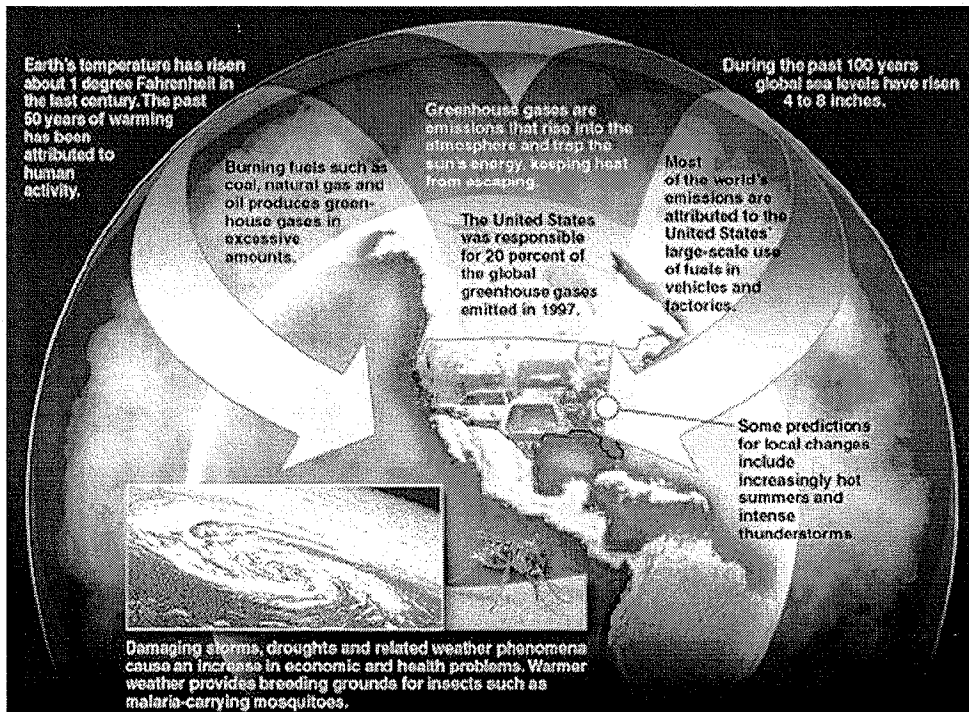
A globális felmelegedési potenciál (GWP) relatív mértéke annak a CO_2 mennyiségnek, melyet szükséges lenne kibocsátani annak érdekében, hogy ugyanazt az üvegházhatást érje el, mint amit egy bizonyos időtartamon belül történő 1 kg üvegházgáz kibocsátása eredményez. Tehát a GWP egy gáz globális felmelegedésre való hatásának mértékét adja meg.

Az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC, 2007) globális felmelegedési potenciálokat dolgozott ki három időhorizontra (20, 100 és 500 év), amelyeket a 1. táblázat a három legfontosabb gáz esetében jelöl.

1. táblázat: GWP adott időhorizontokra (kg CO_2 eq./kg-ban) (IPCC, 2007)

	20 év	100 év	500 év
Szén-dioxid (CO_2)	1	1	1
Metán (CH_4)	62	25	7
Dinitrogén-oxid (N_2O)	275	298	156





4. ábra:
Globális felmelegedés
(EPS, 2009)

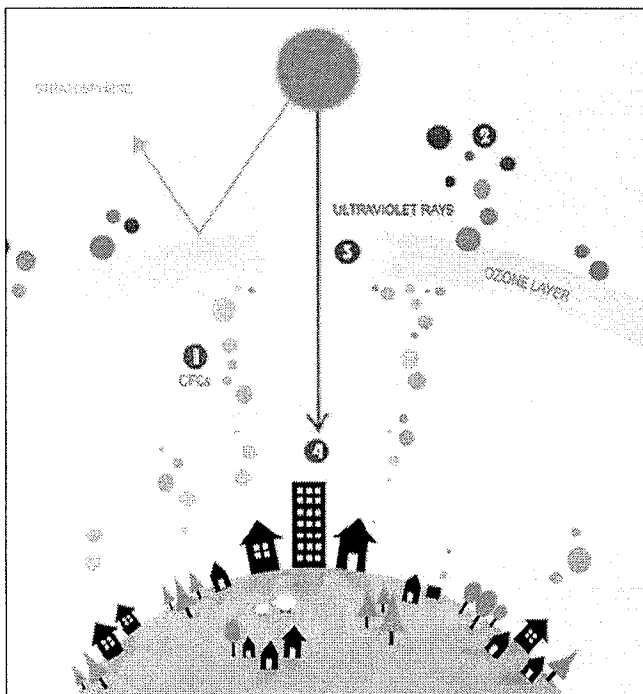
Így a 2. képlet, a „Globális felmelegedés” mutató meghatározása a következő:

$$GlobalWarming = \sum_i GWP_i \times m_i \quad (2)$$

ahol a m_i a kibocsátott i anyag tömege (kg-ban). Ez kg CO₂ egyenértékében kifejezett mutató. Az alkalmazott szemléletben csak a 100 éves időhorizont érdekelt.

3.1.5.4 Ózonlebontó potenciál (ODP)

Az ózonlebontó gázok károsítják a sztratoszférikus ózont vagy „ózonréteget” azzal, hogy szabad radikális molekulákat engednek szabadjára, melyek lebontják az ózont (O₃).



5. ábra: Ózonréteg pusztulása (BlendSpace, 2013)

Az 1980-as években az egyre növekvő érdeklődés az ózonréteg pusztulásáról illetően világszintű erőfeszítésekhez vezetett a pusztulás meggátolása érdekében. Az erőfeszítések tetőfoka a Montreali Protokoll volt, ami betiltotta a legkárosabb ózonlebontó gázok nagy részének használatát.

Az ózonlebontó potenciál annak a mértéke, hogy egy kémiai anyag mekkora károsodást okoz az ózonrétegben a fluor-triklórometán (CFC-11) referenciaanyag által okozott veszteséghez képest. Ez az ózonlebontó potenciál számára kg fluor-triklórometán (CFC-11) egyenértékű referenciaegységet biztosít. A jellemzési modell, melyet a Meteorológiai Világszervezet (WMO) fejlesztett ki, különböző gázok ózonlebontó potenciálját határozza meg. A 2. táblázat néhány kiválasztott anyag állandósult állapotban felmért ODP-jét mutatja be (Heijungs és más szerzők, 1999).

2. táblázat: Néhány anyag ODP-je (kg CFC-11 egyenértékben)
(Heijungs et al., 1999)

	Állandósult állapot (t ≈)
CFC-11	1
CFC-10	1.2
Halon 1211	6.0
Halon 1301	12.0

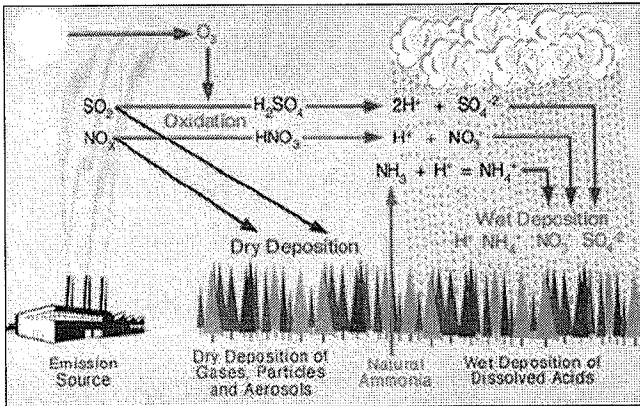
Tehát az ózonréteg-pusztulás (Ozone Depletion) mutatójának meghatározása a következő:

$$Ozone\ Depletion = \sum_i ODP_i \times m_i \quad (3)$$

ahol a m_i az i kibocsátott anyag tömege (kg-ban). Ez kg CFC-11 egyenértékben kifejezett mutató.

3.1.5.5 Savasodási potenciál (AP)

A savasodás az a folyamat, amikor a légszennyező anyagok (főként ammónia (NH₃), kén-dioxid (SO₂) és nitrogén-oxidok (NO_x)) átalakulnak savas kémhatású anyagokká (6. ábra). A légkörbe bocsátott savasító hatású vegyülete-



6. ábra: Savasodási potenciál
(The energy library, 2013)

ket a szél szállítja, majd savas részecskéket, savas esőt vagy havat rak le. Amikor ez az eső gyakran a gáz eredeti forrásától jelentős távolságra leesik, különböző mértékben károsítja a táj ökoszisztémáját annak természetétől függően.

A savasodási potenciált egy anyag savasodást okozó hidrogénion-felszabadító képességét használva mérik; valamint egy SO₂ egyenértékű felszabadításra vonatkozólag is mérhető.

Ebben a munkában alkalmazott jellemzési tényezők alapján az életrciklus-elemzés RAINS-modellje szolgál, amely számításba veszi a pusztulást, a lerakódásokat és a különböző hatásokat (Huijbregts, 2001). A savasodás átlagos európai jellemzési tényezőit a 3. táblázat mutatja.

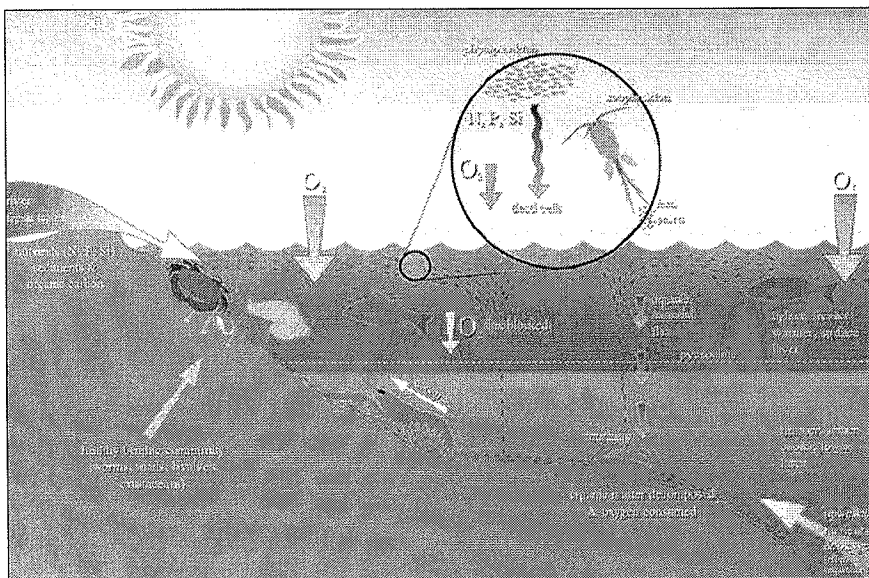
3. táblázat: Savasodási potenciálok (SO₂ egyenértékben)
(Huijbregts, 2001)

	Ammónia (NH ₃)	Nitrogén-oxid (NO _x)	Kén-dioxid (SO ₂)
API	1.60	0.50	1.20

A „savasodás” mutató meghatározása (4. egyenlet):

$$\text{Acidification} = \sum_i AP_i \times m_i \quad (4)$$

ahol m_i az i felszabadított anyag tömege (kilogrammban kifejezve). Ez kg SO₂ egyenértékben kifejezett mutató.



7. ábra:
Eutrofizációs Potenciál
(Wikipedia, 2013a)

3.1.5.6 Eutrofizációs Potenciál (EP)

Olyan tápanyagok, mint a nitrátok és a foszfátok általában trágyázáson keresztül kerülnek a talajba, mely elősegíti a növények és mezőgazdasági termékek növelését. Ezek a tápanyagok az élet számára nélkülözhetetlenek, de amikor érzékeny természetes vízbe vagy földterületre kerülnek, ez a nem kívánt trágyázás könnyen eredményezhet növény- vagy algatúltermelést, ami pedig más organizmusok elfojtásához vezethet, tehát azok elhalását és bomlását okozhatja. Tehát, eutrofizációt, vagy más néven tápanyag-gazdagodást, ahogy a 7. ábra mutatja, a vízkészletek túlgazdagodásaként lehet jellemezni. Előfordulása növelve a vízi állatok és növények halálozását ökoszisztémák károsodásához, valamint alacsony tápanyag-értékű környezettől függő fajok elvesztéséhez vezethet. Ez pedig ezen környezetek biodiverzításában teljes csökkenést eredményez, és hatással van azokra a nem vízi állatokra és emberekre, akik ezektől az ökoszisztémáktól függenek.

Az eutrofizációt kg nitrogén vagy foszfát egyenértékű referenciaegység használatával mérjük. Vagyis ez annak a terjedeleminak a mértéke, amelyben egy vízbéli anyag nitrogénnel vagy foszfáttal együtt, mint vonatkoztatási anyag, az alga elburjánzását okozza. Az eutrofizációt elősegítő legjelentősebb anyagok a nitrogénvegyületek, mint például a nitrátok, az ammónia, a salétromsav, valamint a foszforvegyületek, melyek magukba foglalják a foszfátokat és a foszforsavat.

A foszfátot tekintve vonatkoztatási anyagként, a kiválasztott anyagok jellemzési tényezőit a 4. táblázat mutatja be (Heijungs és más szerzők, 1999).

4. táblázat: Eutrofizációs potenciálok (kg eq.)
(Heijungs és társai, 1999)

	Ammónia (NH ₃)	Nitrogén-oxid (NO _x)	Nitrát (N)	Foszfát (P)
EPI	0.35	0.13	0.10	1.00

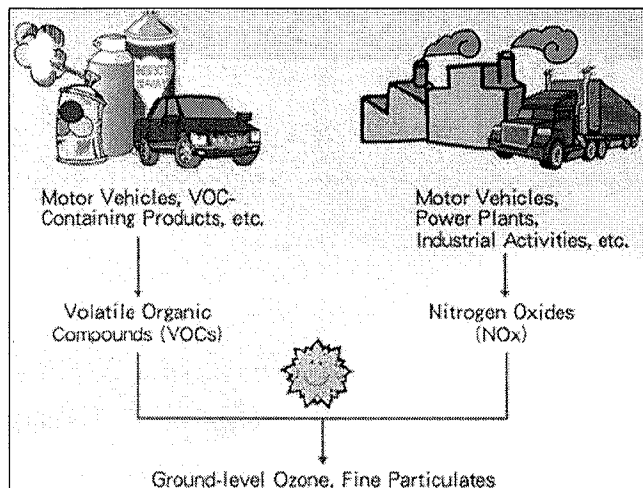
Az eutrofizációs mutató tehát: (5. egyenlet):

$$\text{Eutrofication} = \sum_i EP_i \times m_i \quad (5)$$

ahol m_i (kg) a levegőbe, vízbe vagy talajba bocsátott i anyag tömege. Ez a mutató kg PO₄³⁻ egyenértékben van kifejezve.

3.1.5.7 Fotokémiai Ózonképződés Potenciál (POCP)

Nitrogén-oxidokat (NO_x) tartalmazó atmoszférában napfény hatására szennyező és illékony szerves vegyületek (VOC), ózon és más levegőt szennyező anyagok jöhetnek létre. Habár a magas atmoszférában az ózon nehezen tud védeni az UV sugárzás ellen, az alacsony ózonszint olyan különféle hatásokat von maga után, mint a terménypusztulás, asztma egyre nagyobb elterjedése és más légzési panaszok.



8. ábra: Fotokémiai Ózonképződés Potenciál (EPD, 2013)

A Fotokémiai Ózonképződés Potenciált elősegítő gázok magas szintű hatásai a leggyakrabban olyan nagyvárosok fölött észrevehető nyári szmogokban nyilvánulnak meg, mint Los Angeles vagy Peking. Míg a nitrogén-oxid-kibocsátások fő forrása az üzemanyag-égetés, addig az illékony szerves vegyületek (VOC) kibocsátásáért főleg azok az oldószerek felelősek, melyek a festékekben és lakkokban található nagy mennyiségben.

A Fotokémiai Ózonképződés Potenciál (POCP) hatáskategória egy anyag ózonképzési relatív képességét méri nitrogén-oxid és napfény jelenlétében. Ezt a potenciált az etilén vonatkoztatási anyag használatával fejezzük ki. A potenciált jellemző tényezőket az Egyesült Nemzetek Európai Gazdasági Bizottság (UNECE) modelljét használva fejlesztették ki.

A Fotokémiai Ózonképződés Potenciált kétféle forgatókönyv esetére dolgozták ki (Heijungs, 1999)

- (i) viszonylag magas nitrogén-oxid (NO_x) háttér-koncentráció esetére
- (ii) viszonylag alacsony nitrogén-oxid (NO_x) háttér-koncentráció esetére

Néhány kiválasztott anyag kapcsán fejt ki az 5. táblázat a fent említett két jellemzési tényezőt.

A fotooxidáns-képződés mutatójának meghatározása (6. egyenlet):

$$\text{Photo-oxidant formation} = \sum_i \text{POCP}_i \times m_i \quad (6)$$

ahol m_i a kibocsátott i anyag tömege (kilogrammban). Ez kg etilén-egyenértékben (C_2H_4) kifejezett mutató.

Az alkalmazott szemléletben csak a magas háttér-koncentrációjú NO_x vonatkozó jellemzési tényezők érdekelték.

5. táblázat: Fotokémiai Ózonképződés Potenciálok NO_x különböző koncentrációl és néhány anyag (kg etilén-egyenérték) esetében (Heijungs, 1999)

	Magas NO_x POCPs	Alacsony NO_x POCPs
Acetaldehid (CH_3CHO)	0.641	0.200
Bután (C_4H_{10})	0.352	0.500
Szén-monoxid (CO)	0.027	0.040
Etilén (C_2H_2)	0.085	0.400
Metán (CH_4)	0.006	0.007
Nitrogén-oxid (NO_x)	0.028	no data
Propilén (C_3H_6)	1.123	0.600
Kén-oxid (SO_2)	0.048	no data
Toluol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$)	0.637	0.500

3.1.5.8 Abiotikus Kimerülési Potenciál

Az abiotikus kimerülési mutatók célja, hogy megragadják a nem megújuló energiaforrások kinyerése és alapvető ritkasága miatti egyre csökkenő hozzáférhetőségét. Itt a mutatók két típusa érdekelt:

- Abiotikus Kimerülési Elemek, mely a ritkaföldfémek és ércek kinyerésével foglalkozik;
- Abiotikus Kimerülő Energia/Fosszilis anyagok a fosszilis anyagok, mint fűtőanyagok vagy betáplált nyersanyagok használatával foglalkozik.



9. ábra: Abiotikus Kimerülési Potenciál (Wikipedia, 2013b)

Az elemek Abiotikus Kimerülési Potenciálját (ADPelements) a tartalékok és a kinyerési arány alapján az elemek kinyerése esetén lehet meghatározni. Az Abiotikus Kimerülési Potenciál az antimon (Sb) esetéhez hasonlított termelés-végső tartalék egyenletén alapszik (Guinée és más szerzők, 2002). Különböző intézkedésekre használják fel a földkéregben található gazdasági vagy végső tartalékokat.

Tehát az i (ADP) forrásanyag Abiotikus Kimerülési Potenciáljai elemei a kinyert forrásanyag és annak megújítható tartalékainak mennyisége közötti, antimon (referencia) kban kifejezett arány által adhatók meg. A kiválasztott források jellemzési tényezőit a 6. táblázat mutatja be.



6. táblázat: Elemek abiotikus kimerülési potenciálja (kg antimon-egyenértékben kifejezve) (Guinée, 2002)

Forrás	ADP elem
Alumínium	1.09E-09
Kadmium	1.57E-01
Réz	1.37E-03
Vas	5.24E-08
Ólom	6.34E-03

Tehát az Abiotikus Kimerülési Elemek mutatójának meghatározása: (7. egyenlet)

$$Abiotic\ Depletion = \sum_i ADP_i \times m_i \quad (7)$$

ahol m_i a kinyert i anyag mennyisége (kg-ban kifejezve). Ez kg antimonban (referencia) kifejezett mutató.

A fosszilis anyagokat sokáig hasonlóképpen mérték, azonban 2010 óta teljesen másképp számítják ki őket. Jelen esetben a fosszilis anyag energiataralmán alapuló abszolút mérték az érdekes (Guinée, 2002). Ez nem veszi figyelembe a különböző fosszilis anyagok ritkaságát, miután ezek felcserélhető energiaforrások, de valójában ezek csak 17%-ban különböznek a széntől (ami a leggyakoribb) és a gáztól (a legritkább). Az Abiotikus Kimerülő Fosszilis források mutatója MJ-ben kifejezett érték.

3.1.6 Életciklus-értelmezés

Az értelmezés az életciklus-elemzés utolsó lépése, melynek során a leltárelemzésből és a hatásvizsgálatból származó eredmények összekapcsolódnak. Az elemzés e szakaszának fő célja, hogy olyan következtetéseket alkosson, melyek az életciklus-elemzés eredményeiből vonhatók le. Továbbá, az életciklus-elemzés előző szakaszainak eredményeit és az egész folyamat során hozott döntéseket, pontosabban a feltevéseket, a modelleket, a paramétereket analizálni kellene, és az elemzés során használt adatoknak a tanulmány céljával és tárgyával következetesnek kellene lennie.

3.1.6.1 Illusztrációs példák

A következőkben példák mutatják be az életciklus-elemzés előző bekezdésekben leírt különböző lépéseit. A leltárelemzési szakaszban 1 kilogramm általános szigetelőanyag készítése során az alábbi kibocsátások figyelhetők meg (7. táblázat):

7. táblázat: 1 kg szigetelőanyag készítése során történt kibocsátások

Kibocsátások	Érték (kg-ban)
Szén-monoxid (CO)	0.12
Szén-dioxid (CO ₂)	0.60
Ammónia (NH ₃)	0.01
Metán (CH ₄)	0.05
Nitrogén-oxidok (NO _x)	1.02
Foszfór (P)	0.35
Kén-dioxid (SO ₂)	0.10

A következő lépésben (hatásvizsgálat), a kiválasztott környezeti kategóriák például:

- (i) globális felmelegedési potenciál (GWP),
- (ii) savasodási potenciál (AP),
- (iii) eutrofizációs potenciál (EP).

A kibocsátások jellemzési tényezőit a 8. táblázat jelöli a különböző környezeti kategóriák alapján.

8. táblázat: A kiválasztott környezeti kategóriák jellemzési tényezői

	GWP	AP	EP
	kg CO ₂ -egyenérték	kg SO ₂ -egyenérték	kg PO ₄ -egyenérték
Szén-monoxid (CO)	1.53	-	-
Szén-dioxid (CO ₂)	1.00	-	-
Ammónia (NH ₃)	-	1.60	0.35
Metán (CH ₄)	25.00	-	-
Nitrogén-oxidok (NO _x)	-	0.50	0.13
Foszfór (P)	-	-	3.06
Kén-dioxid (SO ₂)	-	1.20	-

A környezeti kategóriák 9. táblázatban megjelölt eredményei az egyes kibocsátások termékeiből a kategóriák jellemzési tényezői által kaphatók meg (pl. globális felmelegedési potenciál (GWP) esetén: $0.12 \times 1.53 + 0.60 \times 1.00 + 0.05 \times 25 = 1.93$ kg CO₂-egyenérték).

9. táblázat: A kiválasztott környezeti mutatók

GWP	AP	EP
kg CO ₂ -egyenérték	kg SO ₂ -egyenérték	kg PO ₄ -egyenérték
1.93	0.65	1.21

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az LVS³ Large Valorization on the Sustainability of Steel Structures című, RFS2-CT-2013-00016 számú Európai projekt keretében valósult meg, az OTKA T 109860 projekt támogatásával, valamint a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Innovatív Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ keretében.

Hivatkozások

Blendspace <https://www.blendspace.com/lessons/hMYwDSTKeg6ssQ/essential-question-how-can-i-protect-this-environment> (last accessed in 2013).

EN 15643-1. 2010. Sustainability of construction works – Sustainability assessment of buildings – Part 1: General framework. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.



EN 15804. 2012. Sustainability of Construction Works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.

EN 15978. 2011. Sustainability of Construction Works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.

EPD. http://www.epd.gov.hk/epd/english/environment_inhk/air/prob_solutions/images/smog_cause_eng.jpg

Forsberg, A., von Malmborg F. 2004. Tools for environmental assessment of the built environment. In: Building and Environment, 39, pp. 223-228.

Google Earth Software Website: www.google.co.uk/intl/en_uk/earth/ (last accessed January 2014).

Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 pp.

Heijungs, R., Guinée, J., Huppes, G., Lankreijer, R., Udo de Haes, H., Sleeswijk, A., Ansems, A., Egges, P., van Duin, R. and de Goede, H. 1992. Environmental Life Cycle Assessment of products. Guide and Backgrounds. CML. Leiden University. Leiden

Howard N, Edwards S and Anderson J. 1999. Methodology for environmental profiles of construction materials, components and buildings. BRE Report BR 370. Watford. (<http://www.bre.co.uk/service.jsp?id=52>)

Huijbregts, M. 2001. Uncertainty and variability in environmental life-cycle assessment. PhD. Thesis. University of Amsterdam. The Netherlands.

IEA. 2001. LCA methods for buildings. Annex 31 – Energy-related environmental impact of buildings. International Energy Agency.

IPCC. 2007. Fourth Assessment Report – Climate Change 2007. IPCC, Geneva, Switzerland

ISO 10077, (2006) Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 1: General, ISO – International Organization for Standardization.

ISO 14025. 2006. Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures

ISO 14040. 2006. Environmental management – life cycle assessment – Principles and framework. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.

ISO 14044. 2006. Environmental management – life cycle assessment – Requirements and guidelines. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Jönsson Å. 2000. Tools and methods for environmental assessment of building products – methodological analysis of six selected approaches. In: Building and Environment, 35, pp. 223-238.

Kellenberger D. 2005. Comparison and benchmarking of LCA-based building related environmental assessment and design tools. EMPA Dübendorf, Technology and Society Laboratory, LCA group.

Kortman J, van Ewijk H, Mark J, Anink D, Knapen M. 1998. Presentation of tests by architects of the LCA-based computer tool EcoQuantum domestic. Proceedings of Green Building Challenge 1998. Vancouver, Canada (<http://www.ivambv.uva.nl/uk/producten/product7.htm>)

Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B and Rubel F (2006) World map of Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3): 259–263.

LCI, 2001. World Steel Life Cycle Inventory. Methodology report 1999/2000. International Iron and Steel Institute. Committee on Environmental Affairs, Brussels.

Lippiatt, B. 2002. Building for environmental and economical sustainability. Technical manual and user guide (BEES 3.0). National Institute of Standards and Technology (NIST). Report NISTIR 6916. (<http://www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees.html>).

RCCTE (2006) Portuguese code of practice for thermal behaviour and energy efficiency of residential buildings. Decreto-Lei n.80/2006. Regulamento das Características Térmicas dos Edifícios (in Portuguese:). Lisboa, Portugal: Diário da República.

Reijnders L., van Roekel A. 1999. Comprehensiveness and adequacy of tools for the environmental improvement of buildings. In: Journal of Cleaner Production, 7, pp. 221-225.

Santos P, Gervásio H., Simões da Silva L., & Gameiro A. (2011). Influence of climate change on the energy efficiency of light-weight steel residential buildings. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 28, 325–352.

Santos P, Simões da Silva L., & Ungureanu V. 2012. *Energy Efficiency of Light-weight Steel-framed Buildings*. European Convention for Constructional Steelwork (ECCS), Technical Committee 14 – Sustainability & Eco-Efficiency of Steel Construction, ISBN 978-92-9147-105-8, N. 129, 1st edition.

SB_Steel, 2014. Sustainable Building Project in Steel. Draft final report. RFSR-CT-2010-00027. Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel

Steel Recycling Institute. <http://www.recycle-steel.org/construction.html> (last accessed in 31/08/2009)

The energy library. <http://theenergylibrary.com/node/324>
Trusty WB, Associates. 1997. Research guidelines. ATHENATM Sustainable Materials Institute. Merrickville. Canada. (<http://www.athenasmi.ca/about/lcaModel.html>)

UNEP, 2004. Why take a life cycle approach? United Nations Publication. ISBN: 92-807-24500-9

UniFormat™: A Uniform Classification of Construction Systems and Assemblies (2010). The Construction Specification Institute (CSI), Alexandria, VA, and Construction Specifications Canada (CSC), Toronto, Ontario. ISBN 978-0-9845357-1-2.

Wikipedia, 2013a. http://en.wikipedia.org/wiki/Marine_pollution

Wikipedia, 2013b. http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_resource

FOCUSban
a művészet
hegesztési verseny
2015-ben is!
A letölthető nevezési lapot, és a részletes
programot márciusban hozzuk nyilvánosságra!
A TÉT ÓRIÁSI!

