

# AZ ÉLETCIKLUSLEMZÉS MÓDSZERÉNEK HASZNÁLATA ÉS KARBONLÁBNYOM SZÁMÍTÁS ALAPJAI

Szent István Egyetem Szaktanácsadási és Továbbképzési Központ

Szerző:

**Bakosné Dr. Böröcz Mária**

**2016/3**



# SZENT ISTVÁN EGYETEM

---

SZAKTANÁCSADÁSI ÉS TOVÁBBKÉPZÉSI KÖZPONT  
TUDOMÁNYOS SZAKMAI KIADVÁNYOK SOROZATA



## **AZ ÉLETCIKLUSLEMZÉS MÓDSZERÉNEK HASZNÁLATA ÉS KARBONLÁBNYOM SZÁMÍTÁS ALAPJAI**

SZERZŐ:

**BAKOSNÉ DR. BÖRÖCZ MÁRIA**

# **AZ ÉLETCIKLUSLEMZÉS MÓDSZERÉNEK HASZNÁLATA ÉS KARBONLÁBNYOM SZÁMÍTÁS ALAPJAI**

SZERZŐ:

**BAKOSNÉ DR. BÖRÖCZ MÁRIA**

LEKTOROK:

Prof. Dr. TÓTH LÁSZLÓ egyetemi tanár  
Dr. habil Fogarassy Csaba egyetemi docens  
Szent István Egyetem

SZAKTANÁCSADÁSI ÉS TOVÁBBKÉPZÉSI KÖZPONT  
TUDOMÁNYOS SZAKMAI KIADVÁNYOK SOROZATA (3/12)

Sorozatszerkesztő: Dr. Fogarassy Csaba egyetemi docens

Felelős szerkesztő: Dr. Kozári József központvezető

ISBN 978-963-269-531-0

© SZENT ISTVÁN EGYETEMI KIADÓ, GÖDÖLLŐ 2016

2103 Gödöllő, Páter Károly u.1.

Felelős kiadó: Lajos Mihály igazgató

SZAKTANÁCSADÁSI ÉS TOVÁBBKÉPZÉSI KÖZPONT  
TUDOMÁNYOS SZAKMAI KIADVÁNYOK SOROZATA (3/12)

Sorozatszerkesztő: Dr. Fogarassy Csaba egyetemi docens

Felelős szerkesztő: Dr. Kozári József központvezető

ISBN 978-963-269-531-0

© SZENT ISTVÁN EGYETEMI KIADÓ, GÖDÖLLŐ 2016

2103 Gödöllő, Páter Károly u.1.

Felelős kiadó: Lajos Mihály igazgató

2016  
Gödöllő

## TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS .....	8
1. Az életciklus elemzés jelentősége az EU politikában .....	9
2. Az életciklus elemzés jelentősége .....	11
3. Az életciklus- értékelés szakaszai az ISO 14040:2006 szabvány szerint .....	13
3.1 Az életciklus értékelés céljának és tárgykörének meghatározása az ISO 14040:2006 szabvány alapján .....	13
3.2 Funkció, funkció egység, és a referencia áram meghatározása .....	14
3.3 Rendszerhatárok meghatározása .....	15
3.4. Adatminőségre vonatkozó követelmények.....	15
3.5.Életciklus leltárelemzés (Life cycle inventory).....	16
3.6.Életciklus hatásértékelés (Life cycle impact assessment, LCIA) .....	16
3.7 Az életciklus értelmezése .....	17
3.8 Jelentés készítése .....	17
3.9 Kritikai átvizsgálás szakasza.....	18
4. Életciklus elméleten alapuló lábnyomszámítási módszertan a karbonlábnyom számítás.....	19
4.1. Karbonlábnyom számításhoz alkalmazható módszerek, adatbázisok.....	21
4.2. Karbonlábnyom címke, mint a környezeti címkék egy típusa .....	24
4.3. Karbonlábnyom számítási esettanulmány .....	29
5. Következtetések, javaslatok .....	35
Felhasznált források .....	36
MELLÉKLET.....	38
I.számú melléklet: Életciklus-értékelés során alkalmazott fogalom meghatározások a nemzetközi szabványnak megfelelően .....	38

## BEVEZETÉS

Napjainkban a környezetvédelem egyre nagyobb hangsúlyt kap a termékek, szolgáltatások előállítási folyamatai során. A gyártott, és elfogyasztott termékekkel kapcsolatos lehetséges környezeti hatások felismerése, beazonosítása érdekében előtérbe kerülnek az olyan módszerek, melyek alkalmasak arra, hogy e hatásokat jobban megértésük, és csökkenteni tudjuk. A környezeti menedzsment egyik egyre több területen alkalmazott eszköze az életciklus elemzés (angol neve Life Cycle Analysis - rövidítése LCA), ill. a hasonló eljárást jelentő ökológiai mérleg, amelyek során megpróbáljuk számszerűsíteni, de legalábbis megbecsülni, hogy egy termék előállítása során, annak elosztásán, felhasználásán át a hulladékként való lerakásáig milyen környezeti terhekkel jár, beleértve az energiakiadásokat is.

Az életciklus értékeléshez kapcsolódó MSZ EN ISO 14040-es szabványsorozat tartalmazza mindazon célokat, eszközöket, eljárásokat, melyek alkalmasak arra, hogy az életciklus értékeléssel beazonosíthatóvá váljanak az egyes környezeti tényezők, illetve hatások, amelyek az egyes termékekhez köthetőek. Ez a nemzetközi szabvány leírja az életciklus-értékelési tanulmányok és az értékelésről szóló jelentés elkészítésének alapelveit, kereteit, továbbá tartalmaz néhány követelményt is.

Egyes kutatók szerint a legkörnyezetkímélőbb hulladék az, amely nem keletkezik. A modern társadalmak a termelés és a fogyasztás révén fokozódó mértékben terhelik életterünket. Hazai környezetünk elszennyeződése, ökológiai helyzetünk további romlásának megakadályozása csak hatékony, az állam és a vállalatok részéről együttesen megnyilvánuló környezettudatos magatartással akadályozható meg. A környezetminőség évtizedek óta tartó romlásának gátat kell vetni, a környezetbe kerülő „hulladékok” mennyiségét radikálisan vissza kell szorítani. Korunkban egyre nagyobb jelentőségre tesz szert mindennemű gazdasági tevékenység ökológiai és gazdasági optimalizálása, amely átfogó szemlélettel veszi figyelembe a hozzájuk kapcsolódó nyersanyag-felhasználásra, a környezeti közegekre és a bioszférára gyakorolt hatásokat.

Az utóbbi időben jelentősen megnövekedett az LCA használata iránti érdeklődés annak a várakozásnak az elterjedésével, miszerint ez a módszer végleges választ ad a legtöbb, de lehet hogy az összes környezetvédelemmel kapcsolatos problémára. Az ipari gyártó cégek az LCA használatától annak igazolását várják, hogy környezetvédelmi szempontból termékeik a legkiválóbbak. A környezetvédők pedig az LCA-ban látják a segítséget ahhoz, hogy szakmailag megalapozott környezetvédelmi döntések születhessenek.

Az életciklus-értékelés a termékekkel kapcsolatos környezeti tényezők és lehetséges hatások értékelésének olyan módszere, mely a termékkel kapcsolatos folyamatok rendszerének bemeneteiről, és kimeneteiről leltárt készít, és kiértékeli az ezekhez kapcsolódó lehetséges környezeti hatásokat. Az értékelés során a módszer értelmezi a leltári elemzésnek és a hatásértékelés fázisainak eredményét a kitűzött célok figyelembevételével.

Ez a kiadvány végigvezeti az olvasót az életciklus elemzés módszertani elemeitől kezdve annak gyakorlati megvalósítási folyamatain át egyszerű, közérthető formában. A könyv záró fejezete a karbonlábnyom számítást,- mint életciklus megközelítést alkalmazó módszertant-egy esettanulmány segítségével mutatja be a könyv az olvasónak.



## 1. Az életciklus elemzés jelentősége az EU politikában

2001. február 7-én fogadta el az Európai Bizottság az Integrált Termékpolitika Zöld Könyvét, melynek az volt a fő célja, hogy az IPP-vel (Integrated Product Policy) kapcsolatos megbeszéléseket ösztönözze. Ez a Zöld Könyv, átfogó konzultációkra és tanulmányokra építve, egy stratégiát javasol a termék-orientált környezetvédelmi szabályozások erősítésére és átdolgozására annak érdekében, hogy elősegítse a környezetet kímélő termékek – mind kínálat, mind pedig kereslet-oldali – piacának a fejlődését. A dokumentum több javaslatot és lehetséges akciót is felsorol, mindkét oldal számára.

A Zöld Könyv megadja az IPP néhány fő jellegzetességét, mely szerint az integráció a termék teljes életciklusának figyelembevételére, az érintett felekkel való együttműködésre és különböző eszközök alkalmazására utal, és a "termék" kifejezés mind az anyagi termékeket, mind pedig a szolgáltatásokat magába foglalja (Rubik, Scholl, 2002).

A Zöld könyv az Integrált Termékpolitika elképzelésének megfelelő megközelítésben, három nagy csoportra osztja fel az alkalmazható eszközöket és ösztönzőket, ezek: (1) a zöld fogyasztás, (2) a zöld termelés és (3) az egyéb eszközök és ösztönzők. A továbbiakban ebbe a három nagyobb kategóriába kerültek besorolásra azon olyan konkrét eszközök, mint a környezeti címkézés, közbeszerzés, környezettudatos terméktervezés, szabványosítás vagy a kutatás és fejlesztés (Sára, 2010).

1. A zöld fogyasztást segítő eszközök – mint pl. a környezeti címkézés, környezeti termékdeklarációk vagy a zöld beszerzések – legfőbb jellemzője, hogy a fogyasztók vásárlási szokásainak befolyásolását célozza meg, leginkább azok környezeti információkkal való ellátásával.
2. A zöld termelést segítő eszközök elsődleges célja a termelők támogatása a környezettudatos termékek megtervezésében és legyártásában. Ilyen eszközök – többek között – az életciklus-elemzés és a környezettudatos terméktervezés
3. Számos olyan eszköz létezik, amelyek nem közvetlenül a terméket érintik, de támogatást nyújthatnak a vállalatok számára az életciklus-megközelítés alkalmazásában. Ezen eszközök közé tartoznak a környezeti irányítási rendszerek – mint az ISO 14001 vagy az EMAS –, a környezeti jelentések és a környezeti számvitel, valamint a témával kapcsolatos kutatások és fejlesztések.

2003-ban az IPP-vel kapcsolatban a Bizottság Kommunikációt adott ki, mely meghatározott többféle tevékenységet, mint például az IPP esettanulmányokat, az IPP eszköztár meghatározását, továbbfejlesztését. A Kommunikáció keretében egy európai LCA platform létrehozására is javaslatot tettek.

2008 júliusában az Európai Bizottság bemutatta a fenntartható fogyasztásról, és termelésről szóló javaslatainak egész sorozatát a „Fenntartható Fogyasztás és Termelés” akcióterv keretében. Ezen javaslatok megkísérik bátorítani az Európai Unió iparát arra, hogy az innováció adta lehetőségekkel a fenntarthatóság keretein belül maradjanak, és előnyöket kovácsoljanak belőlük. Bár a nemzeti, és közösségi politikák már eddig is támogatták a környezetbarát termékeket, és a környezettudatos fogyasztói magatartás elterjesztését az akcióterv keretében megfogalmazott javaslatok kiegészítik a már meglévő politikai irányokat,

és intézkedéseket fogalmaznak meg azokon a területeken ahol még hiányosságok vannak. A fejlesztési irányok azonban nem mindenhol egyértelműek, mivel a beruházókat sok esetben politikai bizonytalanság, előre nem látható kockázatok érhetik (Fogarassy et al., 2008).

A dokumentum a Bizottság arra irányuló stratégiáját ismerteti, hogy támogassa az EU-n belüli és a nemzetközi szinten megvalósuló integrált megközelítést, előrevigye a fenntartható fogyasztás és termelés ügyét, és fejlessze fenntartható iparpolitikáját. E stratégia kiegészíti az energiafelhasználásról szóló már meglévő politikákat, elsősorban a Bizottság által 2008 januárjában elfogadott energia és éghajlat csomagot.

A cselekvési terv középpontjában egy olyan dinamikus keretprogram áll, amely javítja a termékek energia- és környezeti teljesítményét, és elősegíti, hogy azok a fogyasztók körében minél inkább elterjedjenek. Ahhoz, hogy ezen célkitűzések megvalósulhassanak, normákat kell kitűzni a belső piacon, és biztosítani kell, hogy a termékek az ösztönzők és a közbeszerzés szisztematikus megközelítése révén javuljanak. Prioritás egy koherensebb és egyszerűsített címkézési keretrendszer meghatározása, mellyel jobban kell tájékoztatni a fogyasztókat, hogy ezáltal a kereslet támogathassa a szakpolitikát. A megközelítés olyan termékeket vesz célba, amelyek jelentősen csökkenthetik a környezeti hatásokat.

Az akcióprogram keretében feladatként jelölték meg egy pozitív „ördögi kör” megteremtését, melyben megvalósul a termékek általános környezeti teljesítményének teljes életciklusuk során történő javítása, a jobb termékek és termelési technológiák iránti kereslet előmozdítása és ösztönzése, valamint a fogyasztók segítése abban, hogy jobban válasszanak – a termékek következetesebb és egyszerűbb címkézésén keresztül. (COM/2008/0397)

Az akcióterv keretében az IPP-n túlmenően az alábbi célkitűzések kerültek megfogalmazásra:

- Fenntartható fejlődés a jelen és jövő nemzedékek életminőségének és jólétének folyamatos javítása,
- Természeti erőforrások fenntartható használata, mivel termelési és fogyasztási szokásaink hozzájárulnak a globális felmelegedéshez, a környezetszennyezéshez, az anyaghasználathoz és a természeti erőforrások kimerüléséhez
- Hulladékok keletkezésének megelőzése, hulladék újrahasznosítás az életciklus szemlélet alkalmazásával
- Energiafelhasználó termékek környezetbarát tervezéséről szóló irányelv hatályát kiterjesztik valamennyi energiával kapcsolatos termékre. Minimum követelmények meghatározása, időszakos felülvizsgálata.
- A termékcímkézés továbbfejlesztése, és a környezetbarát tervezésről szóló irányelv 2012-es felülvizsgálata után adott esetben kiegészítik a környezetbarát tervezés címkézéséről szóló irányelvvvel annak érdekében, hogy tájékoztassák a fogyasztókat a termékek energia- és/vagy környezeti teljesítményéről.
- „Zöld közbeszerzések”, melyek felszámolják a jövőben a belső piaci ösztönzők jelenlegi széttöredezettségét, és elősegítik a környezetbarátabb, alacsonyabb környezeti hatású termékek elterjedését
- Ökoinnováció előmozdítása
- EMAS rendelet felülvizsgálata

- Fenntartható termékek globális piacának megteremtése, SWITCH program, International Partnership for Cooperation on Energy Efficiency, IPEEC

Az Európai Bizottság irányelvei, akcióprogramjai megvalósítására, illetve az IPP keretében megfogalmazott környezeti hatások teljes körű felmérésére, és elemzésére a legalkalmasabb eszköz az életciklus elemzés használható. Annak érdekében, hogy az életciklus elemzésekhez szükséges adatbázisok elérhetőek legyenek, illetve a hozzá kapcsolódó módszertan harmonizálása megtörténjen létre hozták az Európai LCA platformot, mely keretében az Európai Referencia Életciklus Adatbázis (ELCD), illetve az LCA Források Könyvtára (LCA Resources Directory) az életciklus elmélettel, illetve eszközökről szolgál információval.

## 2. Az életciklus elemzés jelentősége

Napjainkban a környezetvédelem, környezettudatos termelés egyre inkább központi szerepet játszik a mindennapi életünkben. Felértékelődik azon módszerek iránti igény, melyek segítik az előállított és fogyasztott termékekkel összefüggésben megjelenő lehetséges környezeti hatások kialakulását, illetve ezen hatások megelőzésére törekednek. Ezen módszerek egyik legszélesebb körben alkalmazott speciális módszere az életciklus elemzés, más néven életciklus értékelés (Life Cycle Assessment). Az életciklus elemzések keretét az ide vonatkozó ISO szabványok adják meg (1.ábra).

1. ábra: Életciklus elemzéshez kapcsolódó ISO szabványok:

MSZ ISO 14040: 1997, ISO 14040:2006 (most érvényben)	Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Alapelvek és keretek.
MSZ ISO 14041:1998 (hatályon kívül)	Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. A cél és tárgy meghatározása és leltárelemzés
MSZ ISO 14043:2000 (hatályon kívül)	Környezetközpontú irányítás. Életciklus – értékelés. Életciklus értelmezés.
ISO 14044: 2006 (most érvényben)	Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Követelmények és útmutató.

Forrás: ISO szabványok

Az életciklus elemzés során az egyes környezeti tényezők és a potenciális környezeti hatások feltárása történik meg, melyet az egyes termékekre/ szolgáltatásokra nézve egészen a bölcsőtől a sírig vizsgálunk. Az életciklus elemzés a termék egész életútjának feltárását teszi lehetővé. A vizsgált területek közé tartozik az erőforrások felhasználása, emberi egészséget, ökológiai egyensúlyt veszélyeztető hatások feltárása.

Az életciklus elemzés segítséget nyújthat abban, hogy:

- feltárjuk a termékek környezeti tényezőivel kapcsolatos javítási lehetőségeket, a termék életciklusának különböző pontjain,
- segíti a döntéshozatalt az ipar, a kormányzati, és nem kormányzati szervek esetében (stratégiai tervezésben, prioritások megfogalmazásában, folyamatszervezésben),
- segít kiválasztani a megfelelő indikátorokat, módszereket a környezeti teljesítés esetében,
- marketing tevékenységben (pl. környezeti címkéző programok, környezeti nyilatkozatok).

Amennyiben a célunk az, hogy az életciklus elemzésünk hatékonyan támogassa a termék környezeti hatásainak felmérését és megértését fontos, hogy az alkalmazott módszerünk hiteles legyen, ugyanakkor a változó feltételekhez, és igényekhez rugalmasan alakítható maradjon mindamellet, hogy a költségeinket nem növeli jelentős mértékben.

Az életciklus elemzésnek négy szakaszát lehet megkülönböztetni:

1. Az LCA elemzés céljainak, és a vizsgálat területeinek kijelölésének szakasza
2. Az életciklus leltár fázis szakasza
3. Hatásértékelés
4. Értelmezés

Az hogy mi lesz az életciklus értékelés tárgya, melyek lesznek a kijelölt határai, és milyen részletességgel kívánjuk elvégezni az elemzést, attól függ általában, hogy milyen célokat tűzünk ki magunk elé, illetve milyen célokra szeretnénk felhasználni az elemzés során kapott eredményeinket. A kitűzött céloktól függően különböző lehet az egyes életciklus elemzések mélysége.

Az életciklus leltár az elemzés második szakasza, melyben leltárba vesszük a rendszerbe belépő input, illetve kilépő output anyagokat.

A hatásértékelési fázisban az input, és output energiák, és anyagok környezeti hatásainak értékelése történik meg, majd a legvégső fázis az értékelési szakaszok eredményeinek értelmezése, és rögzítése. Ebben a végső fázisban összegzik és elemzik az életciklus elemzés során feltárt összefüggéseket, adatokat, amelyekből majd összeállítják a javaslatokat, levonják a végső megállapításokat az LCA célkitűzésekkel összhangban, elősegítve ezzel a döntéshozatali eljárást.

Az életciklus-értékelés fő jellemzőiként említhetőek meg az alábbi kritériumok:

1. Az LCA tanulmánynak módszeresen kell foglalkozni a termékrendszerek környezeti hatásaival és aspektusaival egészen a nyersanyag beszerzéstől a hulladékként történő lerakásig
2. Az LCA relatív jellemzője miatt a funkcionális egység meghatározója a módszertan
3. Az LCA-ban kitűzött céloknak és az LCA tárgykörnek megfelelően a tanulmány részletezésének mélysége és időkeretei tág határok között mozoghatnak
4. Az LCA tanulmány tárgyköre, a megfogalmazott kikötések, feltételezések, és a módszertan mindig legyen egyértelmű, és áttekinthető.
5. Az életciklus értékelés módszertana tegye lehetővé az innovációhoz történő rugalmas alkalmazkodást, az új tudományos eredmények integrálását
6. Az LCA tanulmányok esetében is szükséges a megfelelő lépéseket megtenni a tulajdonjogok tiszteletben tartása és az információk intézkedések bizalmas kezelésére vonatkozóan.
7. Azon életciklus értékelési tanulmányok, melyek a nyilvánosság számára is elérhetőek sajátos követelményekkel kell, rendelkezzenek.
8. Az LCA tanulmányok elvégzésére nincsen egyetlen alkalmazandó módszertan, hanem az egyes szervezetek rugalmasan felhasználva a

nemzetközi szabványokat a konkrét helyzethez, és a felhasználó követelményeihez alkalmazkodva készítik el azt.

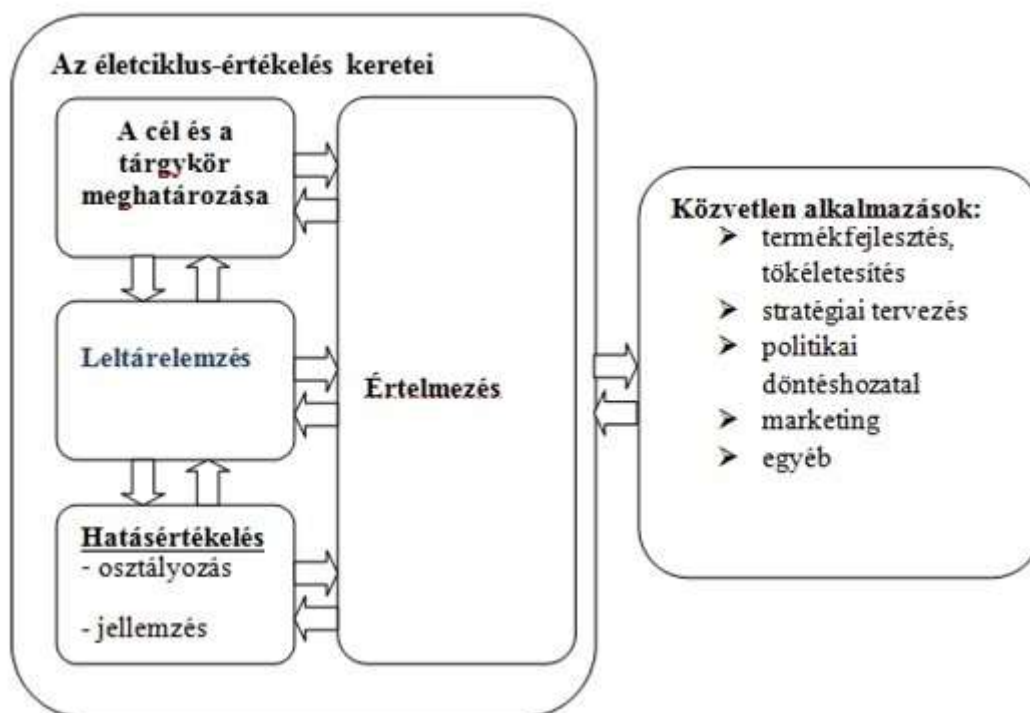
9. Az LCA foglalkozik az egyes környezeti hatásokkal, de nem tud megjósolni konkrét hatásokat, mint pl. a környezeti adatok térbeli, és időbeli változását, vagy a környezeti hatások modellezésében rejlő bizonytalansági tényezőket.
10. Az LCA eredményei nem lehet egységes mérőszámmá, vagy pontszámmá átalakítani, hiszen minden egyes rendszerben más és más az LCA bonyolultságának foka.

Az LCA modellezi a termék életciklusát, az egész termék rendszerre vonatkozóan. A termékrendszerek alapvető tulajdonsága, hogy funkcionálisan van meghatározva és nem csupán a végtermék szempontjából.

### 3. Az életciklus- értékelés szakaszai az ISO 14040:2006 szabvány szerint

Az életciklus értékelésnek tartalmaznia kell a cél-és tárgykör lehatárolását, az életciklus leltárelemzést, a hatásértékelést, illetve a kapott eredmények kiértékelését a 2. ábrának megfelelően.

2. ábra: Az LCA keretei



Forrás: ISO 14040

#### 3.1 Az életciklus értékelés céljának és tárgykörének meghatározása az ISO 14040:2006 szabvány alapján

Az életciklus első fázisa az LCA céljának, és tárgykörének meghatározása, melynek alapvető követelménye, hogy pontosan legyen megfogalmazva, a szándékolt felhasználással

összhangban legyen, valamint, hogy kivel szándékoznak megosztani az információkat. A célkitűzésben kell megfogalmazni azt is, hogy milyen mélységű legyen az LCA, és a kapott eredményeket milyen formában kell bemutatni.

A cél és a tárgy meghatározása az életciklus-elemzés első fázisa, mely a következő lépéseket tartalmazza:

- Cél,
- Funkció egység,
- Rendszerhatárok,
- Adatminőség.

A tárgykör meghatározásakor számításba kell venni, és pontosan le kell írni:

- a termékrendszerek funkcióit,
- a funkció egységeket,
- a tanulmányozandó termékrendszert továbbá ennek határait,
- az egyes hozzárendelési, allokációs eljárásokat,
- a szükséges adatokat és azok minőségi követelményeit,
- megközelítéseket,
- határokat,
- az adatok minőségi kritériumait,
- felülvizsgálat módját, illetve a tanulmány elvárt formáját

Az LCA tanulmány készítésekor szükség lehet a tárgykör módosítására, ha további információk kerülnek bevezetésre.

### **3.2 Funkció, funkció egység, és a referencia áram meghatározása**

A tanulmányozandó rendszer funkciókat mindig az LCA tanulmány határozza meg. Ezen funkciókon belül kerülnek lehatárolásra az egyes funkció egységek, melyeknek által mérhetővé válik a termékrendszerben megjelenő funkcionális outputokhoz tartozó teljesítés mértéke.

Az egyes funkció egységek által válik lehetővé a bemenetek, és kimenetek egymáshoz való viszonyítása, abban bír nagy jelentőséggel, hogy az LCA tanulmányok eredményeit egymással könnyen össze tudjuk hasonlítani. Az egyes termékek összehasonlításakor nagyon fontos, hogy azonos funkció egységekre nézve történjen meg.

Egy rendszernek általában többféle lehet a funkciója, éppen ezért az, hogy melyiket választják ki az LCA tanulmány elkészítéséhez függ a tanulmány céljától, tárgykörétől.

A referencia áram (reference flow) meghatározása minden esetben nagyon fontos a tanulmány szempontjából. A referencia áram a funkció egység meghatározásától függ. Például a cipős dobozok esetében a doboz funkciója az, hogy a cipőt csomagoljuk bele, illetve tároljuk. Ez esetben a funkció egység az 1 doboz. Mivel a referencia áram a funkció egységtől függ, ha a funkció egység egy dobozra vonatkozik, akkor a referencia áram egy doboz lesz. Abban az esetben ha a funkció egység egy konténer cipős dobozra vonatkozik, melyben tegyük fel 1000 cipős doboz fér el, akkor a referencia áram ebben az esetben az egy cipős dobozra vonatkozó érték ezerszerese lesz.

### 3.3 Rendszerhatárok meghatározása

A rendszerhatárok szabják meg azt, hogy milyen elemeket kell tartalmaznia az LCA tanulmánynak, a termék életciklusának mely részeit, folyamatait vesszük figyelembe. A rendszerhatárokat meghatározó tényező például az, hogy az LCA tanulmányt mire szeretnék felhasználni, melyek a lehatárolási kritériumok, kinek a részére készítjük el a tanulmányt.

A rendszerhatárok meghatározásakor nagyon fontos, hogy meghatározzuk azt, hogy milyen folyamat egységeket veszünk figyelembe, illetve hagyunk figyelmen kívül a tanulmány elkészítése folyamán. Az, hogy melyek lesznek ezek a tényezők nagyban függenek attól, hogy mi az LCA tanulmányunk célja.

A rendszert mindenképpen úgy kell modellezni, hogy a bemenetei és a kimenetei elemi áramok legyenek. A rendszerhatárokon kívülre kerülhetnek a tanulmány céljától függően kisebb, vagy nagyobb életciklus szakaszok is, például infrastruktúra előállításának folyamatai. Minden esetben szükséges a rendszerhatárokon kívülre helyezett életciklus szakaszok pontos dokumentációja, továbbá szükséges megindokolni azt is miért került az adott tényező a rendszerhatáron kívülre.

A rendszerhatárok megállapításához használt kritériumokat minden esetben szükséges megnevezni és indokolni. Mikor meghatározzuk egy termék esetében a rendszerhatárt, figyelembe kell venni a különböző életciklus szakaszokat, a folyamatokat, és az egyes áramokat a következőképpen:

- alapanyag beszerzés
- a fő gyártási folyamatban felhasznált input- output anyagok
- logisztikai/elosztási és szállítási folyamatok
- a gyártási folyamat során felhasznált üzemanyagok, energia, és hő mennyisége
- termékek felhasználása, karbantartása
- termelési folyamatokból kikerülő hulladékok
- újrahasznosítható termékek számba vétele
- melléktermékgyártás
- munkaeszközök gyártása, karbantartása, cseréje
- egyéb működéssel kapcsolatos tevékenységek, pl. világítás, fűtés

### 3.4. Adatminőségre vonatkozó követelmények

Szükséges meghatározni az adatok minőségi követelményeit is az LCA céljainak, és tárgykörének megfelelően. Mielőtt elkezdenénk az elemzést fontos meghatározni azt, hogy milyen típusú adatokra van szükségünk. Az adatok a felhasználás céljától függően lehetnek átlagos, vagy konkrét adatok, de minden esetben szükséges, hogy az adatok hitelesek, hiánytalanok, és reprodukálhatóak legyenek. Az adatokra vonatkozó minőségi követelmény továbbá, hogy vegye figyelembe az adatok gyűjtésének helyét, a felölelt időszakot is.

### 3.5.Életciklus leltárelemzés (Life cycle inventory)

Az életciklus leltárelemzés (LCI) számszerűsíti az egy termékrendszerre vonatkozó ki,- és bemeneti adatokat, továbbá az ehhez szükséges adatgyűjtési, és számítási eljárásokat is tartalmazza. Ezek a kimeneti, bemeneti adatok vonatkozhatnak a rendszerrel kapcsolatos erőforrás felhasználásra, talaj, víz, és levegő emissziókra.

Az LCA tanulmány elvégzése utáni értelmezést ezekből az adatokból lehet levezetni, továbbá ezen adatok szolgálnak az életciklus hatásértékelés alapjául is. Az életciklus leltárkészítéshez szükséges adatok összegyűjtése alapos, precíz munkát igényel. A felhasználásra kerülő adatok többféle forrásból származhatnak, statisztikákból, adatbázisokból (pl.ecoinvent), kutatóintézetektől, esetenként kérdőíves felmérésekből. A legjobban felhasználható adatokat általában a termék előállítója tudja rendelkezésre bocsátani az LCI elkészítéséhez.

Az adatgyűjtés során szükséges adatokat beszerezni:

- energia,- alapanyag, - melléktermék inputokról, továbbá az egyéb fizikai jellegű inputanyagokról
- termékekről, melléktermékekről, hulladékokról
- vizet, talajt, levegőt érintő emissziókról
- egyéb környezeti tényezőkről

Az adatok gyűjtése forrás-intenzív folyamat, amilyen mértékben gyűlnek az adatok olyan mértékben kell az adatokkal kapcsolatos követelményeket felülvizsgálni, szükség esetén módosítani.

Az adatgyűjtési, és számítási eljárások során szükséges:

- adatok minősítése
- adatgyűjtés gyakorlati határainak rögzítése
- referencia áram, és funkció egység meghatározása
- hozzárendelési eljárások dokumentálása, meghatározása

### 3.6.Életciklus hatásértékelés (Life cycle impact assessment, LCIA)

Az életciklus hatásértékelés az LCA azon szakasza, mely a hatásokat értékeli, és arra törekszik, hogy a környezeti hatások jelentőségét kiértékelje, melyhez az életciklus leltárelemzés során kapott eredményeket használja fel. A hatásértékelés során a leltárban meghatározott környezeti terhelések hatása kerül számszerűsítésre. Az, hogy ez milyen részletességgel történik, függ a tanulmány céljától, tárgykörétől. Hatásértékelés során figyelembe kell venni az ökológiai, emberi életet, egészséget érintő hatásokat is.

A hatásértékelés szakasza az alábbi elemeket tartalmazza:

- osztályozás (leltáradatok hozzárendelése az egyes kategóriákhoz, azok a be-és kimenő áramok tartoznak ide, melyeket a leltárelemzés során kapunk)
- jellemzés (adatok modellezése a hatáskategórián belül, lehetővé válik az áramok együttes környezeti hatásának számszerű kifejezése)
- normalizálás (eredmények összehasonlíthatóságát teszi lehetővé, opcionális)
- súlyozás (eredmények összefoglalása egyes esetekben)



### 3.7 Az életciklus értelmezése

Az életciklus értelmezés az LCA azon szakasza, melyben a leltárelemzés, és a hatásértékelés fázisaiban kapott eredményeket és megállapításokat összevetik és értelmezik a célkitűzésekben megfogalmazott paramétereknek megfelelően. Ezek után fogalmazzák meg a javaslatokat. Ebben a szakaszban vizsgálják továbbá, hogy a célkitűzések, az LCA tárgyköre megfelelően lett-e definiálva, illetve, hogy az eljárás során az összegyűjtött adatok minősége, és jellege a célkitűzéseknek megfelelően lett-e megállapítva. Az életciklus –értelmezés további feladata, hogy a döntéshozók számára az LCA, és az életciklus leltárelemzés eredményeit könnyen érthetően, átfogóan, és következetesen mutassa be a tanulmány céljainak megfelelően.

Az életciklus-értelmezés alapvető jellemzői:

1. olyan módszeres eljárás, mely arra alkalmas, hogy meghatározzák, minősítsék, kiértékeljék az LCA, és az LCIA tanulmányokon alapuló következtetéseket
2. interatív eljárás alkalmazása az LCA, és LCIA tanulmányok fázisaiban
3. az LCA és más módszerek közötti kapcsolatok feltárása a KIR számára

Az LCA, és az LCIA tanulmányok életciklus értelmezésének három fázisát lehet elkülöníteni, melyek az alábbiak:

1. jelentős problémakörök meghatározása
2. kiértékelés
3. következtetések, javaslatok megtétele, valamint jelentés készítése

### 3.8 Jelentés készítése

Az LCA tanulmány elkészítésének záró szakasza a tanulmányban elvégzett vizsgálatok eredményeinek jelentésben történő publikálása a célközönség számára. A jelentés formai, és tartalmi kritériumait a tanulmány tárgykörének meghatározási fázisánál kell pontosan körülhatárolni, megfogalmazni.

A jelentésnek tartalmaznia kell mindazon módszereket, eredményeket, korlátozásokat, melyeket a tanulmányban felhasználtak, illetve ezeket olyan módon kell bemutatni, hogy azok a célközönség számára egyértelműek, és könnyen értelmezhetőek legyenek, hogy az egyszerű olvasó is pontosan tudja értelmezni a levont következtetéseket, megállapításokat. Abban az esetben, ha harmadik fél számára kívánjuk majd az elkészült jelentést átadni, akkor szükséges a jelentést elkészíteni egy külön erre a célra szánt jelentés formájában is. Ennek olyan formában kell megtörténnie, hogy a harmadik fél számára egyértelmű, és könnyen értelmezhető legyen a jelentés tartalma. Ezt a referencia dokumentumot lehet majd a későbbiekben adni mindazok számára, akik nem szakértői, vagy megbízói minőségben kapják meg ezt a dokumentumot.

Amennyiben harmadik fél részére készül a jelentés abban az esetben a jelentésnek tartalmaznia kell:

- általános szempontokat ( LCA elkészítője, megbízó, dátum, nyilatkozat)
- cél és tárgykör lehatárolását
- életciklus leltárelemzést
- életciklus hatásértékelést

- életciklus értelmezést
- kritikai átvizsgálást

### **3.9 Kritikai átvizsgálás szakasza**

A kritikai átvizsgálás célja az, hogy megkönnyítse az LCA tanulmányok értelmezését, hitelesebbé tegye azokat, illetve, hogy a tanulmányban érdekelt feleket bevonja az átvizsgálási folyamatba. A kritikai átvizsgálásnak biztosítania kell azt, hogy a tanulmányban alkalmazott módszerek a nemzetközi szabványban foglaltakkal összhangban legyenek, illetve, hogy ezen módszerek tudományosan megalapozottak, műszaki szempontból is helytállóak legyenek.

A kritikai átvizsgálás típusának, és tárgykörének meghatározását, paramétereit az LCA tanulmány tárgykörét kijelölő fázisban szükséges lehatárolni. Ebben az fázisban kell biztosítani továbbá azt is, hogy a tanulmányról készülő jelentés áttekinthető, és egyértelműen megfogalmazott legyen.

Abban az esetben, ha az LCA tanulmányt összehasonlító elemzés alapjául kívánjuk felhasználni, akkor az eredmények szakszerű felhasználásakor kiemelt gondossággal kell eljárni. Ilyen esetben a félreértések elkerülése érdekében a kritikai átvizsgálást alaposan kell elvégezni, minden érintett felet be kell vonni a folyamatba, azokat is akik nem vettek részt a tanulmány elkészítésében, de érdekelt félnek minősülnek. Ezzel biztosítható a tanulmány hitelessége. Azonban az a tény, hogy elvégezték a kritikai átvizsgálást, még nem jelenti azt automatikusan, hogy az összehasonlító állításokat el is fogadták.

A kritikai átvizsgálás többféle módon történhet, melynek egyik lehetősége a belső szakértői átvizsgálás. A belső szakértői átvizsgálással szembeni fontos követelmény, hogy ezt a szakaszt olyan szakember végezze el, aki független az LCA tanulmánytól, a tanulmány készítésében ne vegyen részt, csak a felülvizsgálatát végezze el a nemzetközi szabványban megfogalmazott paramétereknek megfelelően. A belső szakértő a vizsgálat végén ad egy belső szakértői nyilatkozatot, melyet fel kell venni az LCA jelentésbe.

A kritikai átvizsgálás második lehetőség a külső szakértői átvizsgálás, melyben a kritikai átvizsgálását az LCA tanulmánynak egy külső független szakértő végzi. A szakértő személyével szembeni követelmény, hogy megfelelő szaktudással rendelkezzen, ismerje a nemzetközi szabványban foglaltakat. Ha külsős végzi az átvizsgálást, akkor ő egy külsős szakértői átvizsgálási nyilatkozatot ad. Az LCA jelentésben szerepeltetni kell ezt a nyilatkozatot, a szakértői észrevételeket, illetve az ezen észrevételekre vonatkozó válaszokat is.

Lehetőség van arra is, hogy felkérnek egy külső szakértőt, aki összehív egy zsűri bizottságot, melynek ő lesz az elnöke. A rendelkezésre álló erőforrások határozzák meg, hogy hány főből álljon ez a zsűri bizottság, hány külső független szakértő lesz felkérve. Az LCA jelentésben az ő általuk készített nyilatkozatot, észrevételeket, és az azokra adott válaszokat is szerepeltetni kell.

#### **4. Életciklus elméleten alapuló lábnyomszámítási módszertan a karbonlábnyom számítás**

A klímaváltozás egyre sürgetőbb feladatok elé állítja a politikusokat, döntéshozókat, de már a hétköznapi emberek életének is szerves részévé vált a klímaváltozással kapcsolatos problémák megléte, illetve kezelésének szükségessége. Ezen okokból kifolyólag egyre növekszik az igény a karbonlábnyom elemzések elkészítésére az élet számos területén.

A karbonlábnyom mérés módszertanát igen széles körben alkalmazzák termékek, szolgáltatások esetében is, viszont a karbonlábnyom tudományos definíciójának meghatározására nem szolgált egységesen elfogadott változat. Thomas Wiedman és Jan Minx megfogalmazásában a karbonlábnyom az ökológiai lábnyom azon része, mely valamilyen tevékenység, személy, terület stb. által közvetlenül, vagy közvetetten a légkörbe juttatott széndioxid összes mennyiségét méri, illetve azt a területegységet, mely ezen mennyiség semlegesítéséhez szükséges.

Amennyiben egy szervezet karbon lábnyomát számítjuk fontos, hogy a lehető legszélesebb körben azonosítsuk a kibocsátási forrásokat (Fogarassy, 2012a). A Carbon menedzsment társaság, a Carbon Footprint Ltd megkülönböztet elsődleges és másodlagos karbon lábnyomot. Míg az elsődleges karbonlábnyom a fosszilis energiahordozó elégetéséből – autóvezetés, utazás repülővel - származó direkt CO<sub>2</sub> kibocsátás mértéke, addig a másodlagos karbonlábnyom az általunk használt termékek életciklusából származó indirekt CO<sub>2</sub> kibocsátás mértéke. A másodlagos karbonlábnyom azt mutatja, hogy a növekvő vásárlások növelik a karbonlábnyomunkat.

A karbonlábnyom az 1992-ben Kyotóban elfogadott jegyzőkönyvben szereplő üvegházhatású gázokat veszi figyelembe, ezek:

- széndioxid (CO<sub>2</sub>),
- metán (CH<sub>4</sub>),
- dinitrogén-oxid (N<sub>2</sub>O),
- kén-hexafluorid (SF<sub>6</sub>),
- hidrofluorkarbonok (HFCK)
- perfluorkarbonok (PFCK).

A karbonlábnyom értékét széndioxid egyenértékben (CO<sub>2</sub>e) szokták megadni, mely egyenérték számítása során az egyes gázok fajlagos üvegházhatása alapján konvertálják a tömegüket széndioxid tömegre, és az átváltott kibocsátások összege adja a teljes kibocsátást. Az üvegház hatású gázok éghajlatmódosító potenciálja is meg van adva. A széndioxid esetében ez az érték az egy, míg a többi ÜHG-ra magasabb értékek vannak megadva a globális felmelegedéshez való hozzájárulásuk függvényében. Általában 100 éves időtartamra szokták a GWP-t vizsgálni (3.ábra).

3. ábra: Fontosabb üvegházhatású gázok jellemzői

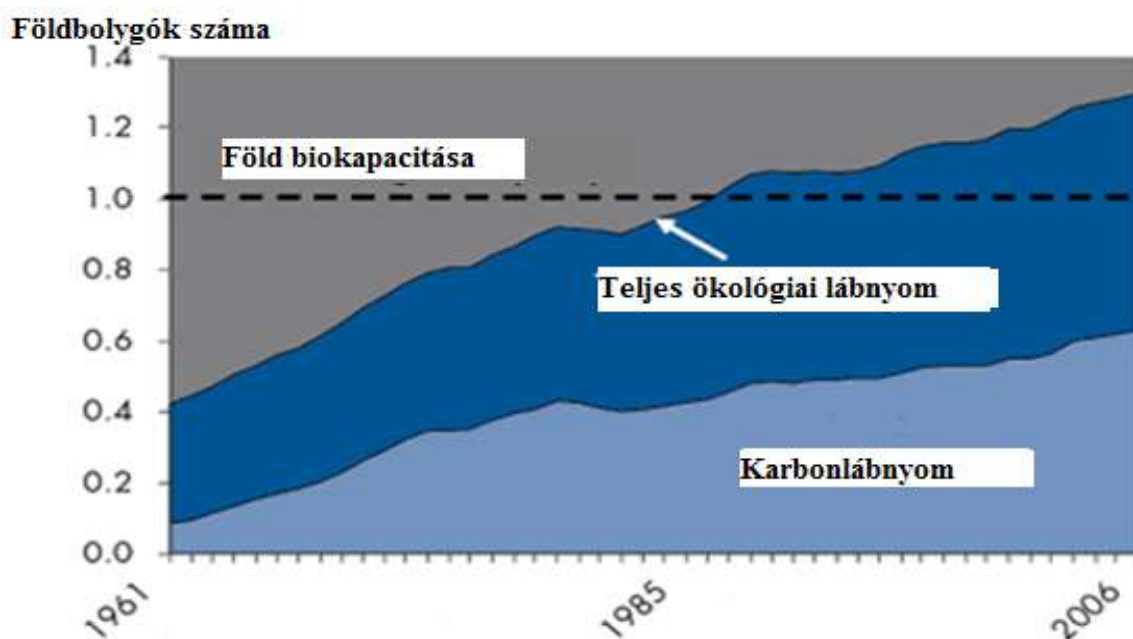
Gáz	Vegyjel	Élettartam (évek)	GWP Időhorizont		
			20 év	100év	500év
széndioxid	CO <sub>2</sub>		1	1	1
metán	CH <sub>4</sub>	12	56	21	6,5
dinitrogén-oxid	N <sub>2</sub> O	120	280	310	170
kén-hexafluorid	SF <sub>6</sub>	3200	16300	23900	34900
HFC 134-a		13,8	3300	1300	400

Forrás: UNFCCC alapján

Általánosságban elmondható, hogy karbonlábnyom alatt egy személy vagy szervezet teljes - direkt és indirekt - üvegházhatású gáz (ÜHG) kibocsátását értjük. Karbon lábnyoma lehet rendezvényeknek és a termékeknek, és szolgáltatásoknak is.

A teljes ökológiai lábnyomon belül a karbonlábnyom igen nagy területet foglal el, nem lehet figyelmen kívül hagyni, hiszen Földünk biokapacitásához tartozik (4.ábra).

4. ábra: Földünk biokapacitásának összetevői



Forrás: Global Footprint Network

A klímaváltozás egyre szorongatóbb jelenléte miatt egyre nagyobb az igény a karbonlábnyom elemzések készítésére a legkülönbözőbb területeken. Annak ellenére azonban, hogy igen széles körben alkalmazzák módszertanát, tudományos meghatározására sokáig nem született egységesen elfogadott változat. A karbonlábnyom az ökológiai lábnyom azon része, mely valamilyen jellegű tevékenység, személy, terület egység stb. által közvetlenül, vagy közvetett módon a levegőbe juttatott CO<sub>2</sub> összes mennyiségét méri, ill. azt a terület egységet, amely ezen CO<sub>2</sub> mennyiség semlegesítéséhez szükséges. (Thomas Wiedmann – Jan Minx, 2007)

#### 4.1. Karbonlábnyom számításához alkalmazható módszerek, adatbázisok, szabványok

Alapjában véve a karbonlábnyom számítási módszertanok két fajtáját különíthetjük el:

1. alulról induló folyamatelemzésen (process analysis, PA)
2. másik a felülről induló, (input-output analysis, IOA)
3. hibrid módszer

Az alulról induló folyamatelemzésen alapuló karbonlábnyom számítási módszertant szokták még „bottom up” módszertannak is nevezni. Ezt a módszertani megközelítést annak érdekében hozták létre, hogy lehetővé váljon a termék teljes életciklusán jelentkező kibocsátások, és környezeti hatások beazonosítása a termeléstől kezdődően egészen a végső felhasználásig. Ez a B2C típusú életciklus modell, vagyis a termelőtől a fogyasztóig (business to consumer, B2C) történő életciklus elemzés (Fogarassy, 2012b).

A módszertan alkalmazása során meg kell különböztetni elsőrendű, másodrendű környezeti hatásokat, illetve mellék effektusokat is. A kettős könyvelést minden esetben ki kell küszöbölni az alkalmazás során, de ehhez szükséges a kibocsátások pontos definiálása. Ez a módszertan nehezen, vagy ne alkalmazható nagyobb területi egységek pl. megyék, iparágak elemzésére, hiszen az ehhez szükséges adatgyűjtés nehézkes, és az elérhető adatok sok esetben nem homogének.

Az elemzések elvégzéséhez primer és szekunder adatok összegyűjtése szükséges, továbbá meg kell határozni a rendszerhatárokat is. Ennél a módszernél problémát jelenthet a hiteles adatokhoz való hozzáférés, illetve csupán ennek a módszernek az alkalmazása sok munkát igényel, ebből kifolyólag igen költséges eljárásnak tekinthető.

A felülről induló (top-down) megközelítés az előzőekben említettekkel ellentétben a nagy területegységeket lefedő aggregált adatok felhasználásával jut el a kisebb szintet képviselő tényezőkre való végső következtetés levonásáig, ahogy azt például a jelenérték (NPV) számítások esetében tehetjük (Fogarassy-Nábrádi, 2015). Ez a módszer jól alkalmazható nagyobb területek (országok, megyék, régiók) karbonlábnyomának elemzésére, továbbá nagyobb cégekre, termékcsoportokra, ágazatokra. Ez a módszer kevésbé idő- és energiaigényes, mint a „top up” módszer, így az alkalmazása költségkímélőbb.

A hibrid módszer az előző kettőnek az ötvözését jelenti, olyan szemléletben, hogy az egyes módszerek előnyei előtérbe kerüljenek, hátrányaik súlya pedig csökkenjen. Bármelyik módszert is választjuk mindenképpen különösen ügyelni kell az alulbecslésből, és a kettős könyvelésből adódó hibalehetőségekre.

A „top-up”, és a „top down” elemzések elvégzésére különféle szabványok adnak útmutatást:

1. *PAS 2050:2008 (előírás termékek és szolgáltatások üvegházgáz kibocsátásának életciklus elemzéséhez)*

A 2008 októberében életbe lépett PAS 2050:2008- at a Brit Szabványügyi Testület dolgozta ki a Defra, és a Carbon Trust közreműködésével. Alapját az életciklus elemzésen alapuló szabványok adták, az ISO 14040, és ISO 14044.

A következő területeken tartalmazott előírásokat:

Vállalatok számára, termékek, szolgáltatások előállításának segítéséhez:

- termékek és szolgáltatások üvegházgáz életciklus elemzése;
- termékek és szolgáltatások üvegházgáz életciklus elemzésén alapulva alternatív beszerzési források, termelési módok, nyersanyagok, szállítók kiválasztásának segítése;
- útmutató már bevezetett üvegházgáz csökkentési programokhoz;
- termékek és szolgáltatások üvegházgáz életciklus elemzésének összehasonlítása azonos, elismert, szabványosított módszer alapján;
- vállalati társadalmi felelősségvállalási jelentések segítése.

Termékek és szolgáltatások vásárlói számára:

- termékek és szolgáltatások üvegházgáz életciklus elemzésének összehasonlítása;
- üvegházgáz életciklus elemzések megértése vásárlói döntések segítéséhez.

2011-ben megtörtént a PAS 2050:2008 felülvizsgálata, az aktuális érvényben lévő előírás a PAS 2050:2011. Ez a dokumentum már kibővítette a figyelembe vett szabványok körét, az alábbiakat tartalmazza:

- BS EN ISO 14021 (Környezeti jelölésekre vonatkozó szabvány)
- BS EN ISO 14044:2006 (Életciklus elemzésre vonatkozó szabvány)
- IPCC 2006
- IPCC 2007

A PAS előírásai szerint az életciklus elemzésnek a termék előállítását követő 100 éves periódust kell figyelembe vennie oly módon, hogy a termék életciklusa során keletkező kibocsátásokat a 100 év kezdetén egyszeri kibocsátásnak kell tekinteni. Ez a kritérium nem vonatkozik a használatra, és az ártalmatlanításra. A PAS előírásai pontosan meghatározzák azt, hogy melyek azok a kibocsátási faktorok amelyeket figyelembe kell venni, melyek amiket nem, illetve meghatározza az elemzés módját, és módszerét. A PAS alapvetően az életciklus elemzés folyamat felmérési eljárásán (PA) alapul, az input –output elemzés kevésbé van jelen. A szabvány 2011-es felülvizsgálata javaslatot tesz a hibrid LCA alkalmazására.

2. *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard, és Corporate (Scope 3/Supply Chain)*

Ezen szabványokat a World Resources Institute (WRI) és a World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) közösen dolgozta ki 2009-ben. Az Accounting and Reporting Standard szabvány elsősorban PA elemzést alkalmaz, de másodlagosan az IOA elemzést is. Ez a szabvány a szervezet minden lehetséges közvetett kibocsátását figyelembe veszi, és megkülönbözteti a Scope 1- 2- 3-t (5.ábra).

5. ábra: Scope 1,2,3 emisszió típusai

	Scope 1	Scope 2	Scope 3
<b>Emisszió típusa</b>	Direkt Szervezeten belülről származó kibocsátások	Indirekt Villamos energia vásárlásból származó kibocsátások	Megvalósult Inputokba ágyazott kibocsátások
<b>Például</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energia előállítás</li> <li>• Ipari folyamatok</li> <li>• Szállításához használt üzemanyagok</li> <li>• Diffúz kibocsátások</li> <li>• Helyszíni hulladékok</li> </ul>	Energiafogyasztás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hulladékártalmatlanítás</li> <li>• Vásárolt anyagok</li> <li>• Üzleti utak</li> <li>• Termékek szállításához felhasznált üzemanyag</li> <li>• Kihelyezett tevékenységek</li> </ul>

Forrás: KPMG alapján saját szerkesztés

A Scope 1 szabvány foglalkozik a szervezet saját, vagy ellenőrzése alá tartozó direkt kibocsátásokkal, továbbá az üzemanyagok égéséből származó kibocsátásokkal.

A Scope 2 és 3 a közvetett, vagyis a szervezeten kívüli kibocsátással foglalkozik. A Scope 2-ben a különböző típusú energiafogyasztásokat veszik számításba, míg a Scope 3 az energián kívüli kibocsátási forrásokat veszi figyelembe.

3. *ISO 14067 (Carbon Footprint of Products), és ISO 14069 (Quantification and reporting of GHG emissions for organizations (Carbonfootprint of organization) -- Guidance for the application of ISO 14064-1 szabvány.*

Az ISO 14067 szabvány elsődlegesen a PA elemzést alkalmazza és másodlagosan az IOA elemzést is. Az ISO 14067-es szabvány jól alkalmazható a vállalatok, és a vállalati tevékenységből származó üvegházhatású gázok kalkulációjára. Ez a nemzetközi szabvány meghatározza mindazon elveket, és követelményeket, melyek egy termék

karbonlábnyomának kiszámításához szükségesek. A szabvány az ISO 14040, és ISO 14044-es életciklus elemzéshez kapcsolódó szabványokon alapszik. Az ISO 14067-es szabvány továbbá megfogalmazza a részleges karbonlábnyom számítás követelményeit, és útmutatást ad hozzá. A szabvány segítséget nyújt a termékekre vonatkozó részleges-, és teljes karbonlábnyom tanulmányok elkészítéséhez.

## **4.2. Karbonlábnyom címke, mint a környezeti címkék egy típusa**

A karbonlábnyom címke az öko- címkék egyik változatát képviselik. Az öko-címkézés egy piac alapú mechanizmus melynek két célja van: a gyártókat még környezetbarátabb termelésre ösztönözni, és a fogyasztóknak lehetővé tenni, hogy több „zöld” választási lehetőségük legyen. Annak ellenére, hogy elég különböző környezeti hatásokra fókuszálnak, az öko-címkék nagy többsége hasonló módon működik, hasonló alapelvek és célok alapján. Jellemző vonása az öko-címkéknek, hogy gyakran átláthatóságot, függetlenséget és *stakeholder(beszállító)* részvételt foglalnak magukban (Golden, 2010). Egy másik gyakori jellegzetessége az öko-címkék információ tervének az életciklus becslés alapelvek alkalmazása.

### **4.2.1. A környezeti címkézés célja**

A negatív külső környezeti hatások (externáliák) jelentős része az ipari tevékenységekre vezethető vissza. Az ipari tevékenységeket leginkább a fogyasztók, a fogyasztói szokások befolyásolják. Az utóbbi évek tendenciáit figyelembe véve elmondható, hogy egyre több az olyan nemzetközi szervezet, amely a fogyasztási szokások környezetre gyakorolt hatásaival is foglalkozik amellet, hogy az ipari termelési tevékenységeket is vizsgálja, mivel a *low-carbon*, azaz az alacsony anyag kibocsátású rendszerek csak nehezen alakíthatók ki (Fogarassy et al., 2015).

A fogyasztók vásárlásaik során kinyilvánítják preferenciájukat az egyes termékeket illetően, éppen ezért jut egyre nagyobb szerep a környezettudatos fogyasztás megismertetésének, és elterjesztésének. Még mindig hiányosak azok az ismeretek, ismeretanyagok, melyek a fogyasztókat segítenék abban, hogy környezettudatos döntéseket hozzanak vásárlásaikkor. Ezen ismeretanyagoknak jelentős szerepük van abban, hogy a fogyasztó a hasonló funkciót betöltő termékek, vagy szolgáltatások közötti választáskor az előnyösebb környezeti tulajdonságokkal rendelkezőt válassza.

A környezeti jelölések, környezeti címkék elsődleges feladata, hogy a vásárlók felé információt közvetítsen a termék, illetve a szolgáltatás környezeti tulajdonságairól, ezzel segítve a fogyasztót a környezettudatos döntések meghozatalában.

A környezeti címkék azt az információt juttatják el a fogyasztókhöz, hogy a termék kiváló minőségű, illetve a piacon lévő átlagos termékekhez képest az életciklusuk több szakaszában jelentős környezeti előnnyel rendelkeznek. Vagyis a jelzett termék használata elősegíti környezetünk szennyeződésének csökkentését (Golden S, 2010).

A környezeti védjegyek a termékeken jelölések formájában jelennek meg, és a termék kedvező környezeti tulajdonságait tanúsítják. Ezen védjegyek használati jogát pályázati úton



nyerhetik el a gyártók. Az öko-címkéket minősítési eljárás során ítélik oda a termelőnek/gyártónak, hogy azok termékeiken feltűntethessék azokat.

Az ISO 14020 három öko-címkézési típust határoz meg:

- Az I-es típusú öko-címkék hivatalosan elismert többoldalú önkéntes öko-címkék.
- A II-es típusú címkék gyártók, nagykereskedők, kiskereskedők és importőrök által létrehozott öntanúsítási eljárás alapján átesett öko-címkéket képviselnek
- III-as típusú környezeti jelölések (EPDs) független tanúsítási eljárás alapján.

#### **4.2.2. A környezeti címkékre vonatkozó szabványok**

A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) a tanúsítási eljárás alapján három különböző kategóriába sorolja a környezetvédelmi címkéket és nyilatkozatokat: I-es, II-es és III-as típus.

A címkézés alapelveit az ISO 14020-as szabvány kilenc pontban foglalja össze:

1. A címkék és nyilatkozatok legyenek pontosak, hitelesek, indokoltak és nem félrevezetőek;
2. Ne okozzanak szükségtelen akadályt a nemzetközi kereskedelemben;
3. Alapjuk a legújabb, kellően megalapozott, pontos és reprodukálható tudományos módszerek legyenek;
4. Minden vonatkozó információt hozzáférhetővé kell tenni az érdekelt felek számára;
5. Figyelembe kell venni a termék életciklusát;
6. Ne gátolja az innovációt;
7. Minimális adminisztrációval járjon;
8. Az érdekelt felek szabad konzultációja után konszenzusra törekedve működtessék;
9. Hiteles információt szolgáltatassanak a fogyasztóknak.

A termékekre vonatkozó, a termék/szolgáltatás teljes életciklusa alatt várható környezeti hatások értékelésén alapuló minősítéseket az MSZ EN ISO 14020 szabványsorozat foglalja keretbe (6.ábra).

6. ábra: Az MSZ EN ISO 14020 szabványsorozat elemei

Szabvány száma	A környezeti címke típusa	Meghatározás
MSZ EN ISO 14020	Környezeti címkék és nyilatkozatok – Általános elvek (ISO 14020: 2000)	
MSZ EN ISO 14024	I. típus Környezeti címkézési program (ISO 14024: 1999)	Önkéntes, több kritériumon alapuló, harmadik fél által működtetett program, amely felhatalmazást ad az környezeti címke megjelenítésére olyan termékeken, amelyek életciklus elemzés alapján környezeti előnyökkel rendelkeznek az adott termékcsoporton belül.
MSZ EN ISO 14021	II. típus Első fél általi környezeti közlemény (ISO 14021: 1999)	Környezeti közlemény, amelyet független harmadik fél bevonása nélkül a gyártó, forgalmazó vagy más olyan fél tesz, akinek feltehetően előnye származik a nyilatkozat megtételéből.
ISO/DIS 14025	III. típus Környezeti nyilatkozat	A termék számszerű környezeti adatai minősített harmadik fél által előre megállapított kategóriákban.

Forrás: ISO szabványok

Az öko-címkéket a kapcsolódó környezeti hatások száma alapján is lehet osztályozni, úgymint egyetlen jellegzetességen alapuló címkék, több jellegzetességen alapuló címkék, és környezeti termék nyilatkozat címkék.

#### **4.2.3. A karbonlábnyom címke előnyei a fogyasztók, és a vállalatok számára**

Hogyan tudnak a fogyasztók és cégek hasznot húzni a karbon címkézési sémából?

A karbon címkézés képessé teszi a fogyasztókat arra, hogy olyan terméket válasszanak, melynek kisebb a lábnyoma és így kevésbé járul hozzá a klímaváltozáshoz. A termék vagy szolgáltatás használati szakaszában a címke által hordozott információ jelentősen segíthet a tudatos fogyasztónak a termék vagy szolgáltatás környezetbarát módon történő használatával azok karbon lábnyomának csökkentésében. Ez a fajta címkézés nem csak arra ad lehetőséget a fogyasztóknak, hogy még fenntarthatóbb beszerzési döntéseket hozzanak, hanem arra is, hogy önmagukat politikai szereplőként értelmezve is kifejezzék álláspontjukat a környezeti viszonyokról, melyek hatással vannak mindannyiunkra.

Összegezve a karbon címkézés előnyeit a fogyasztók számára az alábbiakat látjuk:

- Képessé teszi a fogyasztókat klímabarát döntések meghozatalára.
- Utat mutat hogyan használjanak termékeket/szolgáltatásokat úgy, hogy kisebb legyen azok karbon lábnyoma
- Segít a fogyasztóknak, hogy politikai szereplőként értelmezzék magukat.

A karbon lábnyom mérés előnyei a vállaltok számára a termékeik karbon lábnyomának jobb megértésében, csökkentésében és kommunikációjában látható. Még pontosabban, ezáltal a vállalatok csökkenteni tudják a költségeiket az energia megtakarítás révén. Továbbá a jelentések szerint a karbon csökkentő stratégia alkalmazása növelheti az alkalmazottak elkötelezettségét és lojalitását.

Ezen előnyökön túl a karbon címkézés és lábnyommérés lehetőséget biztosít a vállalkozásoknak az üzleti kapcsolatok megerősítésére, mivel a cégeknek néha szükséges a beszállítóikkal és vásárlóikkal együttműködniük a termékek optimalizációjának érdekében.

A cégek számára a karbon címkézés használatának előnyei a következők lehetnek:

- Költségcsökkentés karbon csökkentésen és megnövelt energiahatékonyságon keresztül
- Az alkalmazottak elkötelezettségének és lojalitásának növelése
- Az üzleti kapcsolatok megerősítése
- Termék/szolgáltatás megkülönböztetés
- Márka/cég hírnevének javítása szabványügyi hatóságon és csökkentési kötelezettségen keresztül

#### **4.2.4. Carbon Trust címke**

A Carbon Trust címkéje (7.ábra) az egyik legelterjedtebb karbonlábnyom jelölés, melyet a nagyvállalatok használnak. A Carbon Trust címkét azon vállalatok használhatják, akik a minősítési eljáráson keresztül estek. Ahhoz, hogy ezt tudják teljesíteni figyelembe kell venniük a karbonlábnyom címkézésre vonatkozó szabványokat, és alapelveket, melyeket a Carbon Trust előír számukra, mindenben együtt kell működniük a Carbon Trusttal.

A tanúsítási eljárás lépései az alábbiak:

- karbonlábnyom mérés
- tanúsítás,
- karbonlábnyom csökkentése
- kommunikáció

7. ábra: Carbon Trust címke



Forrás: Carbon Trust, 2016

Karboncímket használó vállalatok közül néhány:

- Innocent Drinks
- HBO
- Coca cola
- Aviva
- Tesco
- Cadbury
- British Sugar

Marketing szempontból a karbon címkézés egyfajta megkülönböztető stratégiának tekinthető, ami a versenyben erős fegyvertényező lehet. A vállalkozások kommunikálhatják a nyilvánosság felé az elkötelezettségüket a termékeik/szolgáltatásaik karbon lábnyomának csökkentése irányába. A saját termékekre bevezetett karbon címkéssel a cég jelzi a fogyasztók, valamint az üzleti partnerek felé környezeti és társadalmi törődését. Ez az üzleti stratégia pozitívan hozzájárul a márka/a cég hírnevéhez.

### 4.3. Karbonlábnyom számítási esettanulmány

A karbonlábnyom számításhoz az Umberto for Carbon Footprint szoftver kerül alkalmazásra. A szoftver az Ecoinvent, és a PAS 2050 adatbázisait tartalmazza. Mindkét adatbázis hivatalosan is elfogadott adatokat tartalmaz. Az adatbázisokban az egyes alapanyagok, termékek CO<sub>2</sub> egyenértékben meghatározott értékei szerepelnek meghatározott egységekre vetítve. A direkt kibocsátások esetében a CO<sub>2</sub> lábnyom a GWP-nek megfelelően van meghatározva, indirekt kibocsátások esetében pedig a karbonlábnyom CO<sub>2</sub> egységekben. Az Umberto for Carbon Footprint szoftverben az anyag lehet alapanyagként meghatározott (polypropylene), vagy folyamat/ tevékenységben részt vett anyagként (polypropylene ártalmatlanítás). Ezekhez megadják a hozzájuk tartozó értékeket.

A karbonlábnyom számítás során felhasználhatjuk ezeket a beépített adatbázisokat, de ahogy haladunk előre a feladatok során egyéb kiegészítő adatokra/adatbázisokra is szükségünk lesz. Ezeket az adatokat nemzetközi, illetve hazai szakirodalmakból, tanulmányokból szerezhetjük meg, de ha hivatalos adatbázisokhoz szeretnénk jutni, akkor minden további adatbázis beszerzése költségvonzattal jár.

Az Ecoinvent és a PAS 2050-es adatbázisok, amiket a program felhasznál jól használhatóak, viszont tudni kell, hogy a legtöbb adat nemzetközi, vagy európai átlagot tükröz, és csak néhány esetben található meg az adott országra számított országspecifikus CO<sub>2</sub> érték. Ezt a karbonlábnyom számításkor feltétlenül szem előtt kell tartanunk.

Amikor kitűzzük a karbonlábnyom számításának célját mindenképpen tisztázni kell, hogy megfelelőek-e az átlagolt adatok, vagy néhány esetben csak más szomszédos ország adatai, vagy mindenképpen hazai adatokra van szükség az elemzés elkészítéséhez. Minden felhasznált külső adat esetében meg kell győződnünk annak hitelességéről, hiszen, ha nem hiteles adatokkal dolgozunk, az egész karbonlábnyom számítási tanulmányunk értéktelenné/hiteltelessé válik. Az adatminőségre vonatkozó kritériumok megegyeznek az életciklus elemzésnél található kritériumrendszerrel.

#### Rendszerhatárok kijelölése

Az Umberto for Carbon Footprint életciklus elemzésen alapuló karbonlábnyom számítási módszertannal dolgozik. A karbonlábnyom számítás első lépéseként meg kell határoznunk az adott termék, vagy szolgáltatás életciklus fázisait. A program felajánl többféle alap életciklus sablont, melyek a számítási folyamat során dinamikusan változtathatóak a felmerülő igények függvényében. A programba épített életciklus sémák megfelelnek a PAS 2050-ben foglalt kritériumoknak.

Az alap életciklus modell lehet B2C típusú, azaz Business to Consumer, vagyis az egész termék életciklust felölelő elemzés, melynek részei (8.ábra):

- alapanyag
- gyártás
- elosztási folyamatok
- felhasználás
- hulladékkezelés/ártalmatlanítás

8. ábra: B2C típusú életciklus modell



Forrás: Saját szerkesztés

Egy másik integrált életciklus modell is megtalálható a programban, mely ugyancsak a PAS 2050-ben foglaltaknak megfelelő a B2B, azaz business to business típusú életciklus felépítése. Ilyen típusú életciklust a közbenső termékek, beszállított alapanyagok esetében szoktak felépíteni. Ennek részei (9.ábra):

- alapanyag
- gyártás
- elosztás

9. ábra: B2B típusú életciklus modell



Forrás: Saját szerkesztés

Ezen életciklus fázisok is további bővítésre szorulhatnak a tanulmány, illetve a karbonlábnyom számítási folyamat során, de kiemelkedő fontosságú, hogy mindenképpen megfelelőképpen kerüljön dokumentálásra az, hogy miért kellett bővíteni a rendszerhatárokat, milyen adatok kerültek be a számítási folyamatba. Erre a tanulmány hitelessége miatt van szükség.

### ***Funkció egység és referencia áram***

A funkció egység az LCA tanulmányokban kiemelkedő jelentőségű. Az ISO 14040:2006 szabvány az alábbi módon definiálja: „Egy termékrendszer mennyiségileg kifejezett teljesítése, amelyet az életciklus-értékelési tanulmány viszonyítási egységként használ”.

A funkció egységek képezik az összehasonlíthatóság alapját az egyes termékeknek, szolgáltatásoknak, melyek ugyanazt a feladatot látják el, és azonosak a rendszerhatáraik. Mivel a karbonlábnyom számítás általában egy termékre, vagy szolgáltatásra készül a funkció egység úgynevezett referencia áramra vonatkozik. Ez a referencia áram/referencia egység lehet pl. egy üveg üdítőital, de megszabható ez a mennyiség nem csak darabra, hanem mértékegységre is, megadhatjuk ennek az értékét, pl. 2 liter üdítő ital. Számításaink szempontjából nagyon fontos, hogy egyértelműen megadjuk a funkció egységet, illetve a referencia áramot/ egységet, hiszen nem mindegy, hogy minek a karbonlábnyomát kívánjuk kiszámolni a fenti példánál maradva 1 üveg üdítőital, vagy 2 liter üdítőital az aminek a karbonlábnyomára kíváncsiak vagyunk.

### **Tevékenységre vonatkozó adatok, és az emissziós faktorok**

Az életciklus fázisaiban mind a direkt, mind az indirekt kibocsátásokat figyelembe kell venni a karbonlábnyom számításakor.

Indirekt kibocsátásokat a termékkel, szolgáltatással összefüggésben az energia kiadások, gyártási folyamatok okozhatnak. Ezek az indirekt jellegű kibocsátások az alapanyagokhoz kapcsolódóan például jelentkezhetnek a szállítás, átalakítási folyamatok, hulladékkezelési, hulladék elszállítási, és hulladékártalmatlanítási folyamatok során. A termékek felhasználásakor szintén jelentkezhetnek ezen indirekt jellegű kibocsátások.

Az indirekt kibocsátásokon kívül minden folyamatban figyelembe kell venni az egyes direkt jellegű kibocsátásokat is. A direkt kibocsátások jelentik az üvegház hatású gázok kibocsátását a termék életciklusa során. A teljes életciklus elemzéstől eltérően a karbonlábnyom számításakor csak a termékhez/szolgáltatáshoz kapcsolódó direkt, és indirekt kibocsátások kerülnek számításra.

A direkt kibocsátások esetében az IPCC útmutatása szolgál alapul, mely 63 üvegházhatású gáz jellemzőit írja le. Indirekt kibocsátások esetében CO<sub>2</sub> egyenértékekkel számolunk a termékek, és szolgáltatások esetében, melyeket az ecoinvent adatbázisban megtalálhatunk.

Esettanulmányunkban egy műanyag játékpapagáj karbonlábnyomának kiszámítása volt a cél.

Az alábbi 10. ábrán látható a gyártásra kerülő papagáj:

10. ábra: Legyártásra kerülő játékpapagáj



Forrás: Umberto 1.0

A papagáj alapanyaga fröccsöntött műanyag, de további alkatrészekre is szükség van a legyártásához, úgy mint elemek, LED, nyomtatott áramkör, csomagolóanyag. A papagájok legyártása Kínában történik, csomagolják majd a rotterami kikötőbe szállítják hajón, ami 19500 km hajóutat jelent. A hajókikötőből még 100 kilométert kell közúton szállítani a papagájokat a rendeltetési helyükre.

Szükséges alapadatok a modell felépítéséhez:

### 1. *életciklus fázis: Alapanyagok*

Szükséges papagáj alapanyagok:

- polysteryne
- 2\*AA elem( 4.41553 CO2-1 kg elemhez)
- 1\*LED
- circuit board (áramkör)
- csomagolóanyag

A papagáj életciklus modellje egy 5 fázisú életciklus modell lesz. Ezeket az életciklus fázisokat kell feltölteni adatokkal a rendelkezésre álló adatbázisok alapján. Az életciklus elemzés kritériumának megfelelően meg kell adnunk a referencia egységet, ami esetünkben egy darab papagáj súlya lesz, ami 172 gramm. A referencia egység ennek megfelelően a papagáj lesz, vagyis erre történik majd a számítás.

Az életciklus modell első fázisában kerül sor az alapanyagok kiválasztására, és a hozzájuk tartozó CO2 értékek modellbe illesztésére. Az Umberto adatbázisában könnyen kiválaszthatóak a szükséges alapadatok a rendelkezésre álló adatbázisokból:

Az alapanyagok inputjai:

- polysteryne, general purpose, GPPS, at plant –poliszetinhez
- light emitting diode, LED, at plant GLO-LEDhez
- printed wiring board, mixed mounted, unspec. solder mix at plant GLO- áramkörhöz
- polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, at plant RER-PEThez
- folding boxboard, FBB at plant RER-csomagolóhoz
- corrugated board, recycling fibre, single wall, at plant RER –kartonhoz

Az első életciklus fázisban megadásra kerülnek az input áramok, amelyek majd a papagáj gyártás alapanyagaként kerülnek be a termék életciklusába.

Az input anyagok jelölése az alábbi módon történik (11.ábra):

11. ábra: Inputanyagok jelölése a szoftverben



Forrás: Umberto tutorial

### 2. *Életciklus fázis: gyártás*

A papagáj gyártása fröccsöntési eljárással valósul meg. Ehhez a folyamat egységhez fog tartozni egy „process”, vagyis egy folyamat dobozka. A fröccsöntéshez egy papagáj legyártásához szükség van: 119 gr. polysteryne-re, továbbá a folyamat energiaigénye 0.9 kwh energia 1 kg polysterynere vetítve. Mivel a termék Kínában kerül legyártásra, ezért az adatbázisból a kínai energia mixre vonatkozó adatot kell majd felhasználnunk, hiszen az a



hely specifikus adat. A fröccsöntési fázist követi a termék összeszerelési folyamata, melynek input anyagai a következők:

- AA elemek 2db. 2\*26 gr
- led: 0,35 gr.
- műanyag elemek: 119 gr.
- nyomtatott áramkör (printed wiring board): 0.65 gr

A gyártási folyamatot követő összeszerelés után a papagáj tömege 172 gramm lesz a modell elején beállított referencia áramnak megfelelően.

A gyártási folyamathoz tartozik a csomagolás is, mely folyamatban 1 db papagáj csomagolásához kell: 22dkg karton (folding boxboard)+buborékfólia(blisters)( 14g PET+0,9 kwh energia). Az elkészült csomagolt papagájok nagyobb kartondobozokba kerülnek, hogy szállítás közben ne sérüljenek az alábbi módon: 1 kartonba 20 db papagáj+ 500 gr hullámpapír kerül. Az életciklus ezen szakaszában a csomagolási folyamathoz szükséges anyagok az alábbiak, melyeket a beépített adatbázisból lehet kikeresni:

- corrugated board 25gr
- electricity mix: 0,01 kwh
- folding boxboard: 22gr
- parrot: 172gr
- polyethylene tereph. 14 gr.

A folyamatból kikerülő végtermék a csomagolt papagáj lesz( 12.ábra), melynek súlya a csomagolóanyaggal együtt 233gr.

12. ábra: Csomagolt papagáj



Forrás: Umberto tutorial

### 3. Életciklus fázis: Elosztás

Mivel a papagájokat Kínában gyártják, a rotterami kikötőbe kell szállítani hajóval, mely 19500 kilométert jelent. Innen a papagájok 100 km közúti szállítás után kerülnek a rendeltetési helyükre.

Rendszerbe kerülő input anyagok:

- disposal, packaging cardboard, 19,6% water to municipal incineration
- disposal polyethylene terp. 0,2% water to municip. incin.
- transport, transoceanic

- transport lorry 16-32 t, EURO 4

A szállításhoz használt kartonok miután már nincs rájuk szükség a 20 kilométerre található megsemmisítési helyre kerülnek, melynek ugyancsak lesz kibocsátási tényezője, melyet figyelembe kell venni.

#### 4. Életciklus fázis: Felhasználás

Ebben az életciklus fázisban történik meg a termék fogyasztóhoz történő eljuttatása. Ehhez szükség van a papagájra, a hozzá tartozó elemre, illetve kapcsolódik hozzá szállítási tevékenység is. Amit ugyancsak számításba kell vennünk, az az, hogy a papagáj működéséhez szükség van elemekre is, melyeket szintén Kínából hoznak be. A termék életciklusa során 5 elemcserével kell számolni, mely a termék esetében 10 darab elemet fog jelenteni a teljes életciklusra vetítve.

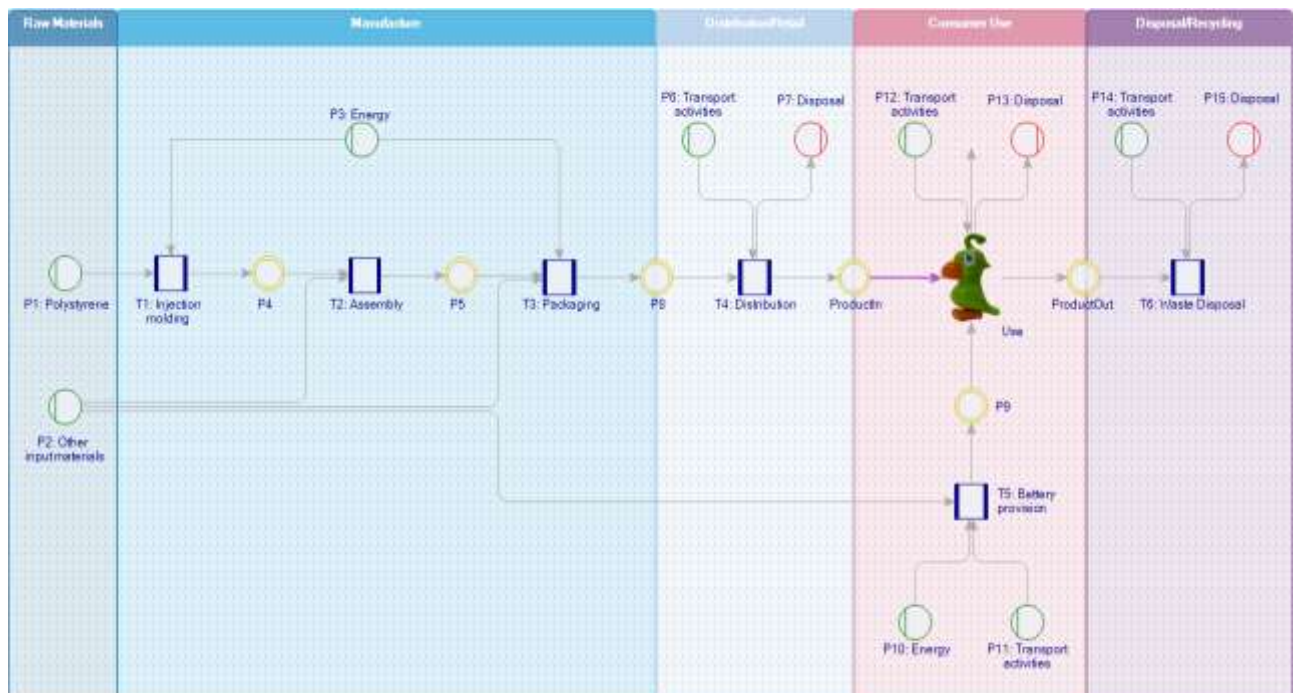
#### 5. Életciklus fázis: Hulladékkezelés, ártalmatlanítás

Az életciklus legutolsó fázisában foglalkozunk az elhasznált anyagok, hulladékok megsemmisítésének, ártalmatlanításának lehetőségeivel. Amit szem előtt kell tartani, hogy itt is kapcsolódik a tevékenységhez szállítási folyamat is, továbbá:

- műanyag elemek/alkatrészek hulladékai
- LED hulladéka
- elemek hulladékai
- nyomtatott áramkör hulladékai

A papagáj teljes életciklusa a programmal felépítve az alábbiak szerint alakul (13.ábra):

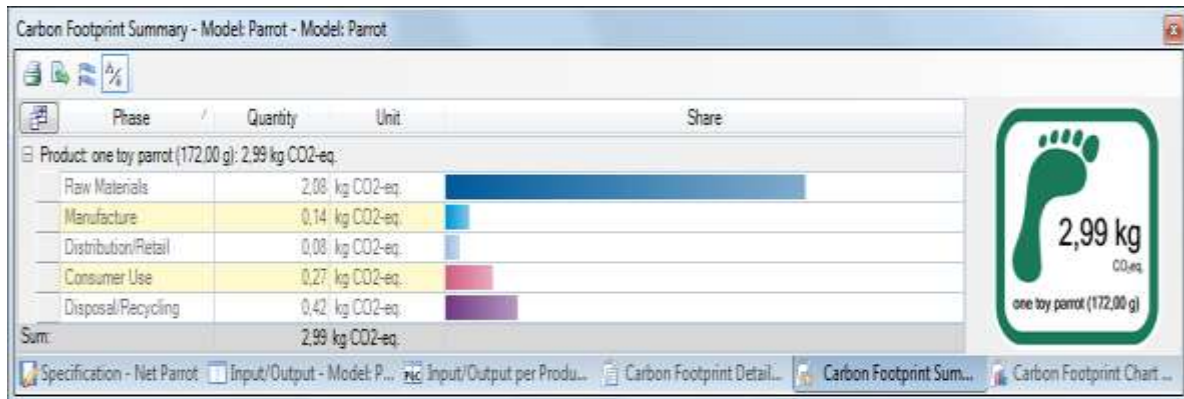
13. ábra: Teljes papagáj életciklus Umberto szoftverrel



Forrás: Umberto tutorial

Miután felépítettük a papagáj teljes életciklusát, feltöltöttük a hozzá tartozó adatbázissal kiszámíthatóvá válik a papagáj karbonlábnyoma (14.ábra).

14. ábra: Karbonlábnyom számítás eredménye



Forrás: Umberto tutorial

A program segítségével meghatározhatóak az egyes életciklus szakaszokhoz tartozó kibocsátások, mely segítségével, ha csökkenteni szeretnénk, láthatjuk, hogy melyik az a fázis ahol a legnagyobb mértékű a kibocsátás.

## 5. Következtetések, javaslatok

A fenntarthatóság napjainkban igen elterjedten használatos kifejezés, viszont sokan nincsenek tisztában a fogalom igazi jelentésével és jelentőségével, és azzal, hogyan kellene úgy élni, hogy a környezetünkre ne gyakoroljunk jelentős terhet. A fenntartható fejlődés szempontjából kiemelt jelentőségű, hogy a termékek illetve szolgáltatások esetében is azok teljes életciklusát vegyék figyelembe, mely elengedhetetlenül fontos ahhoz, hogy számszerűsíteni tudjuk azok környezetre gyakorolt hatásait, és ennek megfelelően tudjuk döntéseinket meghozni. A mindennapi döntések meghozatalakor nem csak arra kell figyelni, hogy a termék milyen módon került előállításra (tervezés, logisztikai folyamatok, gyártási folyamatok, csomagolás, forgalmazás stb.), hanem arra is, hogy hogyan lehetséges a keletkezett termék hulladékkezelési rendszerekbe integrálását megoldani.

Az életciklus elemzés további változata a karbonlábnyom számítás, mely segítségünkre szolgál abban, hogy meghatározzuk egy-egy termék vagy szolgáltatás esetében azt, hogy mennyi üvegházgáz kibocsátása köthető az adott termékhez. Fontos ezeknek a rendszereknek a vizsgálata, hiszen úgy hozhatunk a jövőnkre és a Föld jövőjére nézve felelős döntést, ha a szükséges információk birtokában vagyunk. A kézikönyvben ismertetett

módszerek alkalmasak arra, hogy segítse az erőforrás-felhasználás racionalizálását, és rávilágítson a módszertan alkalmazásával azokra a lehetséges javítási pontokra ahol hatékonyság növekedés érhető el.

### **Felhasznált források:**

1. Carbon Trust (2016) - Carbon Trust Certification, London, 2016 URL: [www.carbontrust.com](http://www.carbontrust.com) and <https://www.carbontrust.com/media/602844/carbon-trust-certification-overview.pdf>
2. Fogarassy Cs. (2012a): Karbongazdaság (low-carbon economy). Monográfia. L'Harmattan Kiadó, Budapest, 2012, ISBN: 978-963-236-541-1 pp. 253 URL: [http://www.harmattan.hu/konyv\\_972.html](http://www.harmattan.hu/konyv_972.html)
3. Fogarassy Cs. (2012b): Karbongazdaság (low-carbon economy). Monográfia. L'Harmattan Kiadó, Budapest, 2012, ISBN: 978-963-236-541-1 pp. 136-140 URL: [http://www.harmattan.hu/konyv\\_972.html](http://www.harmattan.hu/konyv_972.html)
4. Fogarassy C. - Nábrádi A. (2015): Proposals for low-carbon agriculture production strategies between 2020 and 2030 in Hungary APSTRACT - APPLIED STUDIES IN AGRIBUSINESS AND COMMERCE Vol. 9 Issue 4, pp. 5-16. DOI: 10.19041/APSTRACT/2015/4/1
5. Fogarassy, C. – Horvath, B. – Szoke, L. – Kovacs, A. (2015): Low -carbon innovation policy with the use of biorenewables in the transport sector until 2030 - Apstract - Applied Studies in Agribusiness and Commerce 9:(4) pp. 49 Link: DOI: 10.19041/APSTRACT/2015/4/6
6. Fogarassy, C. – Lukács, Á. – Nagy, H. (2008): Potential benefits of linking the Green Investment Scheme of the Kyoto Protocol with institutional voluntary markets like the Chicago Climate Exchange In: ENVECON - UK Network of Environmental Economics: London, Nagy-Britannia, 2008. pp. 10
7. Global Footprint Network,  
URL: [http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/carbon\\_footprint/](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/carbon_footprint/)
8. Golden, S. J. (2010)An Overview of Ecolabels and Sustainability Certifications in the Global Marketplace, URL: <https://center.sustainability.duke.edu/sites/default/files/documents/ecolabelsreport.pdf>
9. Integrated Product Policy (2016) URL: <http://ec.europa.eu/environment/ipp/>
10. ISO 14042:1999 Életciklus-elemzés. Az életciklus hatáselemzés
11. ISO 14067 (Carbon Footprint of Products),
12. ISO 14069 (Quantification and reporting of GHG emissions for organizations
13. KPMG report: Managing Financial Impacts and Reporting of Carbon Emissions, URL: [http://www.group100.com.au/publications/KPMG\\_G100-Managing-financial-impacts-reporting-carbon-emissions200909a.pdf](http://www.group100.com.au/publications/KPMG_G100-Managing-financial-impacts-reporting-carbon-emissions200909a.pdf)

14. Kyoto Protocol to the United Nations Framework – Convention on Climate Change,
15. MSZ ISO 14040: 1997 Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Alapelvek és keretek (ISO 14040:1997)
16. MSZ ISO 14041:1998 Életciklus-elemzés. A cél és a tárgy meghatározása, leltárelemzés
17. MSZ ISO 14043:2000 Életciklus-elemzés. Az életciklus értelmezése
18. MSZ ISO 14044: 2006 Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Követelmények és útmutató.
19. Nature Solutions: Carbon footprint Calculations and Life cycle Analysis. URL: <http://www.naturesolutions.org/pdf/C%20footprint.pdf>
20. PAS 2050: 2011 szabvány URL: <http://www.bsigroup.com/upload/Standards%20&%20Publications/Energy/PAS2050.pdf>
21. PAS 2050:2008 szabvány
22. Rubik F.; Scholl G.(2002): Integrated Product Policy (IPP) in Europe-a development model and some impressions. Journal of Cleaner Production, Volume 10, Number 5, pp. 507-515
23. Sára B. (2010): Az életciklus felmérés lépései, URL: [http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/LCA%20I%C3%A9p%C3%A9sei\\_0.pdf](http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/LCA%20I%C3%A9p%C3%A9sei_0.pdf)
24. Umberto for Carbon Footprint Tutorial
25. Umberto for Carbon Footprint Users Manual
26. UNFCCC, <http://unfccc.int/2860.php>
27. Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends: Chapter 1, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. URL: [https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=5999](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999)

## Melléklet

*1.számú melléklet: Életciklus-értékelés során alkalmazott fogalom meghatározások a nemzetközi szabványnak megfelelően*

### **Hozzárendelés:**

Egy modul bemenő vagy kimenő áramának szétosztása a tanulmányozott termék rendszerében.

### **Összehasonlító állítás:**

Valamely termék értékeesebb voltáról vagy egyenértékűségéről szóló környezeti állítás egy versenyben álló ugyanolyan funkciót betöltő termékhez képest.

### **Elemi áram:**

A tanulmányozott rendszerbe belépő anyag vagy energia, melyet előzetes emberi átalakítás nélkül vettek ki a környezetből.

A tanulmányozott rendszert elhagyó anyag vagy energia, melyet további emberi átalakítás nélkül bocsátanak ki a környezetbe.

### **Környezeti tényező:**

Egy szervezet tevékenységének, termékeinek vagy szolgáltatásainak olyan eleme, amely kölcsönhatásba léphet a környezettel.

### **Funkcióegység:**

Egy termékrendszer mennyiségileg kifejezett teljesítése, amelyet az életciklus-értékelési tanulmány viszonyítási egységként használ.

### **Bemenet:**

Modulba belépő anyag vagy energia (az anyag lehet nyersanyag vagy termék)

### **Érdekelt fél:**

Egy termékrendszer környezeti teljesítésében vagy az életciklus értékelés eredményében érintett vagy általa befolyásolt személy vagy csoport.

### **Életciklus:**

Egy termékrendszernek egymás után következő, egymáshoz kapcsolódó szakaszai a nyersanyag beszerzésétől vagy a természeti erőforrás keletkezésétől a végső hulladék lerakásig.

### **Életciklus értékelés, LCA:**

Egy termékrendszerhez tartozó bemenet, kimenet és a potenciális környezeti hatások összegyűjtése és értékelése a termék teljes életciklusa során.

### **Az életciklus hatás értékelése:**

Az LCA-nak azon szakasza, melyben a cél egy termékrendszerben szereplő potenciális környezeti hatások nagyságának és jelentőségének megismerése és kiértékelése.

### **Az életciklus értelmezése:**

Az életciklus értékelésnek az a szakasza, amelyben a leltár elemzésének vagy a hatások értékelésének vagy mindkettőnek megállapításait összevetik a kitűzött céllal és tárgykörrel, hogy következtetéseket vonjanak le és ajánlásokat tegyenek.

**Az életciklus leltárelemzése:**

Az életciklus értékelésnek az a szakasza, amely magában foglalja a bemenetek és a kimenetek felsorolását és mennyiségi meghatározását egy adott termékrendszerre nézve, annak teljes életciklusára.

**Kimenet:**

A modulokból kilépő anyag vagy energia (az anyag tartalmazhat nyersanyagot, közbenső terméket, terméket, kibocsátást, hulladékot).

**Értékelő:**

Az életciklus értékelést végző személy vagy csoport.

**Termékrendszer:**

Anyag és energiaáramok révén összekapcsolt modulok összessége, mely egy vagy több meghatározott funkciót lát el.

**Nyersanyag:**

Elsődleges vagy másodlagos anyag, melyet egy termék előállításához használnak.

**Rendszerhatár:**

A termékrendszernek és a környezetnek vagy más termékrendszereknek az érintkezési helye.

**Áttekinthetőség:**

Az információ nyílt, átfogó és érthető bemutatása.

**Modul:**

Egy termékrendszer legkisebb része, amelyre nézve adatokat gyűjtenek, ha életciklus értékelést végeznek.

**Hulladék:**

A termékrendszer minden olyan kimenete, amely lerakásra kerül.

**Melléktermék:**

Ugyanabból a modulból származó két vagy több termék bármelyike.

**Adatminőség:**

Az adat olyan jellemzője, mely képessé teszi az adatokat arra, hogy megfeleljenek az előírt követelményeknek.

**Energiaáram:**

Egy modul vagy termékrendszer bemenete vagy kimenete energiaegységekben kifejezve.

**Nyersanyag energia:**

A termékrendszerbe bemenő nyersanyag égéshője, amelyet nem használnak fel a termékrendszer energiaforrásaként.

**Végtermék:**

Olyan termék, amely felhasználása előtt már nem igényel további átalakítást.

**Szivárgásból származó emisszió:**

Levegőbe, vízbe vagy talajba irányuló szabályozatlan emisszió.

**Közbenső termék:**

Egy modul bemenete vagy kimenete, amely további átalakítást igényel.

**Folyamatenergia:**

Egy modulhoz szükséges energiabemenet, amely a folyamat vagy a berendezés működéséhez kell, a kérdéses folyamaton belül, kivéve ezen energia előállításához és szállításához szükséges energiabemenetek.

**Referenciaáram:**

Adott termékrendszerben a folyamatokból származó, a funkció teljesítéséhez szükséges kimenetek mértéke, funkcionális egységenként.

**Érzékenységelemzés:**

Módszeres eljárás annak beclésére, hogy a választott módszerek és adtok milyen hatással vannak egy tanulmány eredményére.

**Bizonytalanságelemzés:**

Módszeres eljárás annak a bizonytalanságnak a megállapítására és számszerűsítésére, melyet az LCA eredményeiben a bemenetek bizonytalanságának és az adatok változékonyságának egymást erősítő hatása okoz.