

BARNA Zsolt – GELEI Andrea

A SZÉNLÁBNYOM MÉRÉSE

FÓKUSZBAN A KÖZÚTI ÁRUSZÁLLÍTÁS ÉS RAKTÁROZÁS

Mai világunkban egyre több olyan erőforrást élünk fel, amelyek hatását az otthonunknak számító Föld egyszerűen már nem képes helyreállítani. Ebben számos jelenség mellett a gazdaság globalizációja, az élesedő versenyhelyzet, a fogyasztói társadalom további térnyerése, ebből adódóan pedig a logisztikai folyamatok intenzitásának növekedése kulcsszerepet játszik. A logisztikát érő kritikáknak ösztönözniük kell a vállalatok szakembereit arra, hogy változtassanak ezen. Ehhez elengedhetetlen a jelenlegi működés szénlábnyomának mérése. Csak a jelenállapot felmérése szolgálhat alapjául a fejlesztéseknek. A szerzők tanulmányának célja a szénlábnyomszámítás egy gyakorlati alkalmazásának ismertetése. Esettanulmány jelleggel bemutatják egy nagy nemzetközi vállalat hazai leányvállalatának a szénlábnyom-számítása során alkalmazott módszertanát. A számítások során a vállalat disztribúciós logisztikai folyamataira fókuszálnak, kiemelten vizsgálták a közúti szállítás és a raktározás széndioxid-kibocsátását. Számításaikban igyekeztek pontosak lenni, a hazai energiamixre számolt legfrissebb konverziós faktorokkal számoltak. Meggyőződésük, hogy az ilyen esettanulmányok hasznosak, hiszen a bemutatott módszertan mintául, útmutatásul szolgálhat további vállalatok számára. Reményeik szerint ezzel segíthetik, hogy minél több hazai vállalat kezdje el széndioxid-kibocsátásának szisztematikus és tudományos alapokon nyugvó mérését.¹

Kulcsszavak: logisztika, szénlábnyom, módszertan, esettanulmány

A mai, válságokkal tarkított, mégis fejlődő, ezért továbbra is fogyasztásorientált világban egyre több és több olyan erőforrást élünk fel, amelyek hatását az otthonunknak számító Föld egyszerűen már nem képes helyreállítani. Manapság talán már nincs is olyan ember, aki ne hallott volna, vagy ne lenne érintett a globális felmelegedésben és a környezeti problémákban (Kerekes és szerzőtársai, 2001; Kerekes – Szlávik, 2003; Cuthbertson, 2011; Bárh-Fehér, 2012). Nem mehetünk el tétlenül amellett, hogy a logisztika fontos szerepet tölt be az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásában. A logisztikát érő kritikáknak ösztönözniük kell a vállalatokat és szakembereiket, hogy megalapozott számításokat végezzenek. Enélkül a logisztika negatív környezeti hatásainak jelentősége alá is becsülhető, ami nem jelenthet reális kiindulási alapot valós és sikeres fejlesztési programok számára. Tanulmányunk témaköréül ezért egy esettanulmányon keresztül a közúti áruszállítási és raktározási folyamatok széndioxid-kibocsátásának, szénlábnyomának vállalati szintű

számszerűsítését választottuk. A szénlábnyom számításával kapcsolatban az elmúlt időszakban számos hazai (Csutora – Dobos, 2012) és nemzetközi szerző is foglalkozott. (A Journal of Cleaner Production című nemzetközi folyóirat 2012-es novemberi száma teljes egészében e témakörrel foglalkozik.) Mégis ritka, amikor valós adatok felhasználásával konkrét vállalat szénlábnyomának számítására és publikálására kerül sor. Cikkünkben mi erre vállalkozunk. Egy valós – bár elemzésünkben fiktív néven (FMCG-Frigo Kft.) szereplő – hazai multinacionális nagyvállalat esettanulmányán keresztül bemutatunk egy átfogó, konkrét módszertant, majd a kapott eredmények tükrében értékeljük ennek alkalmazhatóságát. Megalapozott információk birtokában a vállalati döntéshozók irányítottan tudják a logisztikai folyamatokat fejleszteni ott, ahol a legnagyobb kibocsátáscsökkenés érhető el. Természetesen a realitás keretei között maradva.

A szénlábnyommal kapcsolatos fogalmi és elméleti keret bemutatása után röviden felvázoljuk az FMCG-

VEZETÉSTUDOMÁNY

Frigo Kft. belső működését. Ezután bemutatjuk a vállalat által a raktározásra és ún. másodlagos szállításra alkalmazott széndioxid-kibocsátás számítási módszer-tanát.

A szénlábnyom elemzése

A gazdasági – benne a logisztikai – folyamatok negatív környezeti hatásainak csökkentésére vonatkozó törekvések egyik első lépése, hogy a szereplők megpróbálják felmérni és meghatározni a tevékenységük által generált széndioxid-kibocsátást és az ebből adódó környezetterhelés mértékét. Ezáltal azonosítani, majd fejleszteni is lehet a legnagyobb kibocsátással járó folyamatokat. A szakirodalomban ezt a folyamatot nevezik Carbon Footprint – magyarul szénlábnyom – elemzésnek.

E fogalomnak a mai napig nincs egységes meghatározása. Azon túl, hogy az emberi tevékenységek által kibocsátott, a klímaváltozásért felelős gázok állnak a középpontjában, nincsen egyértelmű konszenzus arra vonatkozóan, hogy ezeknek a gázoknak a kibocsátását és ezzel az okozott környezeti terhelést hogyan, mi alapján mérjék és számszerűsítsék. Nem egyértelmű még az sem, hogy a szénlábnyomelemzés során csupán a szén-dioxid (CO₂) kibocsátást mérjék, vagy figyelmet fordítsanak a többi üvegházhatású gáz (pl. metán) kibocsátására is.

Egy vállalat széndioxid-kibocsátása nagymértékben függ attól, melyik iparágban, milyen technológiával tevékenykedik, mekkora termékskálával dolgozik, vagy éppen attól, milyen a pozíciója az ellátási láncban (Lee, 2011). Ezért az sem egyértelműen tisztázott, milyen adatokat tartalmazzon az adott felmérés. Milyen szennyező tevékenységeket vegyenek figyelembe? Számoljanak-e például az indirekt kibocsátással? Elemezzék-e a termékek és a szolgáltatások szénlábnyomát annak teljes életciklusa során? Milyen mértékegységben mérjék? Legyen-e, és mi legyen az ezek közötti váltószám? Ezek a kérdések csak ízelítőt adnak a módszer kapcsán felmerülő problémákból. Éppen a fenti kérdések tisztázatlansága magyarázza, hogy eddig nem született egységes definíció a szénlábnyomelemzés meghatározására. A szakirodalom számos alternatívát sorakoztat fel, melyben különböző szempontok alapján próbálják meg kialakítani a széndioxid-lábnyom pontos értelmezését és mérési módszerét (Wiedmann – Minx, 2008).

Bing és szerzőtársai (2011) értelmezése szerint a szénlábnyom egy olyan mutatószám, amely becslést ad arra vonatkozóan, hogy egy adott gazdasági szereplő fogyasztása vagy tevékenysége következtében kibocsátott szén-dioxid mekkora környezeti terhelést

jelent. A szakirodalomban számos lábnyomvizsgálati és -értelmezési módot találhatunk (pl. egyéni, vállalati vagy termékszintű). A megfelelő módszer kiválasztása attól függ, hogy mi a vizsgálódásunk célja, mennyire érhetőek el részletes adatok stb. Tanulmányunkban a szénlábnyom fogalmának értelmezése során az egyesült királyságbeli Carbon Trust cég által adott definíciót fogadjuk el. Eszerint a szénlábnyomelemzés: „... egy olyan technika, amelynek segítségével azonosíthatóvá és mérhetővé válik az ellátási lánc folyamatai és tevékenységei által okozott üvegházhatásúgáz-kibocsátás mértéke. Egyben olyan gondolkodási keret is, mely segítségével ezeket a környezeti terheléseket konkrét végtermék előállításához tudjuk kötni.” (Carbon Trust, 2007; idézi: Wiedmann – Minx, 2008: 3. oldal)

Az egyes vállalatok egyre nagyobb erőfeszítéseket tesznek az üvegházhatású gázok, benne a CO₂-kibocsátás mértékének megállapítására és csökkentésére. Erre utal a problémakör megközelítésének vállalati szintről az ellátási lánc szintjének irányába történő tágulása. Az ellátási lánc együttműködő vállalatok sokaságát öleli fel, ezért a környezeti szennyezés ellátásiláncszintű kezelésénél óhatatlanul felmerül a kibocsátás felelősségének problémája. Eközben kialakult néhány olyan módszer is, amelyet arra használnak, hogy megállapítsák a széndioxid-kibocsátás felelősségének kérdését, kijelöljék a felelősségi kör határait (egy vállalat konkrétan „meddig” felelős a kibocsátásért) az ellátási láncokon belül. Az ellátásilánc-megközelítés és az ellátási láncok szintjén történő számbavétel azt feltételezi, hogy egy-egy konkrét vizsgált terméknel egyértelműen megállapítható, mekkora mértékben felelősek az egyes gazdasági szereplők az üvegházhatású gázok kibocsátásáért. E gázok kibocsátása kapcsán az alábbi három típust különböztethetjük meg. (Schaltegger – Csutora, 2012) (Megjegyezzük, hogy a lenti típusokat a GHG Protocol Scope 1, 2 és 3-ként nevezi meg):

- 1. típus – direkt kibocsátás, amely az ellátási lánc egy vállalata által saját alapvető tevékenysége során felhasznált fosszilis (üzem-)anyagok (pl. szállítás, gyártás energiaszolgáltatás stb.) során kibocsátott üvegházhatású gázokat öleli fel (Lee, 2011),
- 2. típus – indirekt kibocsátás, mely az adott vállalat által felhasznált (megvásárolt) energiaforrások (pl. elektromos áram, hő) előállításához kötődő kibocsátást jelenti,
- 3. típus – felőleli azokat a kibocsátásokat, melyek az előző kettőből kimaradtak. Úgy is értelmezhetjük, hogy idetartozik minden, a vizsgált vállalat szempontjából indirekt, a saját közvetlen tevékenységén kívül eső kibocsátás, mint például

a vásárolt szolgáltatások kibocsátása. Elemzésünkben az 1. típusú kibocsátás számszerűsítésére vállalkozunk.

Lee (2011) alapján az alábbi lépéseket követve alakítható ki a CO₂-kibocsátás számításának módszertana:

1. Első lépésben ki kell alakítani az egyes partnerekre vonatkozó kibocsátás mérésének módszertanát, annak útmutatóját, valamint a jelentési folyamatot.
2. Ezt követően fel kell építeni a CO₂-kibocsátás folyamatainak térképét, melynek célja, hogy azonosítsa az ellátási lánc működésének összes lényeges elemét (pl. gyártás, disztribúció). Ez alapján meg lehet határozni az összes folyamatra jutó kibocsátás szintjét, valamint a felmerült költségeket. Ily módon az ellátási lánc szereplői közösen tudnak dolgozni azon, hogy csökkentsék a kibocsátás mértékét.
3. A második lépés adatai alapján tudjuk, hogy a folyamatok milyen kibocsátással járnak. Ezek lebonthatók egyedi termékek szintjére, amelyeket összegezve az ellátási lánc mentén, meghatározható egy adott termék szénlábnyma.
4. Összegzés, amely egyrésztől megvalósulhat teljes ellátási lánc-szinten (pl. sajtgyártás ellátási láncának teljes kibocsátása), valamint megállapítható termékszinten (pl. egyetlen tömb sajt előállításából eredő kibocsátás).
5. Következtetések levonása – a következtetések (és alapvetően a mérés is) akkor éri el célját, ha az ellátási lánc valamennyi tagja megfelelően tudja alkalmazni az adott módszert. Ha egy vállalat nem úgy vagy nem azt méri, mint a többi vállalat az ellátási láncban, akkor az ő adatai nem vagy kevésbé lesznek összehasonlíthatóak, és ez szuboptimális döntéseket eredményezhet. Ez pedig rontja az ellátási lánc egészének teljesítményét.

Korábban említettük, hogy a szénlábnym számítása úgy nyer igazán értelmet, ha azt az egész ellátási láncra kiterjesztjük. Elemzésünkben az adatok hozzáférhetőségének hiányában azonban az FMCG-Frigo Kft. fennhatósága alá tartozó ún. másodlagos szállítási (központi raktárból a vevőnek), valamint a magyarországi raktározási folyamat széndioxid-kibocsátását tudjuk csak vizsgálni. E két folyamat viszont éppen elég ahhoz, hogy a módszertan alkalmazhatóságát szemléltessük.

Ahogy már említettük, a szénlábnym kiszámításának nincs egységes metódusa. Számos esettanulmány foglalkozik a különböző iparágakra (Virtanen és

szerzőtársai, 2011), az azokban működő vállalatokra (Lee, 2011) vagy a lakosságra (Kenny – Gray, 2009) vonatkozó alkalmazásokkal. Ezek más és más módszereket követve próbálják meghatározni, mekkora a szereplők/folyamatok környezetre gyakorolt hatása. A következő fejezetek célja, hogy az ellátási lánc két alapfolyamatában – a raktározásban és az áruszállításban – bemutassa, milyen kibocsátáscsökkentést befolyásoló tényezőket azonosít a szakirodalom.

EU-szinten vizsgálódva Cuthbertson (2011) kiemeli, hogy a károsanyag-kibocsátások szempontjából a modern ellátási láncokban az egyik kulcsfontosságú tényező az áruszállítás, azon belül is a közúti szállítás, annak ellenére, hogy a technológia fejlődésének köszönhetően az egy járműre eső CO₂-kibocsátás csökkent. A keresletnövekedés hatására azonban a teljes CO₂-kibocsátás az elmúlt időszakban is jelentősen nőtt. E növekedést egyrésztől a gyártott áru mennyiségének növekedése, másrésztől a globális piacoknak való megfelelési kényszer által előidézett logisztikai döntések generálták. Az ellátási láncok bonyolultsága, valamint a rugalmasság és megbízhatóság iránti igény megnövelte az áruszállítással szemben támasztott követelményeket, így ezeknek meg kell(ett) jelenniük a logisztikai döntésekben (pl. inkább közúton szállít, mert a vasút lassú és rugalmatlan) (Cuthbertson, 2011).

Az áruszállítás mellett a logisztikai folyamatok közül a *raktározás* is jelentős környezeti terheléssel jár. Egy raktár kibocsátásának az egyik legkritikusabb forrása az az energia, amelyet az épület életciklusa alatt (a tervezéstől, a felhasználáson keresztül, egészen a megsemmisítésig) felhasználnak. Éppen ezért a döntéshozóknak és a tervezőknek számos olyan tényezőt kell szem előtt tartaniuk, amelynek középpontjában ezen energiafelhasználás optimalizálása áll. Ilyen tényező lehet a megfelelően szigetelő építőanyag és tetőszerkezet, a padlóborítás, valamint az elemzésünk szempontjából kiemelten fontos működési tényezők, mint például a különböző területek megvilágítása, a fűtési és hűtési rendszerek és a felhasznált eszközök energiafelhasználása. Természetesen a tervezési és a működési tényezők erősen függnek egymástól, hiszen ha a tervezés során ügyelnek arra, hogy megfelelő fény jusson napközben a helyiségekbe, akkor ott, a nappali órákban szükségtelen lesz a világítás is, ezzel pedig jelentősen csökkenthető az energiafelhasználás, és ezzel együtt a kibocsátás is (Rai és szerzőtársai, 2011). Egy raktár károsanyag-kibocsátása működési szempontból elsősorban a felhasznált elektromos áram és a hőenergia létrehozása érdekében elégetett fosszilis anyagok kibocsátásával ragadható meg. Éppen ezért egyértelmű, hogy különbséget kell tennünk a raktárak között,

az abban elhelyezett termékek jellege alapján. Nem mindegy, hogy egy szárazáruraktár kibocsátását kell meghatározni, vagy egy jóval több energiát elnyelő, fagyasztott árukat tartalmazó raktárét (Harris és szerzőtársai, 2011).

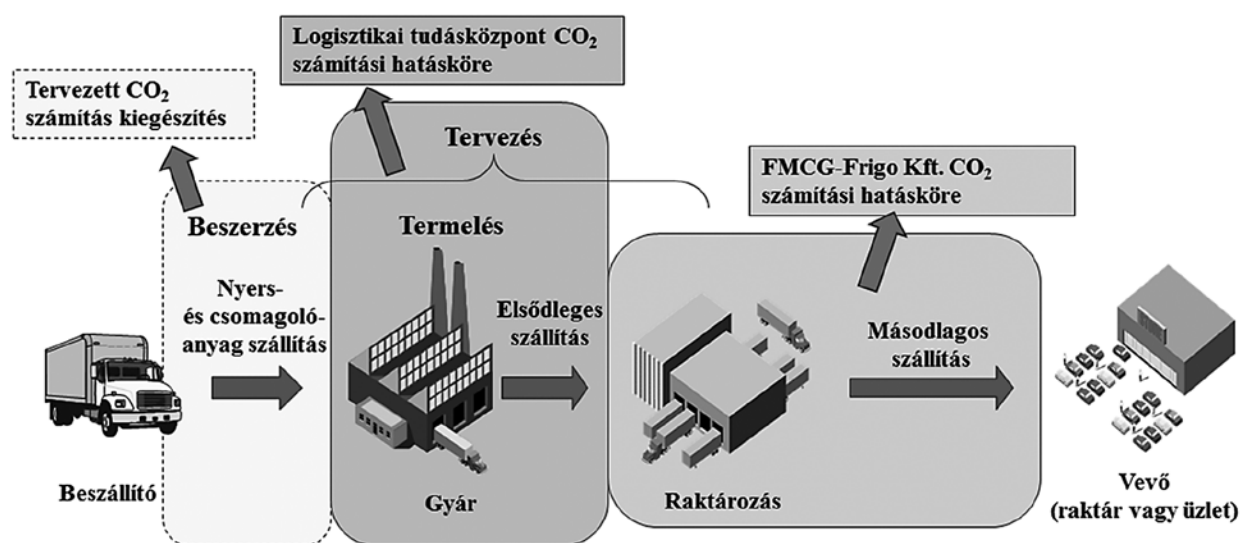
Az FMCG-Frigo Kft. környezeti terhelésének elemzése

Az FMCG-Frigo Kft. egy létező multinacionális vállalat magyarországi leányvállalataként működik. A vállalat kérésére neve nem jelenik meg tanulmányunkban. Kiemeljük ugyanakkor, hogy a számításaink során használt adatok pontosak abban a tekintetben, hogy azok híven tükrözik a folyamatok valós jellem-

összehangolása, a megfelelő keresleti előrejelzések elkészítése, a raktári és a másodlagos (vevőknek történő) szállítási folyamatok megtervezése, lebonyolítása, ennek kapcsán a logisztikai teljesítmény és a CO₂-kibocsátás mérése és menedzselése (1. ábra). Az FMCG-Frigo Kft. anyavállalata létrehozott egy logisztikai tudásközpontot, melynek felelősségi körébe az összes logisztikai folyamat felügyelete tartozik. Ehhez kapcsolódnak az egyes lokális vállalatok logisztikai osztályai. Az FMCG-Frigo Kft. az anyavállalat tulajdonában lévő gyárakból rendeli meg a számára szükséges termékeket, majd külső logisztikai szolgáltató segítségével raktározza, és megbízott fuvarozóval szállíttatja azokat. A vállalat közvetlen vevői közé kiskereskedelmi egységek tartoznak.

1. ábra

Az FMCG-Frigo Kft. folyamatterképe és a CO₂-kibocsátás forrásai



Forrás: Lee (2011) alapján saját szerkesztés

zőit. Az FMCG-Frigo Kft. alapvető tevékenységi körébe számos FMCG-termék gyártása és értékesítése tartozik. Elemzésünk során egy, a vállalat termékportfóliójának meghatározó jelentőségű hűtött termékének szénlábnymát számítjuk. Az FMCG-Frigo Kft. elkötelezett abban, hogy csökkentse károsanyag-kibocsátását. Fenntarthatósági tervében megfogalmazta, hogy az elkövetkezendő években a lényegesen növekvő kereslet mellett is a jelenlegi szinten (vagy az alatt) tartja azt. E cél elérése érdekében évről évre, negyedévről negyedévre nyomon követi a tevékenységéből származó szénlábnym alakulását.

A cég alapvetően a magyarországi értékesítés kézben tartásával foglalkozik. Feladatai közé sorolható, többek között, a kereslet és kínálat megtervezése és

Az FMCG-Frigo Kft. életében a hűtött termékek portfóliója egy igen jelentős termékegyüttes, melynek magyarországi forgalma a vállalat teljes FMCG-kategóriából származó árbevételének jelentős részét teszi ki. E termékeket a piacon erős verseny és jelentős szezonális jellemzi, ami azt jelenti, hogy a téli és a tavaszi időszakban nagymértékben megnövekszik a kereslet, ezt követően pedig alacsonyabb szintre esik vissza.

A szénlábnym számításának az FMCG-Frigo Kft. által alkalmazott módszertana

Ebben a részfejezetben áttekintjük a kibocsátás számításához szükséges konverziós faktorok meghatározásának módszertanát, majd a konkrét vállalati adatokat felhasználva bemutatjuk, hogyan lehet a raktározással és az áruszállítással kapcsolatos széndioxid-kibocsátást számszerűsíteni.

A konverziós faktor meghatározása

Elemzésünk célja, hogy a vállalat teljes CO₂-kibocsátását meghatározzuk. Ebbe nemcsak a közvetlen CO₂-kibocsátás tartozik bele, de figyelembe vesszük a többi ÜHG-ből származó kibocsátást is oly módon, hogy azokat a megfelelő konverziós faktorokat használva CO₂-egyenértékesre (CO₂e) számítjuk át, így a szénlábnyomban ezek is megjelennek. A szénlábnyom kiszámításához számos információ szükséges. Ezeket az adatokat közvetlen mérésekből vagy akár becsléssel is megkaphatjuk. Ezek a mért vagy becsült adatok első lépésben az energiafelhasználást jelenítik meg (pl. kWh-ban). Ezt az energiafelhasználást „fordítjuk le” CO₂-kibocsátásra. Ehhez szükség van olyan konverziós faktorokra, amelyek segítenek meghatározni a különböző energiatípusok felhasználásából eredő konkrét kibocsátást. Ezek segítségével tudják a vállalatok meghatározni, hogy egy adott tevékenység (pl. áruszállítás) során elégetett üzemanyag vagy felhasznált energia összességében mennyi széndioxid-kibocsátást eredményez (DEFRA,

Az áruszállítás konverziós faktorának megállapítása

Számos szállítási módra meghatározható konverziós faktor. Ezek közül mi csak a közúti áruszállítás konverziós faktorának meghatározását mutatjuk be, hiszen számunkra ez a releváns. Ilyenkor figyelembe kell venni az adott jármű méretét, típusát (pl. szárazáru vagy hűtött áru szállítására alkalmas), a felhasznált üzemanyag típusát (ami a nagy teherautóknál általában dízel), valamint a jármű töltöttségét, azaz kapacitáskihasználtságának mértékét.

Ezen adatok birtokában a DEFRA honlapjáról le tölthető⁵ táblázat segítségével meghatározhatók a konverziós faktorok.

Tegyük fel, hogy egy 3,5–7,5 tonnás, 100%-osan megtöltött, szárazáru szállítására alkalmas járművel szállítunk. Ekkor az 1. táblázatból látható, hogy az adott paramétereknek megfelelően a konverziós faktor 0,769156, ami azt jelenti, hogy ez a teherautó ennyi kg szén-dioxidot bocsát ki egy kilométeren.

1. táblázat

A közúti áruszállítás konverziós faktora

Dízel üzemű nehéz teherautók váltószáma					
			0% raktér-kihasználtság	50% raktér-kihasználtság	100% raktér-kihasználtság
Kategória	Típus	Egység	kg CO ₂ e	kg CO ₂ e	kg CO ₂ e
Hűtött	Pótkocsis (> 3,5 – 7,5 t)	km	0,65614	0,712648	0,769156

Forrás: DEFRA (2013) részlet

2010). Mivel elemzésünk az áruszállítás, valamint a raktározás tevékenységeire terjed ki, így e fejezet célja e tevékenységek széndioxid-kibocsátásával kapcsolatban használt konverziós faktorok meghatározási módjának bemutatása. Harris és szerzőtársai (2011) szerint számos forrás (DEFRA², NTM³, NAEI⁴) képes segítséget nyújtani e konverziós faktorok megállapításához.

Az FMCG-Frigo Kft. kibocsátásának meghatározása érdekében saját számításai során a DEFRA által javasolt konverziós faktorokat használja. Tanulmányunkban ezért az FMCG-Frigo Kft. módszerével számolt eredményeket a DEFRA legfrissebb, 2013-as konverziós faktorokkal mutatjuk be. (Ezek elérhetők az alábbi linken: <http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/>.)

Ezen túlmenően használjuk az IEE speciálisan a magyar energiamixre kidolgozott, 2014. január 1. óta hatályos konverziós faktorát is, mely figyelembe veszi a hazánkra jellemző energiafelhasználás összetételét. (Megtalálható az <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/files/implementation/doc/guidelines-iee-common-performance-indicators.pdf> honlapon.)

A raktározás konverziós faktorának meghatározása

Ahogy korábban már említettük, egy raktár szempontjából a legfontosabb kibocsátási forrás a felhasznált elektromos áram és a hőenergia. Az elektromosság esetében a hálózatról nyert energia, míg a hőenergia esetében a földgáz faktorát fogjuk bemutatni.

Villamos energia

A villamos energia konverziós faktora a MWh-ként kibocsátott szén-dioxidot mutatja meg, tonnában. Ez a konverziós faktor országoként eltérő lehet, mivel a különböző országokban eltérnek az elektromos áram előállításához használt erőforrások (nem mindegy, hogy szén-, atom- vagy szélenergiával működik), az ún. energiamix. Mivel a DEFRA útmutatója csak CO₂-re tartalmaz országokra vetített konverziós faktorokat, így a pontosabb eredmény érdekében most az IEE által meghatározott, Magyarországra vetített konverziós faktorokat használjuk. (Mint említettük, ez magában foglalja az összes ÜHG-t.) A 2. táblázatra tekintve látható, hogy ebben az esetben 2013-ra vonatkozóan az elektromos

2. táblázat

Az elektromos áram faktora

Elektromosáram-felhasználás váltószáma (felhasználás helyén)	
	t CO ₂ e / MWh
Magyarország	0,566

Forrás: IEE (2013) részlet

áram konverziós faktora: 0,566, ami azt jelenti, hogy 1 MWh elektromos áram felhasználása ennyi tonna széndioxid-kibocsátást eredményez. Legyen például az adott raktár felhasználása 1.000 MWh, ekkor az ezáltal generált CO₂-kibocsátás 566 tonna.

Hőenergia

A DEFRA (2013) útmutatójában megtalálható szamos tüzelőanyag konverziós faktora. Egy raktár fűtéséhez vagy melegvíz-igényének kielégítéséhez általában földgázt használnak, amelyről a legtöbb esetben köbméterben (m³) állnak rendelkezésre adatok, ezért a mértékegységek közötti váltószámok segítségével ezt megfelelő formára kell hozni (3. táblázat).

3. táblázat

A földgáz konverziós faktora

Földgáz konverziós faktor		
Energiaforrás	Egység	kg CO ₂ e
Földgáz	kWh	0,18404

Forrás: DEFRA (2013) részlet

Váltószámok:

- 1 GJ = 26,11 m³. (1 m³ = 0,0383 GJ)
- 1 GJ = 277,78 kWh

(A DEFRA útmutatójában találunk segédletet a mértékegységek közötti átváltáshoz.)

E részfejezet célja az volt, hogy bemutassunk egy példát arra vonatkozóan, hogyan lehet megállapítani az egyes tevékenységek konverziós faktorát. A továbbiakban a szénlábnyom számításánál ezekkel a faktorokkal fogunk dolgozni, az FMCG-Frigo Kft. módszertanába építve azokat.

Az FMCG-Frigo Kft. szénlábnyom meghatározásához használt módszertana

Az FMCG-Frigo-nál négy fő teljesítménymutató (key performance indicator, KPI) alapján határozzák meg a CO₂-kibocsátást, melyek különböző aspektusból, más és más vetítési alap segítségével számolják ki a környezeti teljesítményt⁶:

KPI 1: teljes CO₂-kibocsátás a szállítás és raktározás energiafelhasználásából (tonna),

KPI 2: egy tonna eladott termékre jutó CO₂-kibocsátás (kg),

KPI 3: szállítás tonna-kilométerenkénti CO₂-kibocsátása (kg),

KPI 4: a raklapok átlagos mennyiségének raktározásából fakadó CO₂-kibocsátás (kg).

KPI 1. A teljes CO₂-kibocsátás a szállítványozás és a raktározás energiafelhasználásából

Ennek célja, hogy megállapítsák a disztribúciós logisztikai tevékenységek energiafelhasználásának CO₂-kibocsátását. Ebbe a kategóriába tartozik a késztermékraktárak, valamint az ún. elsődleges és másodlagos szállítás energiafelhasználása. Az elsődleges szállítás az FMCG-Frigo gyárai és a régiós központi raktárak közötti áruáramlást, míg a másodlagos szállítás a vállalat központi raktáraiból a vevőkhöz való árueljuttatást jelenti. Elemzésünkben az FMCG-Frigo Kft. felelősségi körébe tartozó másodlagos áruszállításnak és a raktározásnak a szénlábnyomát számítjuk majd.

1. A – szállítás

Az FMCG-Frigo Kft. szempontjából – mint említettük – a *másodlagos áruszállítás* releváns. Mivel az áruk fizikai elszállításáért szerződéses fuvarozó felelős, így néhány kivételtől eltekintve visszafuvarról (és ezzel az üres futások elkerüléséről) is e fuvarozónak kell gondoskodnia. Ezért a módszer csupán az *egy útra vonatkozó információkat* veszi figyelembe. Az alábbi adatok szükségesek útvonalszinten a szállítás kibocsátásának meghatározásához:

- az egy útra vonatkozó távolság,
- a szállítás módja és a jármű típusa,
- a teherautó (teljes) kapacitáskihasználtsága – ez a bruttó szállított tömeg arányát jelenti a teherautó teljes hasznos kapacitásához mérten, beleértve a szállításhoz szükséges raklapot is,
- amennyiben a szállított tömeg nem éri el a maximális kapacitást, akkor úgynevezett LTL (Less than Truck Load, azaz nem teljes kapacitáskihasználtságú) kategóriába sorolandó, de ez nem feltétlenül jelenti azt, hogy az adott fuvarszköz nem teljes rakománnyal megy, hanem azt, hogy abban az FMCG-Frigo termékei által elfoglalt kapacitás kisebb mint 100%, de ha a cég termékei teljes egészében kihasználják a kapacitást, akkor FTL (Full Truck Load, teljes kapacitáskihasználtságú) kategóriába sorolandó,
- a szállítóeszköz kapacitása, melyből kiszámítható az FMCG-Frigo töltöttségi faktora, ez azt jelenti, hogy a vállalat termékei által elfoglalt pa-

Néhány szemléltető példa a megadott tulajdonságok alapján

Tev.	Típus	Egység	raktérkihasználtság	50% raktérkihasználtság	100% raktérkihasználtság
			kg CO ₂ e	kg CO ₂ e	kg CO ₂ e
Nehéz tgg. (hűtött)	Pótos teherautó (>3,5 – 7,5 tonna)	tonna/km		0,647662	0,349506
		km	0,65614	0,712648	0,769156
		mérföld	1,055956	1,146896	1,237837
	Pótos teherautó (>7,5 tonna – 17 tonna)	tonna/km		0,339268	0,190652
		km	0,784935	0,895959	1,006983
		mérföld	1,263231	1,441907	1,620582
	Pótos teherautó (>17 tonna)	tonna/km		0,245222	0,144476
		km	0,944891	1,150031	1,355171
		mérföld	1,520655	1,850796	2,180937

Forrás: DEFRA 2013 alapján saját szerkesztés

lettahelyet vagy súlyt viszonyítják a szállítóeszköz teljes kapacitásához, így például, ha a fuvar-eszköz 15 tonna kapacitású, de az FMCG-Frigo

A faktor és az alábbi képlet segítségével pedig ki lehet számolni az adott útvonalon a szállítás CO₂-kibocsátását:

$$\text{Szállítás CO}_2 \text{ kibocsátás} = \frac{\text{Távolság (km)} \times \text{kibocsátási faktor (kg/km)} \times \text{rakodások száma} \times \text{FMCG-Frigo töltöttségi faktor}}{\text{Teljes kapacitáskihasználtság} \times 1000}$$

Forrás: FMCG-Frigo (2010)

által lefoglalt kapacitás csak 13,5 tonna, akkor az FMCG-Frigo töltöttségi faktora 90%,

- hűtött vagy nem hűtött járművel történik-e a szállítás, mert amennyiben vegyes (hűtött és nem hűtött rekeszben) módon történik a szállítás, akkor az egész járműre a hűtött konverziós factorszokás alkalmazni,
- a rakodások száma utanként. Ez akkor releváns információ, ha egy küldeményt több teherautó szállít, vagy ha gyűjtőfuvarozást alkalmaznak. Elemzésünkben az eset bemutatásánál végig feltételezzük, hogy egy szállítás csak egy célállomásra és egy teherautó igénybevételével történik, tehát ennek értéke minden esetben egy.

A szállítás CO₂-kibocsátásának kiszámítása során első lépésben a fenti adatok közül a kapacitáskihasználtság, a szállítójármű típusa, valamint a termék szállítási tulajdonsága (hűtött, szárazáru) alapján meg kell határozni az adott útvonalra vonatkozó konverziós faktort. Az így megkapott értékeket egy táblázatba lehet foglalni, amelyből a számítás során a különböző attribútumoknak megfelelően könnyedén kiválasztható a megfelelő konverziós faktor. A 4. táblázatban néhány példán keresztül szeretnénk szemléltetni e faktorok kiválasztásának lehetőségét.

Megjegyzés:

- A kapacitáskihasználtságot tízesekre kerekített értékben kell megadni.
- Mivel a távolság km-ben, a konverziós faktor pedig kg/km-ben van megadva, de a szállítás kibocsátása tonnában értendő, ezért a kapott értéket el kell osztani 1000-rel (képlet).

Példa:

Tételezzük fel, hogy a skopjei gyár és a budapesti raktár között egy útra (logisztikai szakkifejezéssel élve egy túrára) szeretnénk kiszámolni egy nagyobb küldemény szénlábnyomát. Tegyük fel, hogy *három, 100%-os kihasználtságú, teljes egészében a Frigónak hűtött árut szállító (FMCG-Frigo töltöttségi faktor = 1), 7,5–17 tonnás, hűtött rakterű járművekkel történik az adott szállítás. A Skopje és Budapest közti távolság az egyszerűség kedvéért megközelítőleg 800 km.*

Ekkor a 4. táblázatból kiválasztható, hogy e teherautó *konverziós faktora, 100%-os kapacitáskihasználtság mellett: 1,006983.*

A rakodások száma: 3, ezeket behelyettesítve a fenti képletbe:

$$\text{Szállítás CO}_2 \text{ kibocsátás} = \frac{800 \text{ (km)} \times 1,006983 \text{ (kg/km)} \times 3 \times \frac{1}{1}}{1000} = 2,417 \text{ tonna}$$

Tehát e három teherautó adott viszonylatban 2,417 tonna széndioxid-kibocsátást produkál a megadott paraméterek alapján. Ilyen módon kiszámolható ugyanezen az útvonalon egy adott időszakban (pl. negyedévben) megvalósult összes többi (természetesen más paraméterekkel bíró) szállítás kibocsátása is, majd ezeket összegezve megkapjuk a Skopje–Budapest viszonylat teljes negyedéves kibocsátását. Ezek az értékek pedig időszakonként összehasonlíthatók, ennek megfelelően különböző intézkedések hozhatók (pl. alternatív szállítási mód vagy minél nagyobb kapacitáskihasználtság elérése).

I. B – raktározás

A számításainkhoz szükséges adatok a következők:

- o a raktárak által, adott időszakban felhasznált energia (típusonként szétbontva: elektromos áram, fosszilis üzemanyag, egyéb – pl. napenergia), valamint az ország, ahol a felhasználás történt,
- o a raktár hőmérsékleti besorolása (fagyasztott, hűtött, hűtés nélküli) – számításhoz közvetlenül nem kapcsolódik, de fontos a vizsgálat szempontjából,
- o tárolóhelyek száma (raklapban) és mérete (m², m³).

A raktárak CO₂-kibocsátásának kiszámítása során első lépésben ki kell választani a raktárakban felhasznált energiatípusok országoként eltérő konverziós faktorát (2. táblázat). Amennyiben az adott energiafelhasználásról rendelkezésre álló adat nem kompatibilis a táblázatban levő mértékegységekkel, úgy on-line átváltó szoftver vagy egy mértékegység-váltószám segítségével megfelelő formára kell alakítani.

Második lépésben pedig a kibocsátás az alábbi képlet segítségével meghatározható:

$$\text{Raktározás CO}_2 \text{ kibocsátás} = \frac{((500.000 \text{ kWh} \times 0,556 \text{ kg/kWh}) + (4255,59 \text{ kWh} \times 0,18404 \text{ kg/kWh}))}{1000} = 278,78 \text{ tonna}$$

Ekkor az előbb említett mértékegység-konvertáló segítségével mindkét értéket kWh-ra kell átváltani, hogy kompatibilis legyen a konverziós faktorokkal:

Elektromos áram: 500.000 kWh

(Áram kibocsátási váltószáma: 0,556 t/MWh 0,556 kg/kWh a kWh váltószámot fogom használni, hogy az a képletbe illeszthető legyen.)

Gáz: 400 m³ = 15,32 GJ = 4255,59 kWh

Ekkor tehát, a fenti képletbe behelyettesítve látható, hogy az adott paraméterrel rendelkező raktárnak adott időszakban 278,78 tonna széndioxid-kibocsátása van.

Összes CO₂-kibocsátás (tonna) az első kiemelt teljesítménymutató, azaz KPI 1 a vállalatnál

Az előzőekben bemutatott példánál maradva, a szállítás esetében tegyük fel, hogy a vizsgált periódusban 10-szer tette meg az a három teherautó a Skopje–Budapest távot. Ekkor az összes, áruszállításból eredő CO₂ kibocsátás: 10 × 2,417 = 24,17 tonna. A raktározás kibocsátása pedig ugyanezen időszak összesített energiafelhasználása alapján került meghatározásra, ami 278,78 tonna. Így az összes CO₂-kibocsátás e kettő érték összegzésével megkapható: 302,95 tonna.

KPI 2. Egy tonna eladott termékre jutó széndioxid-kibocsátás

Az FMCG-Frigo célul tűzte ki, hogy a forgalma jelentős növelése mellett javítsa a széndioxid-kibocsátási hatékonyságát. Ahhoz azonban, hogy e cél megvalósulását nyomon tudja követni, szükség van olyan mérőszám bevezetésére, amely az időszakok eredményeit összehasonlíthatóvá teszi. Egy ilyen mérőszám lehet az „egy tonna eladott termékre jutó széndioxid-kibocsátás”, amely az egy tonna eladott áru, kilogrammban

$$\text{Raktározás CO}_2 \text{ kibocsátás} = \frac{((\text{Energiaforrás 1 felhasználás} \times \text{Energiaforrás 1 kibocsátási faktor}) + (\text{Ef2 felhasználás} \times \text{Ef2 kibocsátási faktor}) + \dots)}{1000}$$

Forrás: FMCG-Frigo (2010)

Példa:

Tegyük fel, hogy egy hűtött termékeket tároló raktár széndioxid-kibocsátását akarjuk Magyarországon meghatározni. A felhasznált energiaforrások között csak háklóziati elektromos áram és gáz szerepel. Ismert továbbá, hogy az időszaki (pl. negyedéves) elektromosáram-felhasználás 500.000 kWh, a gázfelhasználás pedig 400 m³.

mért CO₂-kibocsátását adja meg (kg CO₂/t). A vállalat környezeti teljesítményének mérése során ezt tekintjük *második kiemelt teljesítménymutatónak, azaz KPI 2-nek*. Kiszámításhoz szükséges az adott periódusra vonatkozó, a vállalat által értékesített termékek volumene tonnában, valamint a KPI 1 (teljes kibocsátás).

Ekkor:

$$\text{Egy tonna eladott termékre jutó CO}_2 \text{ kibocsátás} = \frac{\text{A szállításból és a raktározásból származó CO}_2 \text{ kibocsátás} \times 1000}{\text{A vizsgált időszakban eladott termékek mennyisége (tonna)}}$$

Forrás: FMCG-Frigo (2010)

Megjegyzés:

Azért szorozzuk „a szállításból és a raktározásból származó CO₂-kibocsátást” 1000-rel, mert a KPI 1 tonnában értendő, míg az „egy tonna eladott termékre jutó CO₂-kibocsátás” (KPI 2) kg-ban számolandó.

Példa:

A KPI 1 adott, 302,95 tonna. A vizsgált időszakban eladott termékek mennyisége pedig legyen 3500 tonna. Ekkor a fenti képletbe helyettesítve:

$$\text{Egy tonna eladott termékre jutó CO}_2 \text{ kibocsátás} = \frac{302,95 \text{ (tonna)} \times 1000}{3500 \text{ (tonna)}} = 86,56 \text{ Kg}$$

Tehát 1 tonna eladott termékre jutó CO₂-kibocsátás az adott periódusban 86,56 kg. Ez a többi időszak értékével összehasonlítva értékes információkat nyújthat a későbbi fejlesztési irányokat illetően.

KPI 3. A szállítás tonna-kilométerenkénti CO₂ kibocsátása

A szállítás hatékonysága (kg/tonna km) a harmadik kiemelt teljesítménymutató, azaz KPI 3. E mutatószám kalkulálásának célja, hogy nyomon követhetővé, és így menedzselhetővé váljon a kimenő (elsődleges és másodlagos) szállítás energiafelhasználásának hatékonysága. A kiszámításhoz szükséges az elsődleges (gyár és központi raktár közti), valamint a másodlagos (központi raktár és vevő közti) szállítás energiafelhasználásából eredő kibocsátás. A vizsgált időszakra a szállítás hatékonysága megbecsülhető az adott képlet alapján:

$$\text{Szállítási hatékonyság} = \frac{\text{Szállítás CO}_2 \text{ kibocsátása} \times 1000}{[\text{Rakodások száma}_A \times \text{FMCG-Frigo töltöttségi faktor}_A \times \text{Szállítóeszköz kapacitása}_A \text{ (t)} \times \text{Távolság}_A \text{ (km)} + \text{Rakodások száma}_B \times \text{FMCG-Frigo töltöttségi faktor}_B \times \text{Szállítóeszköz kapacitása}_B \text{ (t)} \times \text{Távolság}_B \text{ (km)} + \dots]}$$

Forrás: FMCG-Frigo (2010)

A képletben az *A* és a *B* az egyes utakat jelölik, valamint az 1000-rel való szorzás szintén a kilogrammra történő átszámítás miatt szükséges.

Példa:

Tegyük fel, hogy az adott időszakban csak Skopje és Budapest közötti szállítás volt, 17 tonnás járművekkel. Az eddigi példákban szereplő adatok alapján helyettesítsünk be a képletbe:

$$\text{Szállítási hatékonyság} = \frac{2,417 \text{ (tonna)} \times 1000}{[3 \times 1 \times 17 \text{ (t)} \times 800 \text{ (km)}]} = 0,059 \text{ Kg/tonnakilométer}$$

Így megkaptuk, hogy az időszaki szállítási hatékonyság 0,059 kg CO₂-kibocsátás tonnakilométerenként. Ezt a többi időszakkal összehasonlítva tevékenységbeli változtatások kezdeményezhetőek.

KPI 4. A raklapok átlagos mennyiségének raktározásából fakadó CO₂-kibocsátás

Raktározási hatékonyság (kg/tárolt raklap) – a negyedik kulcsfontosságú teljesítménymutató, azaz KPI 4. Ez esetben az a cél, hogy kövessék és kezeljék a raktározási tevékenységek energiafelhasználásának hatékonyságát, mindezt a tárolt átlagos raklapmennyiségre vetítve. Benne foglaltatik az elektromos áram, a fosszilis üzemanyagok és az egyéb források felhasználása a raktárakban.

Mennyisége kiszámítható az alábbi képlet segítségével:

$$\text{Raktározási hatékonyság} = \frac{\text{A raktározásból származó CO}_2 \text{ kibocsátás} \times 1000}{\text{Tárolt raklapok átlagos mennyisége}}$$

Forrás: FMCG-Frigo (2010)

Példa:

Tegyük fel, hogy a tárolt raklapok átlagos mennyisége az adott periódusra 5000.

A fenti adatokat felhasználva helyettesítsünk be a képletbe:

$$\text{Raktározási hatékonyság} = \frac{278,78 \text{ (t)} \times 1000}{5000} = 55,756 \text{ kg/paletta}$$

Így az adott periódusban a palettánkénti kibocsátás 55,756 kg, ami szintén összehasonlítható a többi időszak eredményeivel, és megfelelő intézkedésekkel javítható.

Az FMCG-Frigo gyakorlatában tehát ezek a környezeti fenntarthatósághoz kötődő teljesítménymutatók (KPI-ok) kerülnek folyamatosan kiszámításra országonként. Így nemcsak az egyes országok e téren elért fejlődésének vizsgálatára van lehetőség, de az országok közötti összehasonlításra is.

Az FMCG-Frigo áruszállításból és raktározásból eredő CO₂-kibocsátásának számítása

Ebben a fejezetben az előzőekben ismertetett módszertant alkalmazzuk. Konkrét számokkal (de már a korábban bemutatott képletek ismételt megjelenítése nélkül) fogjuk bemutatni, hogy miként alakult egy kiválasztott évben (2011) az FMCG-Frigo Kft. hűtőtáru raktározásából, valamint másodlagos áruszállításából eredő széndioxid-kibocsátása.

5. táblázat
Az áruszállítás kibocsátása negyedévenként

Negyedév	Szállítási mód	Teherautó fajtája	CO ₂ -kibocsátás (tonna)
1	Közút	Hűtött	128,32
2	Közút	Hűtött	104,50
3	Közút	Hűtött	122,71
4	Közút	Hűtött	111,56
Összesen			467,09

6. táblázat

A raktározás kibocsátása negyedéves bontásban

Negyed- év	Gáz			Elektromos áram			Gázfel- használás CO ₂ kibocsátása (kg)	Elektro- mosság CO ₂ kibocsátása (kg)	Összes CO ₂ kibocsátás (tonna)
	Felhasználás		faktor (kg CO ₂ e/ KWh)	Felhasználás		faktor (kg CO ₂ e/ KWh)			
	GJ	kWh		GJ	kWh				
1	454,29	126 201,76	0,18404	1084,70	301 329,66	0,566	23 226,17	170 552,59	193,78
2	91,08	25 300,64	0,18404	1699,69	472 172,49	0,566	46 56,33	267 249,63	271,91
3	6,26	1 737,64	0,18404	838,90	233 045,03	0,566	319,80	131 903,49	132,22
4	153,34	42 597,85	0,18404	527,86	146 638,12	0,566	7 839,71	82 997,18	90,84
Összesen									688,74

Forrás: FMCG-Frigo (2012) alapján saját szerkesztés

Szénlábnym az FMCG-Frigo saját módszerével számolva

A vállalatnál használt módszer részletes ismertetésének célja az volt, hogy ebben a fejezetben átlátható módon tudjuk bemutatni a konkrét adatokkal elvégzett számításokat. A másodlagos áruszállítással kapcsolatosan összegyűjtött és aggregált adatokat tanulmányunk 1. Melléklete tartalmazza. E táblázatokban az áruszállítás kibocsátásának megállapításához szükséges aggregált adatok (pl. távolság, töltöttség, megfelelő konverziós faktor stb.) található negyedéves bontásban, melyek alapján (valamint a képlet segítségével) meghatároztuk a szén-dioxid-kibocsátást. Az ebből készített összesített negyedéves kibocsátási adatok az 5. táblázatban láthatók.

Látható, hogy az FMCG-Frigo által meghatározott, valamint a 2013-as konverziós faktorokkal számított módszer alapján az összes, másodlagos áruszállításból eredő kibocsátás 467,09 tonna.

A raktározásnál két tényezőt, a gázfelhasználást, valamint a hálózatból nyert elektromosáram felhasználást vizsgáltuk. A korábban bemutatott számítási módszer, valamint a kapott energiafelhasználási adatok alapján az eredményeket a 6. táblázat tartalmazza.

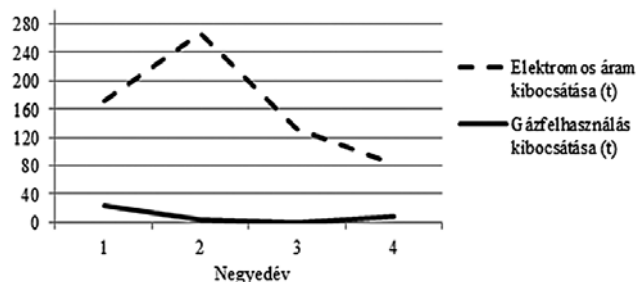
A táblázatot elemezve megállapíthatjuk, hogy az 1. és a 4. negyedévben (tél közeli hónapokban) a gáz-

felhasználás jóval magasabb, mint a többi időszakban, ez valószínűleg a tárolásához szükséges megfelelő hőmérséklet biztosítása miatt alakult így. Ez meglepő eredmény, hiszen a téli időszakban a raktár hűtésének energiaigénye elvileg kisebb. Igaz ugyan, hogy hűtött áru van szó, de annak hőmérséklete a szabályozás szerint nem mehet 5 fok alá, ezért téli időszakban gyakran előfordul a raktártér fűtése (gáz felhasználásával). Az elektromosenergia-felhasználásra vonatkozóan azonban ilyen tendencia nem figyelhető meg. A második (tavaszi) negyedévben kiugróan magas volt az elektromos áram fogyasztása, amelynek okait érdemes megkeresni annak érdekében, hogy javuljon a kibocsátási teljesítmény. A fent bemutatott kibocsátási adatokat felhasználva meghatározhatóak az egyes teljesítménymutatók (KPI-ok). Ezek a mutatók, a szükséges információkkal kiegészítve a 7. táblázatban található.

Megjegyzés: Mivel a szállítóeszközök pontos kapacitása nem állt rendelkezésre a kutatás során, így a szállítási hatékonyság mérőszámot nem tudjuk bemutatni.

Megállapítható, hogy az FMCG-Frigo Kft. közvetlen felelősségi körébe, irányítása alá tartozó tevékenységek közül többnyire a raktározás a jelentősebb CO₂-kibocsátási forrás. E tendencia nem érvényesült a negyedik negyedévben, amikor az áruszállítás kibocsátása magasabb volt. A raktározás kibocsátását tekintve (2. ábra) megállapítható, hogy az elektromos áram fel-

Az energiafelhasználás alakulása az egyes negyedévekben



Forrás: saját szerkesztés

használásának kibocsátása a jelentősebb. A szezonális szempontjából megállapítható, hogy ez a második negyedévben jóval magasabb szinten volt, mint a többi negyedévben. Ez azért is fontos, mert az indokolatlanul magas energiafelhasználás mellett relatíve alacsony az értékesítési volumen, viszont igen magasnak mondható a tárolt raklapok száma. Ez azt jelenti, hogy valamilyen oknál fogva nem volt hatékony a raktározás. Ennek okát mindenféleképpen fel kell tárni, és a működésen megfelelő intézkedésekkel a teljesítményt javítani szükséges.

Kiemelendő, hogy a negyedik negyedév egy teljesítményben igen markáns időszaknak bizonyult. A magas értékesítési volumennek köszönhetően a folyamatok valószínűleg a tárolt és kiszállított termékek gyorsabb

2. ábra

forgásával, valamint jóval hatékonyabb energiafelhasználással valósultak meg, így fajlagosan kisebb kibocsátási értékek voltak jellemzőek. Ez elsősorban a raktárkihasználtság hatékonyságától függ. A vállalat – mint korábban már említettük – külső szolgáltató partnertől bérlő a raktárterületet. A szerződésben rögzített, hogy a vállalat csak a ténylegesen használt raktárterület után fizet bérleti díjat, így ha csökken a raktártér, az számára nemcsak közvetlen logisztikai költségmegtakarítást jelent, de csökkenti szénlábnyomát (energiafelhasználást) is. A nagyobb értékesítési volumen ellenére a logisztikai folyamatok hatékonyabbá váltak (pl. kevesebb üres raklapot kellett tárolni), s ez csökkentette a teljes széndioxid-kibocsátást.

Úgy gondoljuk, hogy e jó teljesítmény többek között a téli időszakban megjelenő szezonális hatásnak is köszönhető, melynek következtében az eladási volumenek megnöttek. A második negyedévi relatíve rossz teljesítményt is a szezonálisnak tudjuk be. A szóban forgó hűtött termékek másik szezonális hulláma a tavaszi (március-április) időszakra tehető. Ez azt jelenti, hogy a szezonális hullámot jelentő magasabb értékesítési mennyiségek még az első negyedévben (többnyire márciusban) realizálódnak, ami a 7. táblázatban lévő értékesítési adatokból is látható. Ezt követően pedig törvényszerű lehet az értékesítés drasztikus visszaesése, valamint a megmaradt készletek feltorlódása. Meg kell említeni, hogy bár a szezonális nagymértékben befolyásolja a logisztikai folyamatokat és azok ha-

7. táblázat

A teljesítménymutatók

Negyed- évek		CO ₂ - kibocsátás (tonna)	Eladott mennyiség (tonna)	Tárolt raklapok mennyisége (db)	Egy tonna eladott termék kibocsátása (kg)	Raktározási hatékonyság (kg/raklap)
1	Raktározás	193,78	7000	3800	46,0143	50,9947
	Áruszállítás	128,32				
	Összesen	322,1				
2	Raktározás	271,91	5000	4500	75,2820	60,4244
	Áruszállítás	104,5				
	Összesen	376,41				
3	Raktározás	132,22	6000	3300	42,4883	40,0667
	Áruszállítás	122,71				
	Összesen	254,93				
4	Raktározás	90,84	8000	2600	25,3000	34,9385
	Áruszállítás	111,56				
	Összesen	202,4				

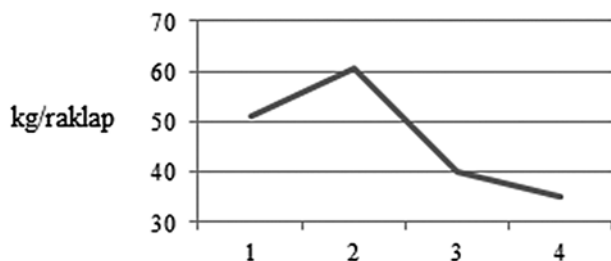
Forrás: a vállalati adatokra építve saját szerkesztés

VEZETÉSTUDOMÁNY

tékonyágát, a magas kibocsátásért közvetlenül nem csak ez okolható. Tekintsünk csak vissza a második negyedévben kiemelkedően magas raktározási kibocsátásra, azon belül is az igen magas energiafelhasználásra! Ennek kialakulásáért úgy gondoljuk, a nehezen előre jelezhető kereslet, vagyis a pontatlan előrejelzés, valamint a versenytársak akciói is okolhatók. Ezek következtében a termék a raktárban ragadt, így a nagyobb mennyiségben tárolt raklapok több tárhelyet foglaltak el. Ez gazdasági szempontból sem ideális, ezenfelül pedig a nagyobb tér több anyagmozgatást feltételez, ami például az elektromos (tehát töltést igénylő) anyagmozgató eszközök energiafogyasztását is növeli. Ezek összességében erősen befolyásolják a felhasznált összes energiamennyiséget, ezáltal pedig végső soron a széndioxid-kibocsátást (3. ábra).

3. ábra

A raktározási hatékonyság



Forrás: Vállalati adatok alapján saját szerkesztés

Az FMCG-Frigo szénlábnomának mérséklése – néhány fontos lehetőség

Előző elemzésünkben már szó volt arról, hogy a másodlagos áruszállítás nagyon sok esetben alacsony (0–25%-os 1. mellékletben 0%) kapacitáskihasználtsággal valósult meg egy-egy útvonalon. Mivel továbbra sincs információ arra vonatkozóan, hogy az egyes útvonalakon milyen a teherautók teljes kapacitáskihasználtsága, így továbbra is azt feltételezzük, hogy csak FMCG-Frigo által feladott terméket szállít. Vizsgáljuk tehát meg, hogy amennyiben ezt az alacsony kapacitáskihasználtságot sikerül 50%-ra javítani (feltételezve, hogy a szállított mennyiségen nem változtatunk), akkor mennyiben változik a CO₂-kibocsátás. Ezt a módosítást csak illusztrációs céllal végezzük el, ezért csupán az első negyedévre és egy autótípusra vonatkozóan fogjuk bemutatni.

Vizsgáljuk tehát meg, hogy amennyiben az alacsony kapacitáskihasználtságon sikerül javítani, és ezeket a fuvarokat feleannyi autóval meg tudjuk valósítani (tehát 0–25% -ból átkerül az 50%-os kategóriába), akkor mennyiben változik a CO₂-kibocsátás.

A 8. táblázatból látható, hogy amennyiben a vizsgált esetben, azonos szállítási mennyiséget és megtett távolságot feltételezve, a max. 25%-os kapacitáskihasználtságot sikerült 50%-osra fejleszteni (így feleannyi autóval megvalósítani), akkor a kibocsátás több mint 30%-kal csökkenthető! Ez meglepő arány, s azt mutatja, hogy a szállítójárművek kapacitáskihasználtságának növelése fontos szerepet játszhat a szénlábnom csök-

8. táblázat

A kapacitáskihasználtság javulásának hatása (1. negyedév)

Szállítási mód	Teherautó fajtája	Kapacitáskihasználtság	Fuvarok száma	Összes futás (km)	Összes futás típusonként (km)	Kibocsátási faktor (kg CO ₂ e/km)	CO ₂ -kibocsátás (tonna)	Összesen
Közút	Pótkocsis teherautó 3,5 – 7,5 tonna	0%	449	63 019	118 545	0,65614	41,35	80,92
		50%	437	55 526		0,71265	39,57	

↓ 30,08 % ↓

Szállítási mód	Teherautó fajtája	Kapacitáskihasználtság	Fuvarok száma	Összes futás (km)	Összes futás típusonként (km)	Kibocsátási faktor (kg CO ₂ e/km)	CO ₂ -kibocsátás (tonna)	Összesen
Közút	Pótkocsis teherautó 3,5 – 7,5 tonna	0%	0	0	79 396	0,656	0,00	56,58
		50%	662	79 396		0,713	56,58	

Forrás: saját szerkesztés

Az energiafelhasználás hatása

	Gáz		Elektromos áram		Gázfelhasználás CO ₂ kibocsátása (kg)	Elektromosság CO ₂ kibocsátása (kg)	Összes CO ₂ -kibocsátás (tonna)	Hatás (%)
	Felhasználás	faktor (kg CO ₂ /KWh)	Felhasználás	faktor (kg CO ₂ /KWh)				
Alap	126 201,76	0,18404	301 329,66	0,566	23 226,17	170 552,59	193,78	–
Gáz	113 581,58	0,18404	301 329,66	0,566	20 903,55	170 552,59	191,46	1,20%
Villany	126 201,76	0,18404	271 196,69	0,566	23 226,17	153 497,33	176,72	8,80%
Összes	113 581,58	0,18404	271 196,69	0,566	20 903,55	153 497,33	174,40	10,00%

Forrás: saját szerkesztés

mentésében. E téren a fejlődés még akkor is jelentősnek mondható, ha figyelembe vesszük számításaink során tett egyszerűsítéseket, feltételezéseket.

A raktározásban már nincs ennyire egyértelmű módszer a kibocsátás csökkentésére. Az FMCG-Frigo módszerében bemutatott képlet alapján a felhasznált energiaforrás (legfőképpen gáz és elektromos áram) mennyiségét kell csökkenteni. Most azt fogjuk bemutatni, hogy amennyiben az első negyedévben sikerül javítani az energiafelhasználás hatékonyságán, akkor mennyivel csökkenthető a kibocsátás. Tegyük fel, hogy valamilyen technika segítségével mind a gáz, mind pedig az elektromos áram felhasználását sikerül 10%-kal csökkenteni. Ekkor a 9. táblázatban látható módon alakul a kibocsátás.

Értelemszerű, hogy amennyiben mindkét energiatípust együttesen vizsgáljuk, akkor a felhasználás csökkenésével arányosan fog a széndioxid-kibocsátás is változni. A különböző energiahordozók kibocsátási aránya azonban eltérő lehet, így a 9. táblázat utolsó (Hatás) oszlopára tekintve látható, hogy a 10%-os kibocsátáscsökkenés 88%-a az elektromos áram megtakarításának köszönhető. Amennyiben tehát sikerül az áramfelhasználást 10%-kal csökkenteni, úgy a teljes kibocsátás 8,8%-kal csökken, míg a gázfelhasználás 10%-os mérséklése csupán 1,2%-os teljes kibocsátáscsökkenést eredményez (a vizsgált időszakban). Ehhez hozzá kell tenni, hogy a gázfelhasználás jóval alacsonyabb, mint az áramfelhasználás, valamint az értékek természetesen periódusról periódusra változhatnak. Mégis úgy gondoljuk, hogy maga a tendencia stabilnak tekinthető.

Befejezés

Tanulmányunk célja a szénlábnyomszámítás egy gyakorlati alkalmazásának ismertetése volt. Esettanulmány jelleggel részletesen bemutattuk egy nagy nemzetközi vállalat hazai leányvállalatának a szénlábnyomszámítás

során alkalmazott módszertanát. A számításokban a vállalat disztribúciós logisztikai folyamataira fókuszáltunk, kiemelten vizsgáltuk a közúti szállítás és a raktározás széndioxid-kibocsátását. A módszertan első és meghatározó lépése azoknak a kulcsfontosságú teljesítménymutatóknak a meghatározása, mely mentén a vizsgált cég környezeti teljesítményét méri. Az FMCG-Frigo Kft. a következő négy ilyen mutatószámot azonosította:

- KPI 1: teljes CO₂-kibocsátás a szállítás és raktározás energiafelhasználásából (tonna),
- KPI 2: egy tonna eladott termékre jutó CO₂-kibocsátás (kg),
- KPI 3: a szállítás tonnakilométerenkénti CO₂-kibocsátása (kg),
- KPI 4: a raklapok átlagos mennyiségének raktározásából fakadó CO₂-kibocsátás (kg).

Bár a bemutatott vállalat nem eredeti nevén szerepel munkánkban, elemzésünk valós adatok alapján történt. Eredményeink felhívják a figyelmet arra, hogy a logisztikai folyamatok környezeti terhelése jelentős. Úgy véljük, rendkívül fontos figyelmet fordítani a logisztikai folyamatok e szempontból történő elemzésére, az azokhoz kapcsolódó energiafelhasználás hatékonyságának növelésére.

Meggyőződésünk, hogy az ilyen esettanulmányok hasznosak, hiszen a bemutatott módszertan mintául, útmutatásul szolgálhat további vállalatok számára. Reményeink szerint pedig ezzel segíthetjük, hogy minél több hazai vállalat kezdje el széndioxid-kibocsátásának szisztematikus és tudományos alapokon nyugvó mérését. Csak a mérés segítségével válik ugyanis lehetővé a jelen állapot megismerése, annak értékelése, és ezzel olyan fejlesztési javaslatok megfogalmazása, melyek segítségével a szén-dioxid-kibocsátásból származó környezeti terhelés csökkenthető. Ezek az erőfeszítések ráadásul sokszor nemcsak a vállalat e működési területének szénlábnyomát csökkentik, de számos esetben hatékonyságot is növelnek, hiszen a javaslatok jellemzően költségmegtakarításhoz is vezetnek!

MELLÉKLETEK

1. melléklet

Az FMCG-Frigo aggregált szállítási adatai negyedéves bontásban

1.1. melléklet

1. negyedéves szállítási adatok és kibocsátás

Negyed- év	Szállítási mód	Teherautó fajtája		Fuvarok száma	Kapacitás- kihasz- náltság	Összes futás (km)	Összes futás típusonként (km)	Konverziós faktor (kg CO ₂ e/ km)	CO ₂ - kibocsátás (tonna)
1	Közút	Pótkocsis teherautó 3,5 – 7,5 tonna	Hűtött	449	0%	63 019	118 545	0,65614	41,35
				437	50%	55 526		0,71265	39,57
				0	100%	0		0,76916	0,00
	Közút	Pótkocsis teherautó 7,5 – 17 tonna	Hűtött	0	0%	0	43 435	0,78494	0,00
				355	50%	40 270		0,89596	36,08
				38	100%	3 165		1,00698	3,19
	Közút	Pótkocsis teherautó >17 tonna	Hűtött	0	0%	0	6 075	0,94489	0,00
				8	50%	495		1,15003	0,57
				81	100%	5 580		1,35517	7,56
Teljes kibocsátás								128,32	

Forrás: saját szerkesztés

1.2. melléklet

2. negyedéves szállítási adatok és kibocsátás

Negyed- év	Szállítási mód	Teherautó fajtája		Fuvarok száma	Kapacitás- kihasz- náltság	Összes futás (km)	Összes futás típusonként (km)	Konverziós faktor (kg CO ₂ e/km)	CO ₂ - kibocsátás (tonna)
2	Közút	Pótkocsis teherautó 3,5 – 7,5 tonna	Hűtött	418	0%	56 265	109 491	0,65614	36,92
				408	50%	53 226		0,71265	37,93
				0	100%	0		0,76916	0,00
	Közút	Pótkocsis teherautó 7,5 – 17 tonna	Hűtött	0	0%	0	27 346	0,78494	0,00
				256	50%	25 336		0,89596	22,70
				26	100%	2 010		1,00698	2,02
	Közút	Pótkocsis teherautó >17 tonna	Hűtött	0	0%	0	3 700	0,94489	0,00
				5	50%	425		1,15003	0,49
				56	100%	3 275		1,35517	4,44
Teljes kibocsátás								104,50	

Forrás: saját szerkesztés

3. negyedéves szállítási adatok és kibocsátás

Negyed- év	Szállítási mód	Teherautó fajtája		Fuvarok száma	Kapacitás- kihasz- náltság	Összes futás (km)	Összes futás típusonként (km)	Konverziós faktor (kg CO ₂ e/ km)	CO ₂ - kibocsátás (tonna)
3	Közút	Pótkocsis teherautó 3,5 – 7,5 tonna	Hűtött	555	0%	67 159	131 669	0,65614	44,07
				516	50%	64 510		0,71265	45,97
				0	100%	0		0,76916	0,00
	Közút	Pótkocsis teherautó 7,5 – 17 tonna	Hűtött	0	0%	0	30 560	0,78494	0,00
				301	50%	28 285		0,89596	25,34
				30	100%	2 275		1,00698	2,29
	Közút	Pótkocsis teherautó >17 tonna	Hűtött	0	0%	0	3 890	0,94489	0,00
				15	50%	1 160		1,15003	1,33
				53	100%	2 730		1,35517	3,70
Teljes kibocsátás								122,71	

Forrás: saját szerkesztés

4. negyedéves szállítási adatok és kibocsátás

Negyed- év	Szállítási mód	Teherautó fajtája		Fuvarok száma	Kapacitás- kihasz- náltság	Összes futás (km)	Összes futás típusonként (km)	Konverziós faktor (kg CO ₂ e/km)	CO ₂ - kibocsátás (tonna)
4	Közút	Pótkocsis teherautó 3,5 – 7,5 tonna	Hűtött	366	0%	53 390	117 640	0,65614	35,03
				453	50%	53 080		0,71265	37,83
				100	100%	11 170		0,76916	8,59
	Közút	Pótkocsis teherautó 7,5 – 17 tonna	Hűtött	0	0%	0	18 568	0,78494	0,00
				144	50%	14 213		0,89596	12,73
				43	100%	4 355		1,00698	4,39
	Közút	Pótkocsis teherautó >17 tonna	Hűtött	0	0%	0	9 925	0,94489	0,00
				25	50%	2 220		1,15003	2,55
				109	100%	7 705		1,35517	10,44
Teljes kibocsátás								111,56	

Forrás: Saját szerkesztés

Megjegyzés 1: t.f. = töltöttségi faktor. Szállítási adatok hiányában feltételezzük, hogy a teherautók csupán FMCG-Frigo által feladott termékeket szállítanak, tehát az FMCG-Frigo töltöttségi faktor / Teljes töltöttségi faktor mindig 1 lesz.

Megjegyzés 2: Feltételezzük, hogy minden fuvar egy rakodást foglal magában.

Megjegyzés 3: Aggregált adatok – Kapacitáskihasználtság 0–25% → 0%, 26–75% → 50%, 75 felett → 100%

Lábjegyzet

- ¹ A tanulmány az OTKA támogatásával készült. OTKA azonosító: 105888. Köszönjük Csutora Máriának a magyar energiamix aktuális konverziós faktorának meghatározásában nyújtott segítségét!
- ² DEFRA – Department for Environment, Food and Rural Affairs
- ³ NTM – Network for Transport and Environment
- ⁴ NAEI – National Atmospheric Emissions Inventory
- ⁵ Forrás: <http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/>
- ⁶ Forrás: FMCG-Frigo (2010)
- ⁷ Például: <http://www.digitaldutch.com/unitconverter/>

Felhasznált irodalom

- Bárh-Fehér Sz.* (2012): Fenntarthatóság a hazai vállalati gyakorlatban – A „Versenyben a világgal” kutatási program 2009. évi kérdőíves felmérés eredményeinek vizsgálata. *Vezetéstudomány*, 43. kötet, október: 44–55. oldal
- Bing, Y. – Guosheng, C. – Lijun, L – Peng, Y.* (2011): Research and Development of Carbon Footprint Analysis in Hunan Province. *Energy Procedia*, 5: 1210–1217. o.
- Csutora M. – Dobos I.* (2012): Ágazatok érzékenysége a karbonköltségek emelkedésére. in: Kerekes S. – Jámbor I. (szerk.) (2012): Fenntartható fejlődés, Élhető régió, Élhető települési táj. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem: 157–172. old. http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/958/7/fenn2012_Csutora_Maria%E2%80%93Dobos_Imre.pdf
- Csutora M. – Tabi A. – Vetőné Mózner Zs.* (2011): A magyar háztartások ökológiai lábnyomának vizsgálata. in: Csutora M. (szerk.) (2011): Az ökológiai lábnyom ökonómiája; Budapest: Aula Kiadó: 28–39. oldal; http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/589/1/okolab_norveg.pdf
- Cuthbertson, R.* (2011): The need for sustainable supply chain management. in: Cetinkaya, B. – Cuthbertson, R. – Ewer, G. – Klaas-Wissing, T. – Piotrowicz, W. – Tyssen, C. (2011): Sustainable Supply Chain Management. Berlin; Heidelberg: Springer Verlag
- DEFRA – Department of Environment Food & Rural Affairs* (2013): UK Government conversion factors for Company Reporting; <http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/GHG> Protocol, <http://www.ghgprotocol.org/>
- Harris, I. – Naim, M. – Palmer, A. – Potter, A. – Mumford, C.* (2011): Assessing the impact of cost optimization based on infrastructure modelling on CO₂ emissions. *International Journal of Production Economics*, 131: 313–321. o.
- IEE – Intelligent Energy Europe* (2013): Guidelines for the calculation of the IEE Common Performance Indicators (CPIs); <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/files/implementation/doc/guidelines-iee-common-performance-indicators.pdf>
- Kenny, T. – Gray, N.F.* (2009): Comparative performance of six Carbon Footprint models for use in Ireland. *Environmental Impact Review*, 29: 1–6. o.
- Kerekes S. – Baranyi Á. – Csutora M. – Kovács E. – Zsóka Á. – Zilahy Gy.* (2001): A tisztább termelés és a környezetközpontú irányítás eszközeinek alkalmazása a hazai vállalatoknál. Átfogó: Információs Rendszer a Környezetvédelemről 1.: p. 58–63.
- Kerekes S. – Szlávik J.* (2003): A környezeti menedzsment közgazdasági eszközei. Budapest: KJK KERSZÖV
- Lee, K-H.* (2011): Integrating Carbon Footprint into supply chain management: the case of Hyundai Motor Company (HMC) in the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 19: 1216–1223. o.
- Mathews, H.S. – Hendrickson, C.T. – Weber, C.L.* (2008): The Importance of Carbon Footprint Estimation Boundaries. *Environmental Science & Technology*, 42 (no. 16.): 5839–5842. o.
- Paksoy, T. – Özceylan, E. – Weber, G.W.* (2011): A Multi Objective Model for Optimization of a Green Supply Chain Network. *Global Journal of Technology & Optimization*, 2: 84–96. o.
- Rai, D. – Sodagar, B. – Fieldson, R. – Hu, X.* (2011): Assessment of CO₂ emissions reduction in a distribution warehouse. *Energy*, 36: 2271–2277. o.
- Schaltegger, S. – Csutora, M.* (2012): Carbon Accounting for sustainability and management. *Journal of Cleaner Production*, Volume 36, November: p. 1–16. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612003186>
- Viere, T. – von Enden, J. – Schaltegger, S.* (2011): Life Cycle and Supply Chain Information in Environmental Management Accounting: A Coffee Case Study. in: Burritt, R.L., Schaltegger, S. – Bennett, M. – Pohjola, T. – Csutora, M. (2011): Environmental Management Accounting and Supply Chain Management. (Chapter 2). Springer Science+Business Media
- Virtanen, Y. – Kurppa, S. – Saarinen, M. – Katajajuuri, J-M. – Usva, K. – Mäenpää, I. – Mäkelä, J. – Grönroos, J. – Nissinen, A.* (2011): Carbon Footprint of food – approaches from national input-output statistics and a LCA of a food portion. *Journal of Cleaner Production*, 19: p. 1849–1856.
- Wiedmann, T. – Minx, J.* (2008): A Definition of ‘Carbon Footprint’. in: C.C. Pertsova: Ecological Economics Research Trends. Hauppauge NY, USA: Nova Science Publishers: p. 1–11.