

OTDK-DOLGOZAT

2015

**FENNTARTHATÓ LOGISZTIKA A CUKORIPAR
NYERSANYAGELLÁTÁSÁBAN**

**SUSTAINABLE LOGISTICS IN THE RAW MATERIAL SUPPLY OF
THE SUGAR INDUSTRY**

Kézirat lezárva: 2014. április 14.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS A DOLGOZAT TÉMÁJA.....	1
2. A TÉMA SZAKIRODALMÁNAK ÁTTEKINTÉSE	3
2.1. A logisztika fogalma, céljai, területei	3
2.2. Szállítási módok összehasonlítása	4
2.3. Az EU kibocsátás politikája.....	5
2.3.1. <i>Zöld Könyv</i>	5
2.3.2. <i>Európa 2020 stratégia</i>	5
2.3.3. <i>Az EU 2050-ig szóló energiaügyi ütemterve</i>	5
2.4. A zöld vagy fenntartható logisztika	6
3. AZ ALKALMAZOTT MÓDSZER ÉS FORRÁSOK.....	18
4. VIZSGÁLATOK, EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	20
4.1. Cukorrépa beszállítási és kampány adatok a Magyar Cukor Zrt-nél.....	20
4.2. Nyersanyag szállítási távolság	21
4.3. Nyersanyag szállási módok	22
4.4. Magyarország teljes ÜHG kibocsátása	24
4.5. ÜHG kibocsátás alapértékek.....	24
4.6. A cukorrépa közúti szállításának ÜHG kibocsátása	29
4.7. A cukorrépa vasúti szállításának ÜHG kibocsátása	30
4.8. A cukorrépa szállításának teljes ÜHG kibocsátása	31
4.9. Kombinált (multimodális) fuvarozás	32
4.10. A fenntartható logisztika saját definíció	33
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	34
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	37
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	40

TÁBLÁZAT- ÉS ÁBRAJEGYZÉK

1. táblázat: Szennyező hatások földrajzi kiterjedése	15
2. táblázat: Cukorrépa kampányi adatok a Kaposvári Cukorgyárban 2008-2013-ig.....	21
3. táblázat: Cukorrépa szállítási távolság 2008-2013	21
4. táblázat: Áruszállítási ÜHG kibocsátás alapértékek	27
5. táblázat: A vasúti szállítás szén-dioxid kibocsátás alapértéke mozdony típusonként 2011-ben	28
6. táblázat: A vasúti szállítás ÜHG kibocsátás alapértéke	29
7. táblázat: ÜHG kibocsátás a közúton beszállított cukorrépára, szállítási távolság figyelembe vételével 2008-2013-ig.....	29
8. táblázat: ÜHG kibocsátás a vasúton beszállított cukorrépára, szállítási távolság figyelembe vételével 2008-2013-ig.....	30
9. táblázat: ÜHG kibocsátás a közúton és a vasúton beszállított cukorrépára, szállítási távolság figyelembe vételével 2008-2013-ig.....	31
1. ábra: A hosszú életű gázok koncentrációja a légkörben az utóbbi 2000 évben	8
2. ábra: A zöld logisztika elemzési rendszere, szempontjai	12
3. ábra: Fuvartávolság eltérés a Magyar Cukor Zrt-nél	22
4. ábra: A közúti és a vasúti szállítás aránya a Kaposvári Cukorgyárban 2008-2013	23
5. ábra: Magyarország ÜHG kibocsátása forrás szerint (2009)	24
6. ábra: Greenhouse Gas Protocol által meghatározott ÜHG kibocsátás három kategóriája...	26
7. ábra: Tehergépjárművek üvegházhatású gázkibocsátásának megoszlása gáz típusok szerint	27
8. ábra: Vasúti szállítás üvegházhatású gázkibocsátásának megoszlása gáz típusok szerint...	28
9. ábra: A közúton beszállított cukorrépa ÜHG kibocsátása 2008-2013-ig a Magyar Cukor Zrt-nél.....	30
10. ábra: 1 tonna cukorrépa beszállításából eredő ÜHG kibocsátás a szállítási távolságok figyelembe vételével.....	32

1. BEVEZETÉS ÉS A DOLGOZAT TÉMÁJA

Napjaink egyik legnagyobb globális problémája a klímaváltozás, melyért a légkörbe kerülő üvegházhatású gázok (ÜHG) felelősek. A légköri ÜHG kibocsátás csökkentésére való törekvés nemzetközi szinten kiemelt fontosságú, ezt bizonyítja a Kyoto-i Jegyzőkönyv aláírása, az Éghajlat-változási Kormányközi Testület és számos ENSZ jelentés, az EU 2020 stratégia és az EU 2050 energia útterve is. Az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága 1987-ben „Közös jövőnk” címmel kiadott jelentésében meghatározta a fenntartható fejlődés fogalmát, mely szerint "a fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket". Mivel ez nem pusztán környezeti probléma, a fenntarthatóságnak három fő pillére van. Mindig három szempontot, a környezeti, a szociális és a gazdasági vonatkozásokat kell vizsgálni.

A világ üvegházhatású gázkibocsátásának komoly hányada a logisztika és a szállítmányozás során keletkezik. A szállítási valamint csomagolási döntéseknek jelentős környezeti lábnyoma van, így nem véletlen, hogy ez az egyik legnagyobb figyelemmel kísért téma. Az ÜHG kibocsátás és a környezetre gyakorolt hatások számításának legelterjedtebb módja az úgynevezett Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) magyarul Üvegházhatású Gáz Protokoll, amelyet a Világ Erőforrás Intézet (WRI: World Resources Institute) és az Üzleti Világtanács a Fenntartható Fejlődésért nevű világszervezet (WBCSD: World Business Council for Sustainable Development) közösen dolgozott ki 2009-ben. Ennek a szabványnak a segítségével a vállalat egész működésével, egy-egy termékével, szolgáltatásával vagy projektjével, de akár a vállalat teljes ellátási láncával kapcsolatos közvetlen, közvetett és egyéb kibocsátások kiszámíthatóak.

A logisztika szerepe ma már köztudottan meghatározó mind a gazdaság, mind a vállalati működés szempontjából, de még a környezetvédelem területén is. „A környezeti szempontoknak jelentős súllyal kell rendelkezniük a fuvarozási ágak, illetve fuvarszközök közötti választás során.” (Némon – Vörösmarty, 2006) A szállítási módokat illetően a fenntarthatóság szempontjából is jelentős különbségek vannak a közúti, vasúti, vízi és a légi fuvarozás között. A kisebb környezeti terhelés miatt a vasúti és a vízi fuvarozás előnyösebb, a gazdaságosság szempontjait is szem előtt tartva pedig a közúti, vasúti és vízi fuvarozás kombinált alkalmazása lehet a leghatékonyabb.

A dolgozat elsődleges célja a szállítmányozás miatti környezetterhelés mértékének kiszámítása, valamint a különböző szállítási módok összehasonlítása a környezetre gyakorolt

hatás szerint a cukoripar nyersanyagellátásában. Egy ennek vizsgálatára kidolgozott módszer a karbon-lábnyom, amely segítségével a levegőbe kibocsátott gázokat CO₂-re egyenértékűsíti. Jelen dolgozat bemutatja a magyar cukoripar nyersanyagellátását és logisztikáját, valamint kiszámításra kerül a cukorrépa szállítmányozása során keletkező teljes üvegházhatású gázkibocsátás is. A fő kérdés azonban az, hogy a jelenlegi cukoripari nyersanyagellátás miatt keletkező szén-dioxid kibocsátás hogyan csökkenthető, hogyan tehető fenntarthatóbbá és zöldebbé a cukorrépa fuvarozás. A dolgozatban összehasonlításra kerülnek a különböző fuvarozási módok környezetre gyakorolt hatásai, a szállítási távolságok és fuvarozási eszközök. Végezetül a dolgozat tartalmaz néhány javaslatot a fenntarthatóbb logisztika elérése érdekében.

2. A TÉMA SZAKIRODALMÁNAK ÁTTEKINTÉSE

A szakirodalmi áttekintésben először a már számos variációban létező logisztika fogalma, célja és területei kerülnek részletezésre, milyen előnyök és hátrányok jelennek meg az egyes szállítási módok összehasonlításakor. Végül a zöld vagy fenntartható logisztika, ennek területei, lehetőségei kerülnek áttekintésre.

2.1. A LOGISZTIKA FOGALMA, CÉLJAI, TERÜLETEI

A logisztika fogalmát és céljait sok szerző sokféleképpen próbálta megfogalmazni. Az egyik legkomplexebb megfogalmazás Szegedi Zoltán (1998) szerint az Egyesült Államok Logisztikai Tanácsának megfogalmazásában „*a logisztika alapanyagok, félkész- és késztermékek, valamint a kapcsolódó információk származási helyről felhasználási helyre történő hatásos és költséghatékony áramlásának tervezési, megvalósítási és irányítási folyamata, a vevői elvárásoknak történő megfelelés szándékával.*” (Szegedi, 1998) Ezen definícióból levezethetők a logisztika fő területei:

- beszerzés
- elosztás és áruterítés
- készletgazdálkodás
- raktározás és tárolás
- szállítás
- rendelés-feldolgozás és kommunikáció
- informatikai háttér.

Jelen dolgozat a logisztika teljes rendszerén belül elsősorban a szállításra, másodsorban a készletgazdálkodásra, raktározásra és tárolásra koncentrál a cukoripari nyersanyagellátás területein.

Készletáramlás szempontú elemzés szerint Szegedi (1998) megfogalmazásában a logisztika „az anyagok mozgatásának és tárolásának hatékony irányítása”. Ez a megfogalmazás sokkal inkább a szállításra és a készletgazdálkodásra irányul, ezzel nagymértékben leszűkítve a logisztikát.

A logisztika az 5 megfelelő néven (angolul 5 right) ismert meghatározásban a következőképpen definiálható: „A logisztika a vállalati tevékenységek azon csoportja, amely biztosítja, hogy a vállalat zavartalan működéséhez szükséges anyagok/termékek a megfelelő helyen

és időpontban, a szükségleteknek megfelelő mennyiségben, minőségben és választékban, megfelelő áron (költségen) álljanak rendelkezésre.” (Némon – Vörösmarty, 2006)

Halászné (1998) a következőképpen határozta meg a logisztikát. „A logisztika menedzsmentszemlélet, amely áramlási folyamatok - alapvetően anyagok (alapanyagok, félkész- és késztermékek), energia, információk és személyek egyes rendszeren belüli és/vagy közötti áramlásának tervezésére, szabályozására, megvalósítására irányul, és amelynek célja a teljes áramlási folyamathoz járuló optimális összköltség és vevőkiszolgálási színvonal elérése.”

A logisztika az elmúlt évtizedek során jelentős változáson ment keresztül, különböző fejlődési szakaszokon ment át, mely más célokat tartott szem előtt. Az első fázisban még az integrált termeléstámogató költségek csökkentése volt a cél. A második és harmadik fázis már a marketingmix/-csatornák optimalizálását és az időtényezőt helyezte előtérbe. Míg a negyedik fázisban egy logisztikai szolgáltató kerül bevonásra a gazdálkodási folyamatba, átlépve a disztribúció és az ellátási lánc irányába. (Hajós et al., 2007)

2.2. SZÁLLÍTÁSI MÓDOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Szállítási mód választásánál a közúti, a vasúti, a légi, a folyami és a tengeri fuvarozás jöhet számításba.

Európában jelenleg a közúti fuvarozás jelentősége a legnagyobb. Ennek előnye a többi fuvarozási eszközzel szemben, hogy az áru bárhova eljuttatható, háztól házig viszi az árut, átrakás sem szükséges, jól tervezhető és arányaiban rövid összfuvaridőt jelent.

A vasút nagy mennyiségű áru nagy távolságokra történő elszállítására alkalmas. Jelentősége azonban csökkent, elsősorban a magas költségű pályaépítési és karbantartási munkák miatt. Mindemellet viszonylag olcsó árutovábbítási eszköznek tekinthető. A vasúti fuvarozás alkalmas lehet a fuvar módok kombinálására is, mint például a konténeres szállítás.

A légi fuvarozás elterjedése a globalizáció egyik következményének tekinthető. „Az elmúlt 20 évben ez a közlekedési ág mutatta fel a legnagyobb mértékű növekedést.” (Némon – Vörösmarty, 2006)

A folyami fuvarozás a legolcsóbb áru fuvarozási mód, azonban döntő részben csak nagy mennyiségű ömlesztett áruk szállítására alkalmas. Jól kombinálható más fuvarágakkal, azonban jelentősége alacsonyabb fizikai korlátai miatt, mint például hogy meghatározott kikötőből kikötőbe történhet a szállítás. Magyarországon elsősorban a gabonaexportálásban tölt be komoly szerepet.

A tengeri fuvarozás világviszonylatban lehet, hogy kiemelkedő jelentőségű, azonban Magyarországon illetve jelen dolgozat szempontjából elhanyagolható.

2.3. AZ EU KIBOCSÁTÁS POLITIKÁJA

2.3.1. Zöld Könyv

A Zöld Könyv egy az Európai Bizottság által kiadott dokumentum a környezetvédelmi és a kapcsolódó politikai célokra szolgáló piaci alapú eszközökről. Fő elvei a következők:

- hangsúlyozza, hogy a szennyező fizet elv a környezetvédelmi politika egyik pillére, ami azzal jár, hogy a külső (az okozott környezeti és egészségi károk) költségeit beépítik a piaci árakba,
- kiemeli a piaci alapú eszközök meghatározott célokat szolgáló eszközök széles körét, ide értve a szennyezés csökkentését (például a CO₂-kibocsátás csökkentését) célzó kibocsátás-kereskedelmi rendszereket, a környezetvédelmi adókat, a környezetvédelmi díjakat valamint a tisztább technológiák fejlesztésére irányuló környezetvédelmi támogatásokat. (Az Európai Közösségek Bizottsága: Zöld Könyv, 2007.)

2.3.2. Európa 2020 stratégia

Az „Európa 2020 – Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája” című kezdeményezés öt olyan kiemelt célkitűzést fogalmaz meg, amelyet az EU-nak 2020-ra teljesítenie kell. Ez az öt fő terület a foglalkoztatás, a kutatás-fejlesztés, az éghajlatvédelem és energiagazdálkodás, az oktatás, és a küzdelem a szegénység és a társadalmi kirekesztés ellen. Az éghajlatváltozásra és az energiára vonatkozó célkitűzés szerint a tagállamok kötelezettséget vállaltak rá, hogy az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását 20%-kal csökkentik az 1990-es bázisszinthez viszonyítva, az energiafelhasználáson belül a megújuló energiaforrások részarányát 20%-ra növelik, és 2020-ra 20%-kal javítják az energiahatékonyságot. Az öt uniós szintű cél alapján minden egyes EU-tagállam nemzeti célokat határoz meg figyelembe véve az egyes országok különböző helyzetét és a helyi viszonyokat. Mindez megtalálható az Európai Bizottság honlapján. Magyarország szén-dioxid kibocsátás-csökkentési célkitűzése 10%, megújuló energia felhasználás aránya 14,65%, míg az energiahatékonyság az energiafogyasztás 2,96 millió tonnával való csökkentését tűzte ki célul. (Az Európa 2020 stratégia célkitűzései, 2011)

2.3.3. Az EU 2050-ig szóló energiaügyi ütemterve

Az Európai Bizottság közleményében kifejti, *„elkötelezett arra nézve, hogy a fejlett országok csoportja által megvalósítandó csökkentések keretében 2050-ig az 1990. évi szint 80–95 %-*

ára csökkentse az üvegházhatású gáz-kibocsátást” (Európai Bizottság: 2050-ig szóló energiaügyi ütemterv, 2011), valamint az energiaellátás biztonságának és a versenyképességnek a biztosítása is a célkitűzések közé tartozik, hiszen az EU energiapolitikájának pillérei a fenntarthatóság, az ellátás biztonsága és a versenyképesség. Annak eléréséhez, hogy 2050-ig 80%-kal csökkenjenek a különféle káros kibocsátások, Európa energiatermelését csaknem teljes egészében mentesíteni kell a szén-dioxid-kibocsátástól. A Bizottság ebben a közleményben számos forgatókönyvet mutat be az energiarendszer korszerűsítésére. Elemzi a lehetséges hatásokat, kihívásokat és lehetőségeket, valamint figyelembe veszi a szénárak, a technológia és a hálózatok lehetséges változásait. A forgatókönyvek négy fő széntelenítési opciót ötvöznek, az energiahatékonyságot, a megújítható energiát, a nukleáris technológiát, valamint a szén-dioxid-leválasztást és -tárolást. (Az Európai Parlament 2013. március 14-i állásfoglalása a 2050-ig szóló energiaügyi ütemtervről: egy energiagazdag jövő, 2013.)

2.4. A ZÖLD VAGY FENNTARTHATÓ LOGISZTIKA

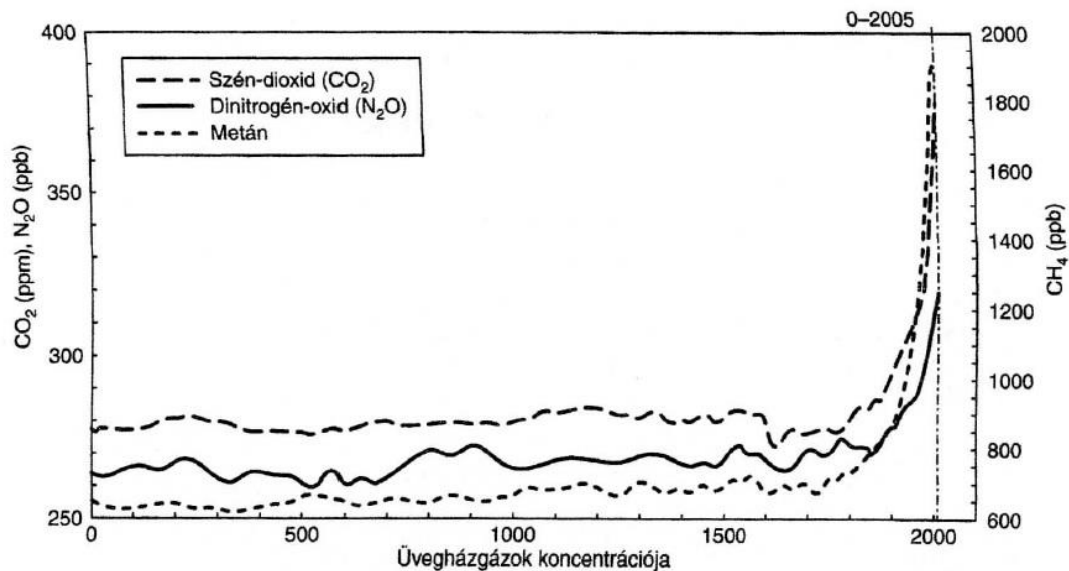
Csak az elmúlt 50 év az, mióta a logisztikát az üzleti teljesítmény egyik fő kulcsának, egy szakmának és akadémiai tanulmányok egy fő területének tekintik. A fő cél a logisztika oly módú szervezése volt, amely mindemellett a profitot is maximalizálta. Az elmúlt 10-15 év során részben a közsféra, részben pedig az állami nyomás növekedése miatt, a cégek egyre inkább rákényszerültek, hogy csökkentsék a logisztikai működésük környezeti hatásait. A termékek forgalmazása rontja a helyi levegő minőségét, zajt és rezgést generál, baleseteket okoz és jelentősen hozzájárul a globális felmelegedéshez. A logisztika hatását a klímaváltozásra az elmúlt években egyre nagyobb figyelemmel kísérték részben a szennyezések ellenőrzésének szigorodása és a közútbiztonsági fejlesztések miatt, másrészt azért, mert az új tudományos kutatás rávilágított, hogy a globális felmelegedés jóval nagyobb és sürgetőbb veszélyt jelent, mint azt korábban gondolták.

A logisztika egy termék mozgatásához szükséges minden tevékenység integrált kezelése az ellátási láncon keresztül. Egy tipikus termék esetén ez az ellátási lánc kiterjed a nyersanyag forrásán keresztül a termelésen és az elosztási rendszeren át a fogyasztásra és az ahhoz kapcsolódó visszaáramlási logisztikára. A logisztikai tevékenységek magukba foglalják az áruszállítást, tárolást, készletgazdálkodást, anyaggazdálkodást és minden kapcsolódó információfeldolgozást. A logisztika fő célja oly módon koordinálni a tevékenységeit, hogy azok megfeleljenek az ügyfelek követelményeinek minimális költség mellett. Mivel a környezetvédelmi szempontok egyre fontosabbá válnak, a vállalatoknak nagyobb mértékben kell figyelembe venniük a logisztika külső költségeit, elsősorban az éghajlatváltozást, a légszennyezést, a zajt,

a rezgést és a baleseteket. Egy zöld logisztika projekt során azt vizsgálják, hogyan csökkenthetők ezek az externáliák, és hogyan valósítható meg egy fenntarthatóbb egyensúly a gazdasági, a környezeti és a társadalmi célok között. (Green Logistics Research Project)

A logisztika tehát egy széles körben használt kifejezés, ami a termékek szállítását, tárolását és kezelését írja le, amely során a nyersanyagforrásból a termelési rendszeren keresztül eljut a termék az értékesítésre majd a felhasználóhoz.

Az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (angolul IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) a vezető nemzetközi szervezet az éghajlatváltozás értékelésében. Az IPCC-t az ENSZ Környezeti Programja (UNEP: United Nations Environment Programme) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO: World Meteorological Organization) hozta létre 1988-ban, hogy értékelje és összefoglalja az emberi tevékenység által kiváltott klímaváltozással kapcsolatos kutatási eredményeket, valamint értékelje a klímaváltozás lehetséges környezeti és társadalmi-gazdasági hatásait. Különböző munkacsoportok munkája során az IPCC jelentéseket készít, az eddig megjelent utolsó kiadványa a negyedik jelentése, a Klímaváltozás 2007. Jelenleg is előkészítés alatt áll az IPCC ötödik értékelő jelentése, amely várhatóan 2014 őszén fog megjelenni. A testület munkája során kiderült, hogy az „emberi tevékenység egyéb szennyezők mellett az üvegházgázok gyors növekedéséhez vezetett” (Reményi, 2010). Az *1. ábra* a hosszú életű gázok, vagyis a szén-dioxid, a dinitrogén-oxid és a metán koncentrációját mutatja a légkörben az utóbbi 2000 évben, melynek növekedése láthatóan erőteljesen felgyorsult az iparosítás alatt. (Reményi, 2010)



1. ábra: A hosszú életű gázok koncentrációja a légkörben az utóbbi 2000 évben

Forrás: Reményi Károly: Energetika - CO₂ – Felmelegedés, 257. oldal

Kahn Ribeiro és Kobayashi 2007-es Klímaváltozás című jelentésében úgy becsülik, hogy a fuvarozás világszinten az energiához kapcsolódó ÜHG kibocsátás körülbelül 23%-áért felel, és ennek háromnegyede a közúti fuvarozásból származik (Solomon et al., 2007.). Ebbe bele kell érteni minden ÜHG-t, nemcsak a CO₂-t, hanem a vízgőzt, a metánt, nitrát-oxidokat és az ózont.

A logisztika „fenntarthatóvá tétele” hosszú távon többet fog takarni, mint a szén-dioxid kibocsátás csökkentése. A gyakorlatban azon tevékenységek többsége, amelyek a logisztika környezeti hatását csökkentik, úgynevezett „zöld-arany” („green-gold”) intézkedések, vagyis pénzt spórolnak, elkerülve a kompromisszum-kényszert a gazdasági költségek és a környezeti haszon között.

Alan McKinnon (2012) Zöld logisztika című könyvében úgy fogalmaz, hogy a zöld logisztika fő területei az áruszállítási externáliák csökkentése, a városi logisztika, a visszaáramlási logisztika, a vállalati környezetvédelmi stratégiák logisztikai irányultsága valamint a zöld ellátási lánc menedzsment. Az alábbiakban a logisztika ezen területei kerülnek bemutatásra.

Áruszállítási externáliák csökkentése

A tehergépjárművek helyi környezeti hatása állt a fókuszban az Egyesült Királyságban az 1970-es években végzett kutatásoknál. 'Tehergépjármű fenyegetés' így nevezték az akti-

visták a hivatalos előrejelzés szerint várhatóan egyre növekvő közúti kamionforgalom miatti környezeti veszélyt.

Városi logisztika

A hatékonyság és a környezeti szempontok együttese miatt a legfontosabb téma a városi fuvarozásban az úgynevezett „kis rendelési probléma”. A fuvarok szétszórtsága, kis szállítványok, alig megrakott járművek, számos kiszállítási hely mind gazdasági, mind környezeti költséget jelent.

Visszaáramlási logisztika

A visszaáramlási logisztika (visszaru kezelés) az anyagok mozgása a földtől, a termelésen, értékesítésen és fogyasztáson át vissza a földre (földbe). Ez magába foglalja a hulladék visszajuttatását és csomagolását az újrahasznosításhoz, a szelektív hulladékgyűjtést és hulladékkezelést; egy tevékenység, amelyet a zöld logisztika kulcstényezőjének tekintenek.

Vállalati környezetvédelmi stratégiák

Számos vállalat végez úgynevezett logisztikai jó gyakorlatot (best practice) a gazdasági hatékonyság és a vevőszolgálat szempontjából. Általában ezek a vállalatok a legjobbak a zöld logisztikai működés során is. Például fontos szempont lehet, hogy a cégek alkalmazzák a „just in time” módszert, amely nem generál további teherforgalmat. Minimalizálja a termék szállítási távolságát, így minimalizálva az ökológiai lábnyomát.

Zöld ellátási lánc menedzsment

Zöld (vagy fenntartható) ellátási lánc menedzsmentet (Green or sustainable supply chain management = GSCM) a következőképpen definiálták: környezeti/környezetvédelmi menedzsment összehangolása és integrációja az ellátási lánc menedzsmentbe. A zöld ellátási lánc menedzsment két fő környezeti felelősséggel kapcsolatos területre vezethető vissza: a zöld vásárlásra/ellátásra és a visszaáramlási logisztikára. Ez annyit jelent, hogy azok a vállalatok, melyek zöld belső elvek alapján működnek, olyan beszállítóktól kívánják megvásárolni a terméket vagy szolgáltatást, amelyek szintén megfelelnek bizonyos minimum környezeti standardoknak.

A logisztika és az ellátási lánc zöldebbé tételének mozgatórugói

Vajon milyen érvek szólnak a zöld logisztika mellett? Azok a vállalatok, amelyek céges szinten támogatják a zöldebbé válást, legalább annyira további potenciált építenek ki új termékek vagy technológiák eladására, mint amennyire ez a föld megóvásáról szól.

McKinnon három vállalat különböző típusú felmérése után a következő okokat fedezte fel, melyek miatt egy vállalat kezdeményezéseket tesz logisztikájának és ellátási láncának zöldebbé tételére. Érdekes módon egyik sem tett közvetlen utalást a környezet megvédésének szükségességére, ugyanakkor vállalati szinten a legalapvetőbb cél a fizikai környezet fenntartása hosszú távon magas gazdasági aktivitás mellett.

A következő mozgató rugókat sorolta fel McKinnon (2012) a zöld logisztikát választó vállalatok esetében:

- PR /ügyfélkapcsolat javítása
- Vezető vállalat kíván lenni a fenntarthatóság terén
- Emelkedő energia/üzemanyag árak
- Logisztikai folyamat optimalizálása
- Vállalati arculat javítása
- Része a vállalati felelősség programnak
- Versenyképes előny/megkülönböztetés szerzése
- Logisztikai költségek csökkentése
- Pénzügyileg megtérülő befektetés
- Jelenlegi/várható szabályozásnak való megfelelés
- Kormányzati megfelelés
- Szállítási költségek emelkedése
- Üzemanyag számlák csökkentése
- Vevői igények kielégítése
- Versenytársaktól való differenciálás
- Ellátási lánc hatékonyság növelése
- Kockázatsökkentés
- Alternatív hálózatok fejlesztése
- Befektetői kapcsolatok javítása

A zöld ellátási lánc előnyei McKinnon (2012) szerint a következők:

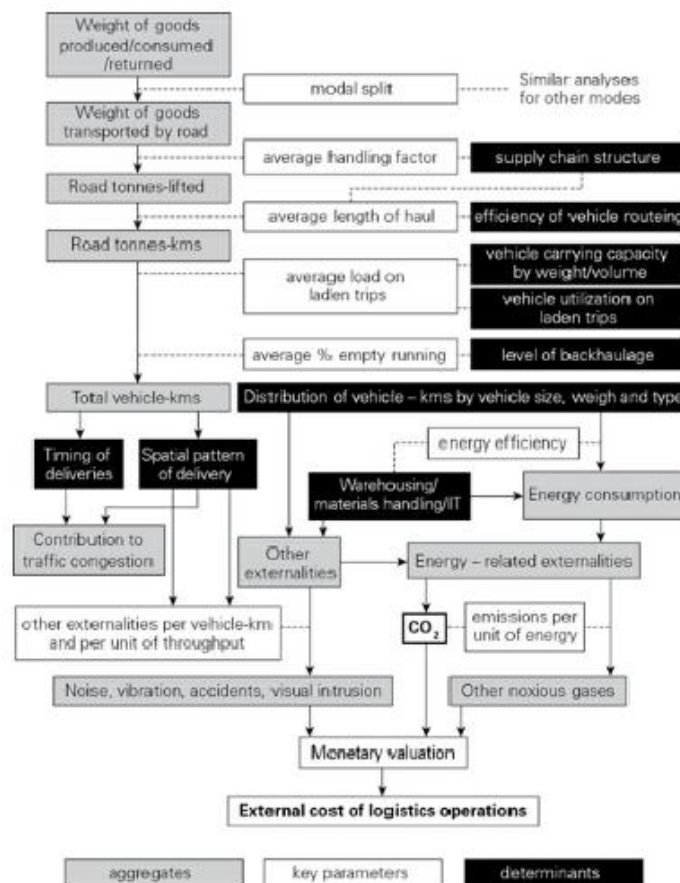
- Általános üzleti költségek csökkentése
- CSR (vállalatok társadalmi felelősségvállalásának) fokozása
- Profit növelése
- Hulladék mennyiségének csökkenése/elhelyezésének javítása

- Márka arculat javulása
- Vevői követelmények kielégítése
- Versenytársaktól való differenciálás
- Logisztikai költségek csökkenése
- Versenyképes előny biztosítása
- Üzemanyag hatékonyság növekedése
- Kibocsátás csökkenése
- Új ügyfelek szerzése/új termékek fejlesztése
- Mérgező anyagok használatának csökkenése
- Alkalmazotti elégedettség növekedése
- Logisztikai folyamat optimalizálása
- Új piacokra való kiterjedés
- Gyártás optimalizálása
- Gyártási költségek csökkentése

Összességében a zöld logisztikát olyan jó üzleti gyakorlatnak tekintik, amelynek pozitív hatása van számos pénzügyi és működési mutatóra.

A zöld logisztika elemzési rendszere

McKinnon (2012) könyvében egy modell került kidolgozásra, amely feltérképezi a logisztikai tevékenység és a kapcsolódó környezeti hatások és költségek komplex kapcsolatát. Ezek a hatások és költségek elsősorban a fuvarozási tevékenységből származnak, ezért az ábra legtöbb része a termék mozgásához kapcsolódik. Hivatkozik ezen kívül más externáliákra, mint raktározás, anyagkezelés és logisztikai IT tevékenység. A modell egyaránt alkalmazható kimenő mozgású termékekre valamint termékek visszafelé történő mozgására az ellátási láncban (visszaáramlási logisztika). Az *2. ábrán* található modell kilenc kulcsparamétert jelenít meg csoportok (aggregátumok) és a befolyásoló tényezők között.



2. ábra: A zöld logisztika elemzési rendszere, szempontjai

Forrás: McKinnon (2012)

„Modal split” a közlekedési mód megoszlását jelenti, megmutatja a különböző fuvarozási módokkal folytatott teherszállítás arányát. Mivel a közúti fuvarozás a legjellemzőbb fuvarozási mód, ezért a modell többi része a közúti fuvarozás köré épül.

„Average handling factor” jelentése átlagos kezelési faktor, a szállított termék súlyát adja meg, vagyis hány tonna került megmozgatásra. Mivel a termék az ellátási láncban áthaladva többször mozgatásra kerül járműről járműre, így ez megadja az átlagos kapcsolódások számát az ellátási láncban.

„Average length of haul” jelentése az átlagos távolság hossza, amely az ellátási láncban megjelenő minden kapcsolódási pontban megtett távolságot jelenti, és lényegében átalakítja a mozgatott tonnát tonnakilométerre.

„Average payload on laden trips and average per cent empty running” vagyis átlagos hasznos teher megrakott fuvarnál és az átlagos százalék üres járatban, ez a két fő paraméter, amely a jármű kihasználtságát mutatja meg.

„Energy efficiency” energia hatékonyság, amely a szállított távolság és a felhasznált energia arányaként fogalmazható meg. E függvény főként a jármű jellemzőit, a vezetési magatartást és a forgalmi viszonyokat tartalmazza.

„Emissions per unit of energy” vagyis kibocsátás energiaegységenként: a kibocsátott CO₂ és mérgező gázok mennyisége elhasznált energiaegységenként eltérő lehet az energia/üzemanyag típusától, a motor típusától és a kipufogó szűrőrendszerétől függően.

„Other externalities per vehicle-km and per unit of throughput” jelentése egyéb externáliák járművenkénti kilométerben és teljesítményegységenként. Nem minden logisztikával kapcsolatos externália az energiafogyasztás függvénye, más környezeti hatások is vannak, mint a zaj, az irritáció, a rezgés és a balesetek. Ezek szállítás esetén a járművenkénti kilométerrel vagy raktárak stb. esetén azok teljesítményével fejezhetők ki.

„Monetary valuation of externalities” externáliák pénzügyi értékelése, az elemzési rendszer végén meghatározza a logisztikával kapcsolatos externáliák pénzügyi értékét. A pénz egy mérőszám lesz, amivel a környezeti hatások összehasonlíthatóak lesznek.

Cégek zöld logisztikai stratégiájának és kormányok fenntartható logisztikai politikájának kidolgozásához szükséges ennek a kilenc paraméternek az értelmezése és gyakorlati alkalmazása. McKinnon munkája e kilenc paraméter köré építette fel könyvét, mindegyiknek szentelt egy-egy fejezetet.

A logisztika környezeti hatásának egyik stratégiai meghatározója a fuvarozási mód kiválasztása. A közúti fuvarozás leváltása vasúttal vagy hajózásra konkrét környezeti előnyt jelent, és néhány esettanulmányban leírja, hogy a kormányok és a szállítmányozó cégek mit tehetnek a zöldebb logisztikai módok népszerűsítése érdekében. Például, hogy lehetőség van-e a kamionok, kisteherautók, vonatok, repülők és hajók zöldebbé tételére.

Mivel a klímaváltozás tekinthető manapság az emberiség egyik legkomolyabb környezeti kihívásának, melynek egyik fő okozója a szállítmányozásból eredő emelkedő üvegházhatású gázkibocsátás, ezért a fókusz az áru fuvarozásból származó üvegházhatású gázkibocsátáson (ÜHG) van. A logisztika környezeti hatásainak mérésénél fontos megkülönböztetni elsődleges és másodlagos hatásokat. Az elsőrendű hatások azok, melyek közvetlenül kapcsolhatók a szállítványozáshoz, raktározáshoz és az anyagmozgatási műveletekhez. Másodrendű hatások a logisztikai működés közvetett következményeként jönnek létre és számos formájuk lehet. Például a növekvő légi forgalom a globális beszerzés elsődleges hatása. Ugyanakkor az infrastruktúra növekedése, mint az érzékeny területeken történő útépités, másodlagos hatás. McKinnon könyve az elsődleges hatásokra koncentrál, a másodlagos hatások megemlítése

mellett. Ezen belül is az áruk szállítását helyezi előtérbe a tárolás és egyéb műveletekkel szemben, mivel az elsődleges hatások alapvetően magából a szállításból származnak.

A fuvarozásból származó kibocsátás nagymértékben függ az üzemanyag típusától. Ma-napság számos alternatív üzemanyag létezik, ugyanakkor az árut szállító járművek többsége dízel üzemanyagot használ, és csak kis számban közlekednek benzinmotoros teherautók. A teherautók és kamionok jelentős mennyiségű szennyeződést bocsátanak ki, mivel belső égé-sük nem teljes. Így a kipufogó gázzal olyan szennyező anyagok jutnak ki, mint a szénhidro-gének, szén-monoxid és a nitrogén-oxidok. Azonban nem lenne környezetvédelmileg előnyö-sebb, ha a kamionok benzinnel működnének, mivel a dízel és a benzin között minimális kü-lönbiség van csak a környezeti hatásokat tekintve, azonban más az egyéb szennyezőanyag-kibocsátásuk összetétele. A dízel motorok több CO₂-t bocsátanak ki energiaegységenként, de mivel ezek sokkal energiahatékonyabbak, ezért összességében a dízel motorok valamivel ke-vezebb CO₂-t bocsátanak ki, mint a benzinesek. Ehhez járulnak hozzá a bioüzemanyagok is, melyek bekeverési arányát az EU 2020 stratégia is tartalmazza. A bioüzemanyagok (biodízel, bioetanol) bekeverésének arányát a 2010-es magyar bioüzemanyag-törvény alapján a 343/2010. (XII. 28.) Korm. rendelet írja elő három évre előre minden Magyarországon for-galmazott üzemanyagra. A rendelet 2013. december 31-ig a benzinben 3,1, a dízelben 4,1 százalékos bekeverést írt elő, 2014. januártól 2016. januárig pedig mindkettőnél 4,9 energia-százalékos bekeverésre kötelezi a hazai forgalmazókat.

A fuvarozás során kibocsátott szennyezőanyagok hatásai helyi, regionális és globális hatásokra oszthatók fel. A helyi szennyeződések közel maradnak a kibocsátási forráshoz. A regionális hatások a szennyező forrástól távol, nagyobb földrajzi területre is kihathatnak, míg az ÜHG kibocsátás a teljes légkörre hatást gyakorol. Az *1. táblázat* a szennyező hatások föld-rajzi kiterjedését mutatja.

1. táblázat: Szennyező hatások földrajzi kiterjedése

<i>Hatás</i>	PM	HM	NH ₃	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Globális										
ÜHG – közvetett				X	X		X	X		
ÜHG – közvetlen								X	X	X
Regionális										
Savasodás		X	X	X						
Fotokémiai				X	X		X			
Helyi										
Egészség és levegő-minőség	X	X	X	X	X		X			

Forrás: McKinnon (2012), átvéve: Hickmann et al (1999)

A táblázatban látható rövidítéseknek a következő a magyar jelentésük:

- PM (particulates) = (por) részecskék
- HM (heavy metals) = nehéz fémek
- NMVOC (non-metallic volatile organic compounds) = illékony nemfém szerves vegyületek

A légköri szennyezés globális hatásai

Az üvegházhatás azért jön létre, mert az üvegházhatású gázok és más részecskék miatt a légkör több napenergiát enged a földfelszínre, mint amennyi visszasugárzó energiát kienged az űrbe. Az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC, angolul: Intergovernmental Panel on Climate Change) 1996. évi Második Helyzetértékelő Jelentésében 27 üvegházhatású gázt sorol fel, melyeket a Kyoto-i Egyezményben hat kategóriába soroltak be 1997 decemberében:

- szén-dioxid (CO₂)
- metán (CH₄)
- nitrát oxidok (NO_x)
- fluorozott szénhidrogének (HFC)
- perfluor karbonok (PFC)
- kén-hexafluorid (SF₆)

Az üvegházhatású gázkibocsátás a teljes légkörbe történő ÜHG kibocsátás összmenyiségeként definiálható adott időintervallumban. Minden gáznak eltérő globális felmelegedési potenciálja van (GWP, azaz Global Warming Potential), mely szintén a Kyoto-i Egyezményben kerül felsorolásra. Az Európai Unió (akkori) tagállamai már 1997-ben vállalták a kibocsá-

tásuk átlagos 8%-os csökkentését. (Faragó et al., 2004) Az Európai Biztosság 2012-es jelentése alapján „az ÜHG-kibocsátás teljes mennyiségének ... előrejelzése azt mutatja, hogy az EU-15 jó úton halad kiotói célkitűzéseinek teljesítéséhez”. (A Bizottság jelentése az Európai Parlamentnek és Tanácsnak: A Kiotói célkitűzések elérése irányában tett előrelépésről, 2012)

A globális felmelegedési potenciált a gázok üvegházhatásának számszerűsítésére használják. A „GWP azt fejezi ki, hogy egy üvegház milyen mértékben járul hozzá a légkör globális felmelegedéséhez”. (Reményi, 2010) Azonos tömegű szén-dioxidhoz képest határozzák meg az értékét, meghatározott időintervallumra, általában 100 évre. A szén-dioxid GWP-ja definíció szerint 1. 2004-ben az Egyesült Királyságban a teljes energiához kapcsolódó CO₂ kibocsátás 23%-a volt köthető a szállítmányozáshoz, mely McKinnon szerint 33,7 millió tonna CO₂ kibocsátást jelentett. Ennek 92%-a származott közúti fuvarozásból.

A légköri szennyezés regionális hatásai

A levegőben lévő szennyeződések messze szétszóródhatnak az eredeti forrástól, kifejezetten széllel hordozva. Két fő példa a nagy területen való kiterjedésére, a savas eső és a fotokémiai szmog.

A légköri szennyezés helyi hatásai

A helyi légköri szennyezés hatásai azonnal a szennyezés forrásának közelében tapasztalhatók, ahol magas a koncentrációs szintje:

- a nitrogén oxidoknak, melyek hosszú távon tüdőtágulást okozhatnak
- a szénhidrogénnek, melyek a szerves anyagok nem teljes égésből származnak
- az ózonnak, mely légzési problémákat és hányingert kelthet
- a különböző forrásokból származó és különböző méretű részecskéknek, melyek rákkeltőek lehetnek más szív-és érrendszeri betegségek és asztma okozása mellett
- a szén-monoxidnak, amely jóval könnyebben köti meg a hemoglobint, mint az oxigén, így csökkenti az oxigén keringést, mely akár halált is okozhat
- a kén-dioxidnak, amely a szemek, orr és a torok irritációját okozza

Ezen kívül szennyezések körébe tartozik még a hangszennyezés, rezgés, forgalomtorlás, balesetek, hulladékképződés.

A logisztikai tevékenység kihatással van a földhasználatra és a biodiverzitásra is, hiszen a szállítási infrastruktúra kiépítése közvetlenül (úthálózat) és közvetve (raktárak) élőhely vesztéssel jár.

A magyar szakirodalomban a zöld logisztika kifejezéssel nem találkozunk, ugyanakkor vannak ehhez kapcsolódó törekvések mind a szakirodalomban mind a gazdaság területén. A fenntarthatóvá válás és társadalmi felelősségvállalás is kapcsolódik a zöld logisztikához. A vállalatok társadalommal szembeni felelőssége egyre növekszik, ez a logisztika területére is vonatkozik. A 2004-ben megrendezett Agrárlogisztikai fórumon Chikán olyan tendenciákra hívja fel a figyelmet, mely egyre nagyobb szerepet kap. Ilyen a *„felelős gazdasági környezet létrehozása”* (Papócsi - Kocsis, 2004) Szó van egyrészt a környezetszennyezéstől való tartózkodásról, a standardok betartásáról, másrészt a reverse logistics, vagyis a visszaáramlási logisztikáról. A reverse logistics *„az a jelenség, amelynek keretében a már nem használatos, vagy már az igényekben nem szereplő dolgokat föl tudjuk-e használni másodlagosan.”* (Szegedi - Prezenszki, 2008)

A zöld logisztika a logisztika egy formája, melynek lényege, hogy környezeti, társadalmi és gazdasági szempontokat is figyelembe vegyen. A logisztika felöleli egy termék összes mozgását a nyersanyagbeszerzéstől a termék végső fogyasztóig történő eljutásáig. A cukorrépa beszállítás a mezőgazdasági logisztikában a feldolgozó logisztika tevékenységbe sorolható, mely *„az előállított alapanyagokat különféle technológiák alkalmazásával élelmiszerekké alakítja.”* (Csizmazia – Kovács, 2006)

A magyar közlekedéspolitika négy fő stratégiai irányt jelöl ki az áruszállítás területén. Ezek között megtalálhatóak a zöld logisztika egyes elemei is.

- az EU-ba történő integrálódás
- szomszédos országokkal való együttműködés és kiegyensúlyozottabb térségi fejlődés elősegítése
- **az emberi élet és a környezet védelme**
- a közlekedés hatékony, piackonform működése (Szegedi - Prezenszki, 2008)

Az áruszállítás korszerűsítéséhez szükséges:

- a hatékonyság növeléséhez logisztikai központok létesítése;
- ennek megfelelő infrastruktúra kiépítése;
- **„a növekvő közúti áruszállítási teljesítmények káros környezeti hatásának mérséklésére, valamint a magyar közúti fuvarozás nemzetközi versenyképességének növelése érdekében környezetkímélő járművek beszerzése”** (Szegedi 2008);
- a környezeti ártalmakat mérséklő kombinált áruszállítási módok elősegítése.

3. AZ ALKALMAZOTT MÓDSZER ÉS FORRÁSOK

A dolgozat megírása a hazai és a nemzetközi szakirodalom áttekintésével kezdődött. Először a téma elméleti háttere kerül bemutatásra elsősorban a következő szervezetek, programok, projektek és tervek segítségével:

- Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA)
- Green Logistics Research Project
- Európa 2020 stratégia
- IPCC (angolul: Intergovernmental Panel on Climate Change): ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testület
- DEFRA: Egyesült Királyság Környezetvédelmi, Élelmezési és Vidékfejlesztési Minisztérium

A zöld vagy fenntartható logisztikát illetően kevés magyar szakirodalom áll rendelkezésre, ezért a forrásaim elsősorban nemzetközi szakirodalomból és internetes forrásokból állnak. Ezek közül a legjelentősebbként kiemelendő az IPCC, az EEA és a DEFRA tevékenysége az ÜHG kibocsátást illetően és McKinnon könyve a zöld logisztika területén. Elsősorban McKinnon könyvének áttekintésében sok helyen a magyar szakkifejezések a téma újdonsága miatt még nem kiforrottak, emiatt néhány esetben az angol megfelelőt említem vagy az angol rövidítést használom.

A téma elméleti hátterének áttekintését után az adatgyűjtés következett. Első lépésben az elmúlt hat év (2008-2013) adatait gyűjtöttem össze a cukorrépa logisztikával kapcsolatban, melyeket a Magyar Cukor Zrt. logisztikai és termeltetési osztálya bocsátott a rendelkezésemre. Az adatgyűjtés második fázisa az üvegházhatású gázkibocsátási alapértékek keresése volt. Az alapértékek a Defra által közzétett iránymutatásként közzétett dokumentumból származnak.

Az adatgyűjtést az elemzés követte, mely során egy konkrét vállalkozásnál a Magyar Cukor Zrt-nél értékeltem a téma gyakorlati aspektusait is. A következő mutatószámok segítségével elemeztem a cukoripari nyersanyag logisztika folyamait:

- termőterület – termésmennyiség – termésátlag - cukortartalom
- termelők száma
- átlagos szállítási távolság
- termőterületek elhelyezkedése
- fuvarozási mód megoszlása

Vizsgálataim során az csak a Magyarországon megtermelt, a Kaposvári Cukorgyárban feldolgozott cukorrépával kapcsolatos logisztikai folyamatokat elemeztem.

Majd az elemzés során az ÜHG alapértékek segítségével került kiszámításra a magyar cukoripar nyersanyagellátásához kapcsolódó ÜHG kibocsátás. Az ÜHG kibocsátás mennyisége a felhasznált üzemanyag alapján is kalkulálható lett volna, mivel azonban az üzemanyag fogyasztásról sokkal nehezebb és kevésbé pontos adatok álltak rendelkezésre, ezért a számításokat direkt az áru fuvarozásra megadott különböző fuvarozási módokra vonatkozó $\text{CO}_{2\text{eq}}$ egyenértékkel végeztem.

4. VIZSGÁLATOK, EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. CUKORRÉPA BESZÁLLÍTÁSI ÉS KAMPÁNY ADATOK A MAGYAR CUKOR ZRT-NÉL

Mivel a dolgozatban a nyersanyag logisztika vizsgálata a cél, ezért először mindenképpen szükséges bemutatni, hogyan zajlik a nyersanyagszállítás a cukoriparban, hogyan történik a cukorrépa beszállítása.

A Kaposvári Cukorgyárba a cukorrépa beszállítása közúton és vasúton történik minden évben a kampány során. A cukorrépa feldolgozási kampány jellemzően szeptember elejétől január elejéig tart. A kampány hossza változó csakúgy, mint a termelők száma, a termőterület nagysága és a feldolgozott cukorrépa mennyisége.

Az *2. táblázat* 2008-tól 2013-ig tartalmazza a Kaposvári Cukorgyár nyersanyagellátásának jellemzőit a kampány és a cukorrépa beszállítás során. Az adatokból látszik, hogy mind a termelők száma, mind a termőterület nagysága, valamint a cukorgyár feldolgozási kapacitása is folyamatosan nőtt az elmúlt évek során. Az elmúlt öt évben átlagosan 15.000 hektáron, 190 termelővel, 55 tonnás átlagterméssel, közel 120 napon keresztül, több mint 800.000 tonna répa került feldolgozásra 16%-os cukortartalom mellett. Míg 2008-ban mindössze 75 termelő szerződött a gyárral, mára ez a szám 230 fölért. A 2012-es év valamivel rosszabb termés-eredményt mutat, azonban ez elsősorban az adott év aszályos időjárására vezethető vissza. 2013-ra az előző évhez képest 2000 hektárral csökkent a termőterület, amely egyrészt a cukorrépa felvásárlási árának csökkenése és a cukorrépa kiegészítő támogatás megvonása miatt következett be, másrészt az év elején jelentős termőterületen az árvíz miatt kipusztult a vetés.

2. táblázat: Cukorrépa kampányi adatok a Kaposvári Cukorgyárban 2008-2013-ig

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Termőterület (ha)</i>	6 538	13 693	13 497	15 877	17 090	15 000
<i>Réпамennyiség (t)</i>	690 332	746 325	843 849	820 835	848 140	812 681
<i>Termésátlag (t/ha)</i>	67,10	54,40	62,52	56,62	49,63	54,20
<i>Cukortartalom (%)</i>	17,14	16,57	15,10	17,13	15,96	16,34
<i>Termelők száma (szerződött)</i>	75	164	154	173	222	232
<i>Kampány hossza (nap)</i>	70	112	117	125	124	118

Forrás: Magyar Cukor Zrt.

4.2. NYERSANYAG SZÁLLÍTÁSI TÁVOLSÁG

A cukorrépa beszállítása a gyárba közúton és vasúton történik. Közúton Kaposvár környékéről szállítják be a répát, míg vasúti vagonokban hozzák az Alföldről, Közép- és Nyugat-Magyarországról a cukoripari nyersanyagot.

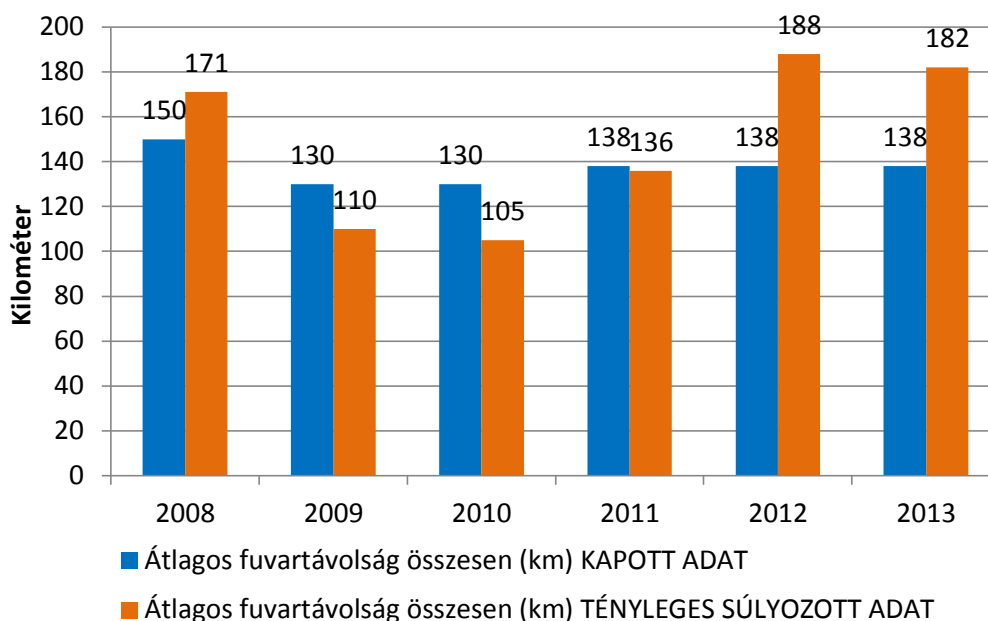
A 3. táblázatban adataiból látszik, hogy a közúti fuvar távolság átlagosan 27 kilométer volt az elmúlt hat év során. A vasúti fuvar távolság ezzel szemben jelentős növekedést mutat. Ennek oka, hogy a termőterület növekedés az elmúlt öt évben elsősorban az Alföldön zajlott le, ahonnan a fuvar távolság jóval nagyobb. 2013-ban az átlagos vasúti fuvar távolság már 250 kilométer volt. A Cukorgyártól kapott adatok tartalmazzák a teljes átlagos fuvar távolságot is, azonban a szállítási távolságok mélyebb vizsgálata során statisztikailag hibásnak találtam ezeket az értékeket. A teljes átlagos fuvar távolságot több esetben is a közúti és a vasúti átlagos fuvar távolság számtani átlagaként adták meg. Ugyanakkor a pontos összkép érdekében nem csak a szállítási távolságot, hanem az elszállított nyersanyag mennyiségét is figyelembe kell venni, vagyis súlyozott átlagszámítással kell meghatározni a teljes átlagos szállítási távolságot. Emiatt ezeket az értékeket újrászámítottam.

3. táblázat: Cukorrépa szállítási távolság 2008-2013

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Átlagos fuvar távolság közúton (km)</i>	26	26	41	22	18	26
<i>Átlagos fuvar távolság vasúton (km)</i>	213	213	195	240	281	250
<i>Átlagos fuvar távolság összesen (km) - KAPOTT ADATOK</i>	150	130	130	138	138	138

Forrás: Magyar Cukor Zrt.

A 3. ábrán a Cukorgyártól kapott és a súlyozott átlaggal számított tényleges fuvartavolság látható. Az értékekben jelentős eltérések tapasztalhatóak. 2008, 2012 és 2013-ban a tényleges fuvartavolság jóval meghaladta a kapott adatokat, ami azt jelenti, hogy arányaiban jóval magasabb volt a vasúton szállított mennyiség aránya, mellyel az adatok súlyozása történt. 2011-ben nem tapasztalható különösebb eltérés, míg 2009 és 2010-ben a tényleges érték alacsonyabb a Cukorgyár által megadottnál. A további számítások során a tényleges súlyozott érték kerül alkalmazásra.



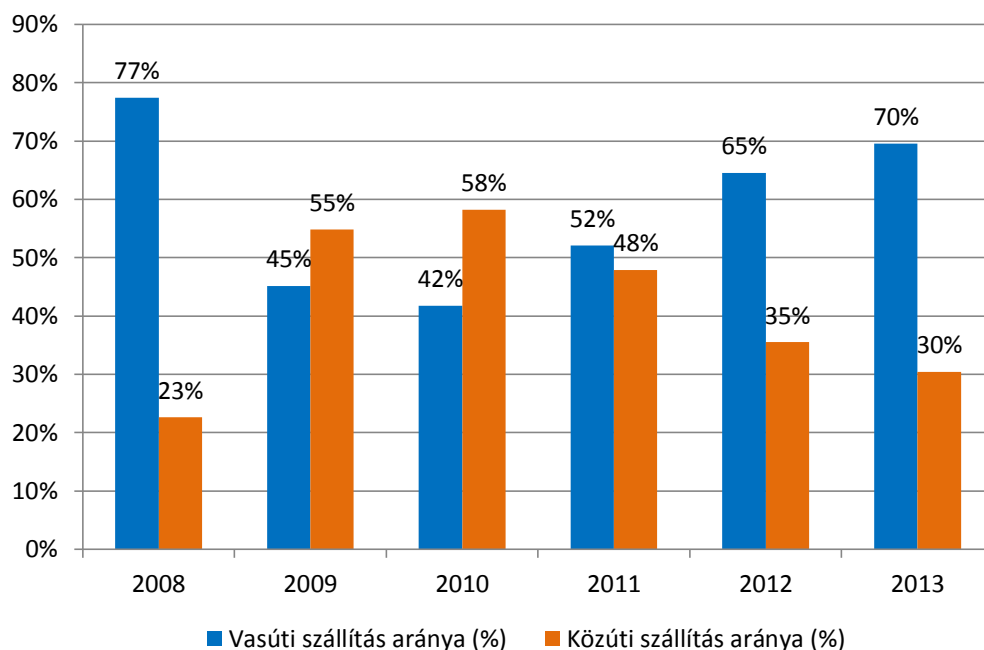
3. ábra: Fuvartavolság eltérés a Magyar Cukor Zrt-nél

Forrás: Magyar Cukor Zrt-től származó adatok alapján saját szerkesztés

4.3. NYERSANYAG SZÁLLÁSI MÓDOK

A cukorrépa szállítás a Magyar Cukor Zrt-nél többnyire vasúton, kisebb részben közúton történik. Vasúti szállítás során felül nyitott vasúti vagonokat használnak.

2008-ban a Petőházi gyár megszűnésével a Kaposvári Cukorgyár lett az utolsó működő cukorgyár Magyarországon. A Kaposvári volt az egyik legalacsonyabb kapacitású, legkisebb termelői körrel és termőterülettel rendelkező gyár, ezért a kapacitásbővítést követően a gyár cukorrépával való ellátásához az ország távolabbi pontjairól is szükséges volt répát szállítani. A 4. ábráról leolvasható, hogy ekkor csak a répa ötöde érkezett közúton a kaposvári régióból. Az ezt követő három évben folyamatosan emelkedett a közúton beszállított cukorrépa aránya. 2012-2013-ban már újra egyértelműen a vasúti szállítás dominált, hiszen a legtöbb cukorrépa távolról, leginkább az Alföldről érkezett. Ekkor a közúti szállítás aránya mindössze 30% volt.



4. ábra: A közúti és a vasúti szállítás aránya a Kaposvári Cukorgyárban 2008-2013

Forrás: Magyar Cukor Zrt-től származó adatok alapján saját szerkesztés

A fuvarozási mód kiválasztása során a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- infrastruktúra
- szállítóeszköz
- szállítmányozó és rakodó cégek
- szolgáltatások minősége
- szállítási idő
- ár, útdíj
- *környezeti hatások*

De mit takarnak a környezet hatások?

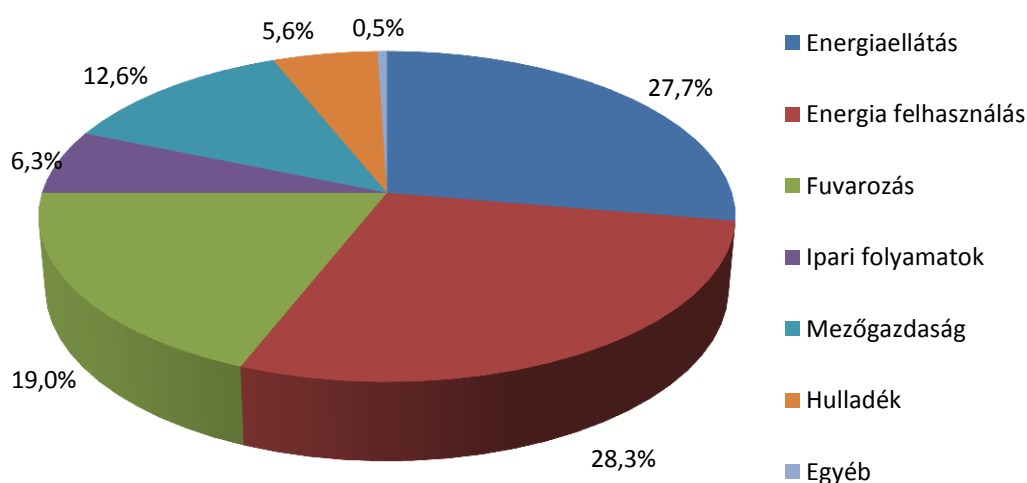
Az EU-27-ben 2009-es adatok alapján a teljes CO₂ kibocsátás közel 25%-a fuvarozásból származott, amely így a második legmagasabb arány az energetikai ipar üzemanyag felhasználása után. Ugyanebben az időszakban a teljes ÜHG kibocsátás több mint 20%-áért a szállítmányozás felelt. Ez azt jelenti, hogy lépéseket kell tenni a kibocsátás csökkentésére például alternatív szállítási módok alkalmazásával, melyeknek alacsonyabb a károsanyag kibocsátásuk.

4.4. MAGYARORSZÁG TELJES ÜHG KIBOCSÁTÁSA

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA: European Environmental Agency) 2010-ben publikált Magyarországra vonatkozó üvegházhatású gázkibocsátási adatokat. Ez alapján a teljes ÜHG kibocsátás 2009-ben 66,7 millió tonna CO₂ (CO_{2eq}) volt, mellyel az EU-27-ben Magyarország a 14. helyet foglalta el. A kibocsátás egy főre vetítve 6,7 tonna CO_{2eq}, mellyel azonban mindössze a 23. helyen álltunk. Összességében az EU-27 teljes ÜHG kibocsátásának 1,4%-áért feleltünk.

Az EEA vizsgálta azt is, hogy Magyarországon milyen arányban oszlik meg a kibocsátás, és milyen forrásokból származik.

Az 5. ábráról kiderül, hogy a Magyarország teljes ÜHG kibocsátásának több mint feléért az energia felhasználás és ellátás felel, míg közel 20%-a a fuvarozásból származik.



5. ábra: Magyarország ÜHG kibocsátása forrás szerint (2009)

Forrás: European Environmental Agency (2011)

4.5. ÜHG KIBOCSÁTÁS ALAPÉRTÉKEK

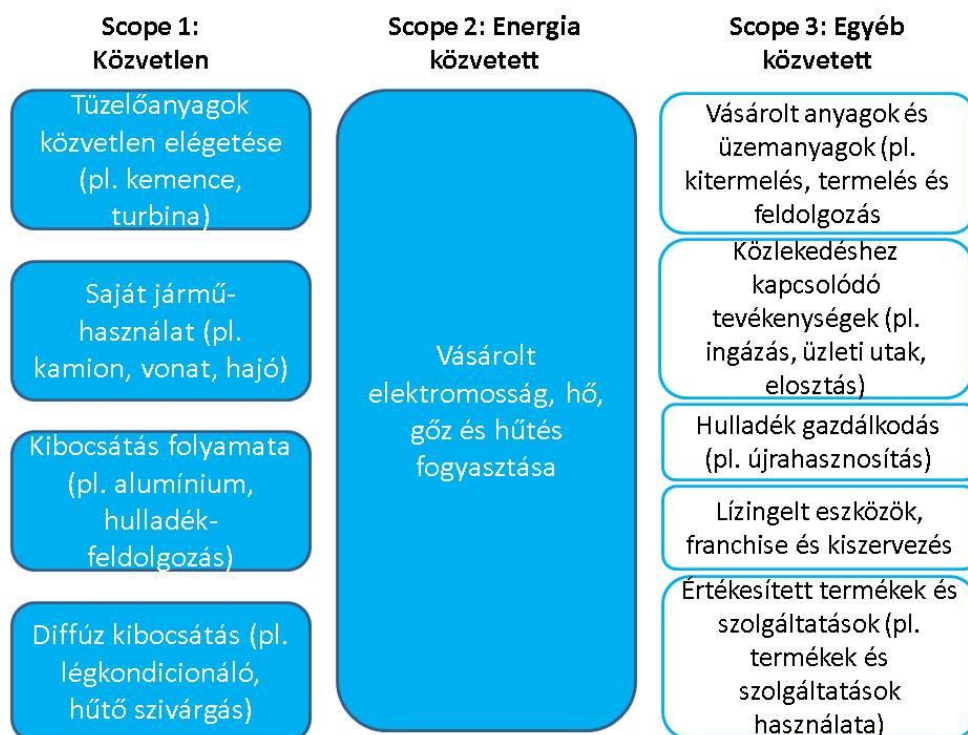
Különböző gázok globálisan ható üvegházhatáshoz vezetnek. Az antropogén vagyis emberi tevékenységből származó üvegházhatásért felelős úgynevezett üvegházgázok közül legfontosabbak a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄) és a fluor-klór-szénhidrogének (FCKW). A különböző gázok által okozott hatást az ún. globális felmelegedési potenciállal avagy üvegházpotenciállal fejezzük ki. Az üvegházgázok hatását a szén-dioxidhoz viszonyítjuk. A metán az üvegházhatás szempontjából például a CO₂-nél 21-szer erősebb hatású gáz, így 1 kg metán 21

kg CO₂-egyenértéknek felel meg. A szén-dioxid-egyenérték (CO_{2eq}) egyes üvegházhatású gázok által okozott üvegházhatás-növekedéssel egyenértékű hatást kiváltó CO₂ mennyisége.

Az Egyesült Királyság Környezetvédelmi, Élelmezési és Vidékfejlesztési Minisztérium (angol rövidítése Defra) az Energiaügyi és Éghajlatváltozás Minisztériummal (angol rövidítése DECC) együttműködve készített 2012-ben egy iránymutatást, amely ÜHG konverziós tényezőket tartalmaz vállalati jelentésekhez.

A metán és a dinitrogén-oxid és a többi üvegházhatású gáz CO₂ egyenértéken kerül kifejezésre a globális felmelegedési potenciál (GWP) tényezőinek segítségével, a Kyoto-i Jegyzőkönyv jelentéseivel és az IPCC második jelentésével összhangban.

Az úgynevezett GHG Protocol közvetlen és közvetett üvegházhatású gázkibocsátást különböztet meg, ezek alapján a kibocsátások három körben definiálhatóak. A közvetlen ÜHG kibocsátás az üzemanyag vagy energia felhasználásakor keletkező kibocsátásokat takarja, míg a közvetett kibocsátása azt takarja, amikor magából az energiaforrásból energiahordozó lesz, például nyersolajból üzemanyag készül. A Defra által megadott ÜHG kibocsátás mind a három szintet lefedi, így a teljes ÜHG kibocsátás értékét megadja CO_{2eq} értékben. Ezzel a módszerrel (6. ábra) tehát bármely vállalat vagy bármely tevékenység karbon lábnyoma kiszámítható. Az első kategória a közvetlen kibocsátást tartalmazza, a második kategória az energia felhasználásból származó közvetett kibocsátást, míg a harmadik kategória az egyéb közvetett kibocsátást tartalmazza. A Scope 1-es kategóriába azok a kibocsátások tartoznak, amelyek az adott vállalat tulajdonában vagy irányítása alatt álló forrásokból származnak, mint az üzemanyag felhasználás, és a saját gépjárművek. Scope 2-es kategóriába a vállalat által megvásárolt elektromosság, hő vagy gőz kapcsán keletkezett közvetett ÜHG kibocsátás tartoznak, míg a Scope 3-as kategóriába azok az indirekt kibocsátások tartoznak, amelyek nem szerepelnek a 2-es kategóriában, azonban a vállalat tevékenysége során kerülnek kibocsátásra.



6. ábra: Greenhouse Gas Protocol által meghatározott ÜHG kibocsátás három kategóriája

Forrás: McKinnon (2012)

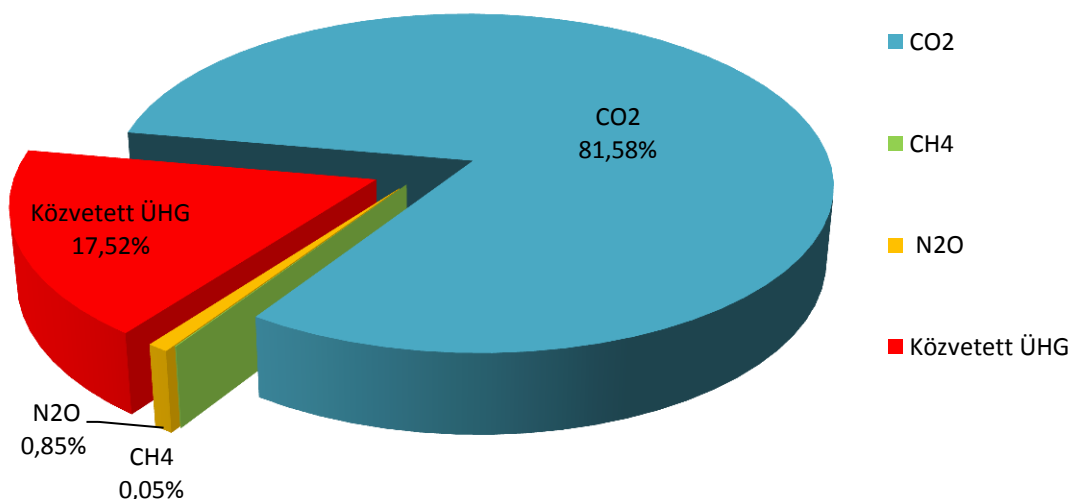
A Defra által kibocsátott tanulmányban találhatóak különböző kibocsátási adatok az egyes komponensekre lebontva, valamint CO₂ egyenértékre átszámítva is szinte minden üzemanyagra (bioüzemanyagra is), energiahordozóra különböző mértékegységekben számítva. Ezen kívül benne van mindenfajta üvegházhatású gáz konverziós faktora is, tehát az a globális felmelegedési potenciál, amely segítségével a kibocsátás átszámítható CO₂ egyenértékre. A metáné 21-szeres, míg a dinitrogén-oxid 310-szeres kibocsátású a szén-dioxidhoz képest. A 4. táblázat a közúti és a vasúti áru fuvarozásra vonatkozó ÜHG kibocsátási alapértékeket tartalmazza. Az adatok a közúti szállítás esetében a 33 tonnánál nehezebb tehergépjárművekre vonatkoznak tonnakilométerben átlagosan 61%-os megrakottsági szinten, amely közel azonos feltételeket jelent a cukorrépa szállítás során alkalmazottakhoz képest. Ez azt jelenti, hogy a maximálisan rakodható mennyiség 61%-ban kerül kihasználásra. A 4. táblázatból leolvasható, hogy egy tonna áru egy kilométerre közúton történő elszállítása során több mint 100 gramm szén-dioxidnak megfelelő üvegházhatású gáz kerül a légkörbe, míg vasúton ez alig több mint 36 gramm.

4. táblázat: Áruszállítási ÜHG kibocsátás alapértékek

	CO₂	CH₄	N₂O	Teljes közvetlen ÜHG	Teljes közvetett ÜHG	ÜHG összesen
	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm
<i>Tehergépjármű (>33to)</i>	83,81	0,05	0,87	84,73	18	102,73
<i>Vasút dízel / elektromos</i>	27,6	0,04	2,99	30,63	5,71	36,34

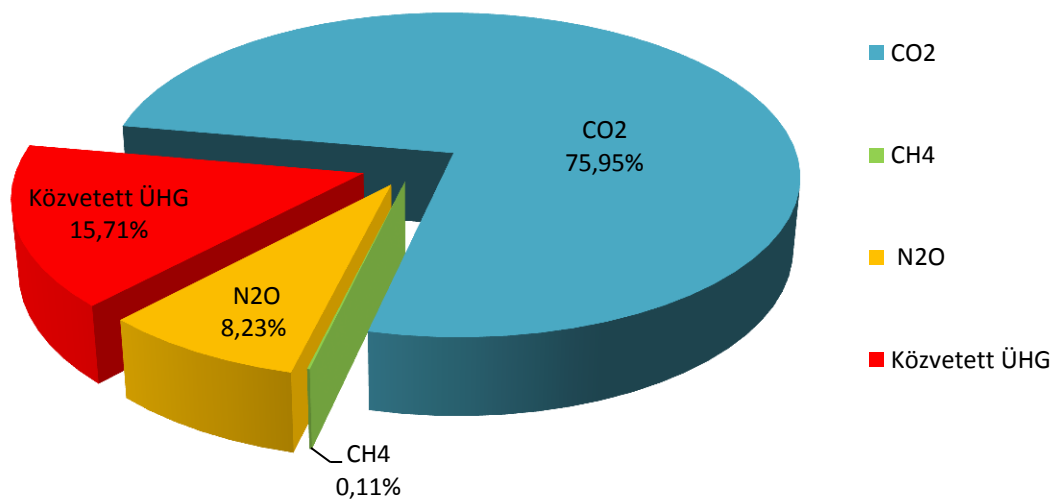
Forrás: Guidelines to Defra, 2012. p.32.

A 7. és 8. ábrán szemléletesebben látható a tehergépjárművek és a vasúti szállítás üvegházhatású gázkibocsátás aránya. Jól látható, hogy míg a közúti szállításhoz a szén-dioxid 81% felel meg, addig a vasúti kibocsátásnak 76%-a a CO₂. Jelentősebb a különbség a dinitrogén-oxid tekintetében, hiszen míg a tehergépjárművek kibocsátásának az N₂O nem egészen 1%-át adja, addig a vasúti szállításhoz ez meghaladja a 8%-ot.



7. ábra: Tehergépjárművek üvegházhatású gázkibocsátásának megoszlása gáz típusok szerint

Forrás: Defra adatai (2012) alapján saját szerkesztés



8. ábra: Vasúti szállítás üvegházhatású gázkibocsátásának megoszlása gáz típusok szerint

Forrás: Defra adatai alapján saját szerkesztés

A vasúti szállítás a Defra adataiban nincs megbontva dízel és villanymozdonnyal történő szállításra, azonban érdemes kiszámolni, hiszen nem mindegy, hogy a szállítás során milyen energiahordozó kerül felhasználásra, mennyire környezetkímélő a választott fuvarozási mód. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) egyik kiadványában közzéteszi az elektromos és a dízel vasúti szállítás CO₂ kibocsátását 1995-2011-ig, melyből a 2011-es adatot az 5. táblázat mutatja.

5. táblázat: A vasúti szállítás szén-dioxid kibocsátás alapértéke mozdony típusonként 2011-ben

	g CO₂/tkm
<i>Vasút: dízel</i>	28,88
<i>Vasút: elektromos</i>	17,89

Forrás: EEA: Specific CO₂ emissions per tonne-km and per mode of transport in Europe

A vasúti szállítás mozdony típusonkénti arányának segítségével készítettem egy számítást, amely során a Defra adatait megbontottam dízel és elektromos vasúti kibocsátásra. Az 6. táblázat tartalmazza a vasúti ÜHG kibocsátás alapértékeit megbontva elektromos és dízel

mozdonnyal történő szállítás esetén. Látható, hogy az elektromos mozdonnyal történő szállítás ÜHG kibocsátása jóval alacsonyabb a dízel mozdonyhoz képest.

6. táblázat: A vasúti szállítás ÜHG kibocsátás alapértéke

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Teljes közvetlen ÜHG	Teljes közvetett ÜHG	ÜHG összesen
	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm	g CO ₂ /tkm
<i>Vasút: dízel</i>	34,09	0,05	3,69	37,83	7,05	44,88
<i>Vasút: elektromos</i>	21,11	0,03	2,29	23,43	4,37	27,80

Forrás: Defra adatai alapján saját számítás

4.6. A CUKORRÉPA KÖZÚTI SZÁLLÍTÁSÁNAK ÜHG KIBOCSÁTÁSA

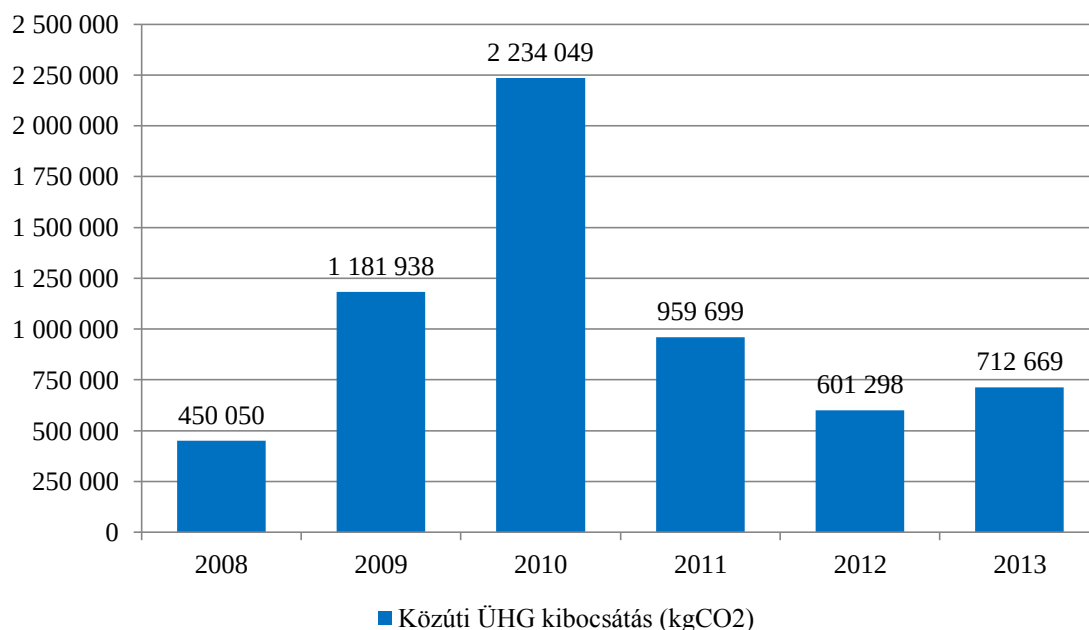
A 2008 és 2013 közötti időszak adatainak segítségével a közúton beszállított cukorrépa mennyiségére az átlagos szállítási távolság figyelembe vételével kiszámolható a Kaposvári Cukorgyárba beszállított nyersanyag fuvarozása során keletkező teljes üvegházhatású gázkibocsátása CO₂ egyenértéken. Ezeket az értékeket a 7. táblázat tartalmazza. A számítás során a beszállított cukorrépa mennyiségét (tonna) szoroztam az átlagos szállítási távolsággal (km) majd a 4. és 6. táblázatban található ÜHG alapértékekkel.

7. táblázat: ÜHG kibocsátás a közúton beszállított cukorrépára, szállítási távolság figyelembe vételével 2008-2013-ig

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Közúti ÜHG kibocsátás (kg CO₂)</i>	450 050	1 181 938	2 234 049	959 699	601 298	712 669

Forrás: saját számítás

Jelentős ingadozás látható a közúti beszállítás ÜHG kibocsátásában (9. ábra), ami elsősorban a beszállított cukorrépa-mennyiség változásának, valamint az átlagos fuvarozási távolságnak változásának tudható be. Ezeket az adatokat ábrán szemléltetve rögtön kitűnik, hogy 2010-ben volt a legmagasabb a kibocsátás, mely az elmúlt két év során 600 és 700 ezer kg között mozgott. Összességében a kibocsátás csökkenő tendenciát mutat a 2010-ben számított csúcserősséghez képest.



9. ábra: A közúton beszállított cukorrépa ÜHG kibocsátása 2008-2013-ig a Magyar Cukor Zrt-nél

Forrás: Saját számítás

4.7. A CUKORRÉPA VASÚTI SZÁLLÍTÁSÁNAK ÜHG KIBOCSÁTÁSA

A MÁV-tól kapott információk szerint a vasúton beszállított cukorrépa 85%-a jut el elektromos, 15%-a dízel mozdonyok segítségével a feldolgozás helyszínére. Konkrét számítás erre az arányra vonatkozóan nagyon nehezen készíthető. Ennek oka, hogy sok esetben a vonat dízel mozdonnyal indul, mert az adott berakodó állomáson nincs lehetőség villanymozdony használatára, majd az út során a mozdony lecserélésre kerül villanymozdonyra. A Cukorgyárba azonban az elvégzett korszerűsítéseknek köszönhetően már kizárólag villanymozdonyval érkeznek az irányvonatok.

8. táblázat: ÜHG kibocsátás a vasúton beszállított cukorrépára, szállítási távolság figyelembe vételével 2008-2013-ig

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Vasúti (dízel) ÜHG kibocsátás (kgCO₂)</i>	827 487	521 275	500 102	746 256	1 117 677	1 028 140
<i>Vasúti (elektromos) ÜHG kibocsátás (kgCO₂)</i>	2 904 304	1 829 564	1 755 251	2 619 198	3 922 808	3 608 551

Forrás: saját számítás

4.8. A CUKORRÉPA SZÁLLÍTÁSÁNAK TELJES ÜHG KIBOCSÁTÁSA

Az összképhez feltétlenül szükséges a közúti és a vasúti értékek összehasonlítása. Ezeket az adatokat tartalmazza a 9. táblázat. Az alapértékeknel megfigyelhető, hogy a közúti szállítás ÜHG kibocsátása tonnakilométerben fajlagosan jóval magasabb volt a vasútinál. Azonban ha a szállítási távolságot is figyelembe vesszük, a Kaposvári Cukorgyár nyersanyag fuvarozásból származó teljes ÜHG kibocsátásának átlagosan 23%-a származik közúti, míg 77%-a vasúti fuvarozásból. Ha a 2008 és 2013 közötti évek átlagát nézzük, akkor látható, hogy átlagosan 850 ezer tonna répa szállítása 4,6 millió kg CO₂ kibocsátást eredményez.

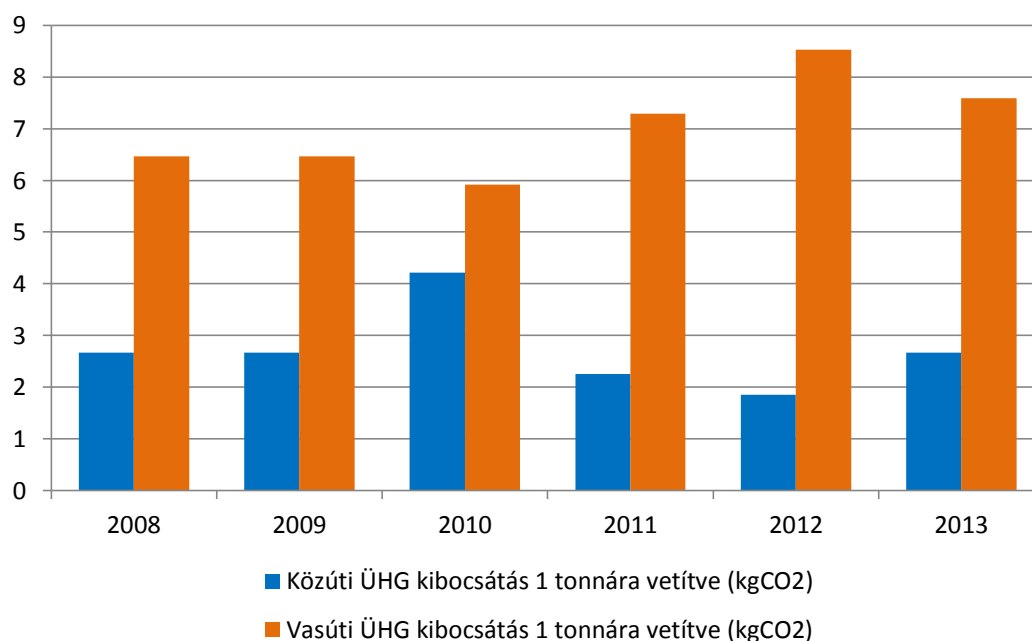
9. táblázat: ÜHG kibocsátás a közúton és a vasúton beszállított cukorrépára, szállítási távolság figyelembe vételével 2008-2013-ig

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Közúti ÜHG kibocsátás (kgCO₂)</i>	450 050	1 181 938	2 234 049	959 699	601 298	712 669
<i>Teljes vasúti ÜHG kibocsátás (kgCO₂)</i>	3 731 791	2 350 839	2 255 352	3 365 453	5 040 485	4 636 690
<i>Összes ÜHG kibocsátás (kgCO₂)</i>	4 181 841	3 532 777	4 489 401	4 325 153	5 641 783	5 349 360

Forrás: saját számítás

Érdemes elemezni azt is, hogy egy tonna cukorrépa eljuttatása a termelőtől a cukorgyárig mekkora ÜHG kibocsátást eredményez.

A 10. ábrán egy tonna cukorrépa gyárba történő fuvarozásának ÜHG kibocsátása látható. 2010 kivételével minden évben jelentősen meghaladta a vasúti kibocsátás a közútit. Azonban jó eredmény, hogy 2012-ről 2013-ra több mint 10%-kal csökkent a teljes tonnánkénti kibocsátás. Az elmúlt hat éves átlag alapján 5,3 kg CO_{2eq} kerül a légkörbe egy tonna cukorrépa termelőtől a gyárba történő beszállításával.



10. ábra: 1 tonna cukorrépa beszállításából eredő ÜHG kibocsátás a szállítási távolságok figyelembe vételével

Forrás: Saját számítás

4.9. KOMBINÁLT (MULTIMODÁLIS) FUVAROZÁS

A kombinált fuvarozás az egyik lehetséges módja az üvegházhatású gázkibocsátás csökkentésnek. „Kombinált áruszállításról akkor beszélünk, ha az áru a feladótól a vevőig több szállítóeszköz igénybevételével jut el anélkül, hogy az első szállítóeszközből kiraknánk.” (Hajós et al., 2007) Cukorrépa szállításnál ennek egyik lehetséges módja a konténeres szállítás közúti és vasúti kombinációja. Erre a módszerre már több példa is létezik. Egy olaszországi cukorgyár, amely 250 km-re fekszik a cukorrépa termőterületről olyan új logisztikai koncepciót dolgozott ki, melynek „lényege, hogy a cukorrépa szezonban a cukorgyárakba történő beszállítást környezetkímélő módon, konténerekkel... közúti és vasúti kombinált fuvarozással, irányvonatokkal lehessen megoldani.” (Papócsi - Kocsis, 2004) Ennek megvalósításához legalább 10.000 tonna mennyiségű alapanyagra és legalább 150 kilométeres távolságra van szükség. Az Agrana szlovákiai gyára szintén alkalmazza ezt az egyedi megoldást, mely során a cukorrépát konténerekbe rakodják be, amely aztán mind közúton mind vasúton elszállítható a feldolgozás helyszínére.

A konténeres vasúti szállítással kombinált cukorrépa fuvarozás előnyei a következők:

- nincs még egy további berakás a feladó vasútállomáson

- nincs a többszöri rakodásból eredő rakodási veszteség
- kevésbé törik a répa
- infrastruktúra és költség megtakarítás
- fuvarozási módok előnyeinek a kombinálása: hatékonyság, tervezhetőség, rugalmasság
- alacsonyabb károsanyag kibocsátás, mivel közút helyett vasúton történik a szállítás
- akkor is működőképes, ha a célállomáson nincs kiépítve vasúti átvétel.

Az átvétel és feldolgozás helyszínén szükséges egy villás emelőtargonca, amely leemeli a konténert a vasúti szerelvényről, akár megméri a súlyát, majd megfordítja, és a garatba üríti a tartalmát. Mindehhez elegendő egy ilyen emelőtargonca és egy fő kezelő személyzet. Végezhető egy számítás arra vonatkozóan, hogy mekkora károsanyag kibocsátása lenne ennek a 10.000 tonna cukorrépa szállításnak 150 kilométeres távolságra, ha a konténeres vasút helyett, közúton történne a fuvarozása. A Defra ÜHG kibocsátás alapértékeivel megszorozva azt kapjuk, hogy a vasúti kibocsátás így 54.500 kgCO_{2eq}, míg a közúti ennek közel a háromszorosa, 154.100 kgCO_{2eq} lenne. A kombinált konténeres vasúti szállítás egyrészt költségtakarékosabb, másrészt környezetkímélőbb is.

4.10. A FENNTARTHATÓ LOGISZTIKA SAJÁT DEFINÍCIÓ

A szakirodalomban számos fenntarthatóság és logisztika fogalom létezik, ugyanakkor fenntartható logisztika meghatározás kevés található. A szakirodalom áttekintését követően egy saját definícióban foglaltam össze a fenntartható logisztika lényegét, amely a következő. A fenntartható logisztika anyagok mozgatásához - szállításhoz, tárolásához, kezeléséhez - kapcsolódó tevékenységek oly módú szervezése, amely során a társadalmi, gazdasági és környezeti szempontok egyenlő súllyal bírnak, valamint a jövedelmezőség mellett a logisztikai folyamatok környezettudatos átalakítása, a környezethatékony technológiák alkalmazása is előtérbe kerül a logisztika külső hatásainak (éghajlatváltozás, légszennyezés, zaj, rezgés, baleset) csökkentése érdekében.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- A Kaposvári Cukorgyár évről évre folyamatosan bővül, egyre nagyobb feldolgozási kapacitással rendelkezik, amelyhez megfelelő nyersanyag mennyiség biztosítása szükséges. A termőterület bővülése a Kaposvári régióban már nem lehetséges, ezért az ország távolabbi pontjairól is érkezik ide cukorrépa.
- A cukorrépa szállítás a Magyar Cukor Zrt-nél egyre nagyobb arányban történik vasúton, kisebb részben közúton. Ennek egyik oka az a gazdaságossági szempont, hogy a fajlagos vasúti díjtétel jóval alacsonyabb a közúti díjaknál. Másik oka, hogy az egyre nagyobb fuvartávolság miatt a vasúti szállítás egyszerűbb, könnyebben tervezhető és nagyobb mennyiségben történik, hiszen egy irányvonat akár több száz vagy akár ezer tonnás is lehet.
- Kaposvár környékéről kamionokkal szállítják be a cukorgyárba a répát, míg vasúti vagonokkal érkezik az Alföldről, Közép- és Nyugat-Magyarországról. Mindez azt eredményezi, hogy a közúti szállítási távolság rövid, átlagosan 27 km, ugyanakkor a vasúti fuvartávolság 250 km körül mozog.
- Összességében nagy szállítási távolság jellemzi a cukoripari nyersanyag beszállítást, az elmúlt két év során átlagban meghaladta a 180 kilométert. De milyen következményekkel van ez a környezetre?
- A környezeti kibocsátás alapján a vasúti szállítás lényegesen környezetkímélőbbnek tűnik, hiszen egy tonna áru egy kilométerre közúton történő elszállítása során több mint 100 gramm szén-dioxidnak megfelelő üvegházhatású gáz kerül a légkörbe, míg a vasúti kibocsátás ennek mindössze az egyharmada.
- A cukoripar nyersanyag beszállítása során (2008-2013) évente átlagosan több mint 1 millió kilogramm CO₂ került a közúti szállítás során a légkörbe, míg vasúton ez az érték majdnem elérte az 3,5 millió kilogrammot. 2013-ban jelentős mennyiségű, 4,5 millió kilogrammot meghaladó szén-dioxidnak megfelelő üvegházhatású gáz került a cukorrépa logisztikai tevékenységek során a légkörbe.
- Egy tonna cukorrépa Kaposvárra történő szállítása az utóbbi években átlagosan 5,3 kg CO_{2eq} kibocsátást okozott.

A fő kérdés az, hogy milyen intézkedésekkel lehet fenntarthatóbbá tenni a szállítmányozást, hogyan tehető zöldebbé a logisztika. Az alábbiakban erre került megfogalmazásra néhány példa.

- A „felhasználó fizet” elven és a „szennyező fizet” elvre épül az Európai Parlament és a Tanács 2006/38/EK irányelve, amely a tehergépjárművekre kivetett úthasználati díjról valamint a különböző kibocsátási normákról szól.
- A szállítójárművekre vonatkozó európai kibocsátási normák egyre szigorúbb követelményeket határoznak meg. Egy jármű kibocsátási kategóriáját az „EURO” minősítési rendszer tartalmazza, ez alapján Euro 0-5 besorolást különböztetnek meg, amelyek adott kibocsátási határértéknek felelnek meg. Cél a minél magasabb környezetvédelmi kategóriába tartozó gépjárművek elterjesztése, mellyel csökkenthetők a járművek szén-monoxid, szénhidrogén, nitrogén-oxid és egyéb részecskéinek kibocsátása.
- Az alternatív üzemanyagok használata is alacsonyabb emissziót eredményez. Az Európai Unió 2020-ig elfogadott útiterve szerint a bioüzemanyag fogyasztás növekedése a közlekedési ágazat ÜHG kibocsátás csökkentésének egyik legfontosabb eszköze. Az EU-s tagállamok közlekedési ágazataiban 2020-ra el kell érni legalább a 10%-os megújuló energia részarányt.
- Hasonló hatást válthat ki az üzemanyagok adóztatása. Az EU közösségi stratégiájának egyik pillére az adójellegű intézkedéseket használja a CO₂-kibocsátás csökkentésére.
- Fontos lehet az új járművekre vonatkozó kibocsátási előírások szigorodása.
- Az alapanyag minél közelebbi beszerzése, az ezáltal elérhető a szállítási költségek visszaszorítása, a károsanyag kibocsátás csökkentés és a levegőtisztaságvédelem.
- A Magyar Cukor Zrt. jelenlegi nyersanyag szállításában megfelelő a közúti és vasúti szállítás aránya, ugyanakkor mindenképpen szükséges az átlagos fuvar-távolságának a csökkentése. Ez egyrészt nagymértékű fuvardíjcsökkenést eredményezne, másrészt jelentősen csökkentené a logisztikai tevékenységének az ÜHG kibocsátását, amelyet a vállalat akár remek marketing fogásként is felhasználhat.
- Szükséges lenne a magyar vasúti hálózat fejlesztésére, hogy a jelenlegi még dízel mozdonnyal üzemeltetett szakaszokon, a korszerűbb és alacsonyabb kibo-

csátású villanymozdonyok közlekedhessenek, melynek segítségével jelentősen csökkenne a vasúti fuvarozás ÜHG kibocsátása.

- Lehetséges megoldás az üvegházhatású gázok csökkentésére alternatív fuvarozási módok kiválasztása, ennek során az alacsonyabb kibocsátású szállítási mód kiválasztásával, vagy akár kombinált fuvarozási mód alkalmazásával.

A Kaposvári Cukorgyár esetében elsősorban a szállítási távolság csökkentésével és a szállítási módok arányának megváltoztatásával csökkenthető nagymértékben a cukorrépa logisztika által okozott üvegházhatású gázkibocsátás. Néhány feltétel és feltételezés mellett számolható egy optimális ÜHG kibocsátási érték. Az első feltétel, hogy a cukorgyár mindenképpen megtartja a közúti szállítást, hiszen ez a Kaposvár körzetéből történő répa beszállítást takarja, amelyet nem kívánatos megszüntetni. A második feltételezés, hogy továbbra is a 2013-ban beszállított cukorrépa mennyiséget dolgoz fel a gyár évente, ezzel a mennyiséggel történik a számítás. A harmadik feltételezés, hogy a teljes vasúton szállított mennyiség elektromos (villany)mozdony segítségével kerül beszállításra. Így az optimális közúti-vasúti szállítási arány 40-60%, valamint a vasúti szállítási távolság 250 km-ről 100 km-re való csökkentésével az 5,3 millió kg-os kibocsátás több mint felére csökkenthető. Mindehhez azonban hozzá kell tenni, hogy a vasúti szállítás hosszú útszakasz esetén gazdaságosabb. Amennyiben átlagosan 150 km-es vasúti fuvartávolsággal számolnánk, még ilyen érték mellett is 3,1 millió kg-ra csökkenne a CO_{2eq} kibocsátás. Mindez azt jelentené, hogy 40%-kal javulna a Kaposvári Cukorgyár cukorrépa logisztikájából eredő ÜHG kibocsátás, vagyis fenntarthatóbbá válna a cukoripar nyersanyagellátása.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A fenntarthatóság három fő területe a gazdaság, a társadalom és a környezet. Jelen dolgozat a környezet fenntarthatóságán belül is a fenntartható közlekedéssel és logisztikával foglalkozik a magyar cukoripar nyersanyagellátása során. A környezeti fenntarthatóság elérése érdekében mindenképpen szükséges a környezetszennyezés csökkentése és ennek legfőbb részeként a „közlekedés által okozott emisszió mérséklése” (Láng et al., 2007).

A légköri szennyezés és üvegházhatású gázkibocsátás csökkentése érdekében számos erőfeszítés történt, ezt bizonyítja a Kyoto-i Jegyzőkönyv aláírása, az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) munkája és a számos ENSZ jelentés, és az EU 2020 stratégia is. Az EU közlekedéspolitikájában is sokkal inkább előtérbe kerül a környezeti károk és az ÜHG (üvegházhatású gáz) kibocsátás csökkentése, a gazdasági versenyképesség megőrzése mellett, gazdasági visszaesés nélkül. Ennek eléréséhez alkalmazott intézkedések a szennyező fizet elvnek megfelelő úthasználati díj bevezetése, az üzemanyagok adóztatása, a megújuló energiaforrások és bioüzemanyagok támogatása, az új gépjárművek kibocsátásának maximalizálása, műszaki fejlesztések támogatása az energiahatékonyság elérése érdekében.

A dolgozat bemutatja a különböző nemzetközi együttműködéseket, terveket és módszereket, amelyek célja az ÜHG kibocsátás csökkentése. Kiemelt figyelmet kell fordítani a szállítmányozásra és a fuvarozás okozta környezetterhelés mértékére, kiszámításának módjára és csökkentésére. Ennek vizsgálatára egy kidolgozott módszer a karbon-lábnyom, amely a levegőbe kibocsátott gázokat CO₂-re egyenértékűsíti. Az úgynevezett Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) az egyik legalkalmasabb módja az ÜHG kibocsátás számításnak, amely módszer segítségével vállalatok is készítenek fenntarthatósági jelentéseket. Azonban a gázkibocsátás számítás előtt mindenképpen szükséges a magyar cukoripar nyersanyagellátásának és logisztikai tevékenységeinek a bemutatása. Jelen dolgozat célja annak meghatározása, hogy mekkora jelenleg a cukorrépa fuvarozása során keletkező környezetterhelés mértéke valamint ez hogyan javítható, hogyan tehető fenntarthatóbbá és zöldebbé a cukorrépa fuvarozás.

A téma elméleti hátterének áttekintését követően adatgyűjtést folytattam a Magyar Cukor Zrt nyersanyagellátásáról. Az elmúlt hat év adatait felhasználva került elemzése a cukorrépa termőterülete, termésmennyisége, termésátlaga, cukortartalma, a termelők száma, a szállítási távolságok, a szállítási mód megoszlása, valamint ide kapcsolódóan a termőterületek földrajzi megoszlása. Látható, hogy a Kaposvári Cukorgyár feldolgozási kapacitása évről évre folyamatosan nő, átlagosan 800.000-850.000 tonna cukorrépa kerül feldolgozásra a közel 120 napos kampány során. A gyár nyersanyagellátásának biztosítására szükséges cukorrépa meny-

nyisége 15.000-17.000 hektáron kerül megtermelésre több mint 200 termelő segítségével. Hátrányos, hogy az évek során növekvő cukorrépa termőterület jelentős része az Alföldre került, amely miatt a szállítási távolságok is nagymértékben megnőttek, így 2013-ban az átlagos fuvartávolság már meghaladta a 180 kilométert. A nagy szállítási távolság ugyanakkor azt is jelenti, hogy a messziről érkező cukorrépa szállítása számos szempontból előnyösebb vasúton. 2013-ban a vasúti szállítás aránya már elérte a 70%-ot a teljes cukorrépa mennyiségére vonatkozóan.

Az elemzés második részében arra keresem a választ, hogy ennek a nagy mennyiségű nyersanyagnak a nagy távolságra történő elszállítása milyen környezeti hatással jár. Meghatározásra kerültek a GHG Protocol alapján az úgynevezett globális felmelegedési potenciál segítségével az üvegházhatású gázkibocsátási alapértékek, amelyek szén-dioxid egyenértéken kerültek kifejezésre. A közvetlen és közvetett kibocsátásokat is számba véve egy tehergépjárművel 1 tonna áru 1 kilométerre történő elszállítása 102,73 gramm szén-dioxidnak megfelelő üvegházhatású gázkibocsátást okoz, míg ez az érték vasúti szállítás esetén mindössze 36,34 gramm. Elmondható tehát, hogy a légköri kibocsátás tekintetében a vasúti szállítás jóval környezetkímélőbb, különösen villanymozdonyok használatával, mivel azok kibocsátása még ennél is alacsonyabb.

Az egyes évek cukorrépa szállítási mennyisége alapján a szállítási távolság figyelembe vételével kiszámításra került a cukoripar nyersanyagellátásának logisztikai tevékenységből származó ÜHG kibocsátás mennyisége lebontva vasúti és közúti szállításra. A teljes ÜHG kibocsátás mennyisége 2013-ban már meghaladta az 5300 tonnát, melyből 23% származik a közúti és 77% a vasúti szállításból. Kedvező tendenciát mutat, hogy a közúti és a vasúti fuvarok egy tonnára jutó kibocsátása 2012-ről 2013-ra 10%-kal csökkent. A maximálisan elérhető kibocsátás csökkentéshez - 2013. évi cukorrépa mennyiség mellett – mindenképpen növelni kellene a közúti szállítás arányát legalább 40%-ra, a vasúti szállítás részarányának 60%-ra, valamint a 250 kilométeres szállítási távolságot 100 kilométerre kellene lecsökkenteni. Így a cukorrépa szállításból eredő CO₂ kibocsátás 55%-kal lenne csökkenthető. Ugyanakkor gazdasági tényezőket is figyelembe kell venni. Mivel a vasúti szállítás hosszú útszakasz esetén gazdaságosabb, ezért a vasúti távolságot nem lenne érdemes 100 km-es távolságra vagy az alá lecsökkenteni. A vasúti szállítási távolság 150 km-re történő csökkentése mellett 3100 tonna körül lenne a kibocsátás, amely azt jelentené, hogy 40%-kal csökkenne a cukorrépa logisztikájából eredő CO₂ kibocsátás, vagyis fenntarthatóbbá válna a cukoripar nyersanyagellátása. Feltétlenül szükséges kiemelni, hogy a Magyar Cukor Zrt. nyersanyag logisztikai tevékenység-

ge során mind a gazdasági mind a környezeti szempontok céljai azonosak, hiszen például a szállítási távolság csökkentésével nemcsak a logisztikai költségek esnének vissza, hanem a környezeti hatások is mérséklődnének.

Javaslatként megfogalmazható, hogy mindenképpen előnyös a szállítás módok választásánál az alacsonyabb környezetterhelésű vasúti szállítás választása és a szállítási távolságok csökkentése. Közúti szállítás esetén érdemes az alacsonyabb kibocsátási kategóriájú (Euro 5) gépjárművekkel fuvarozni, melyekre alacsonyabb összegű útdíj is vonatkozik. Szükséges lenne a magyar vasúthálózat fejlesztése, hogy a teljes hálózaton elektromos mozdonyok üzemeljenek, de előnyös lehet kombinált fuvarozási módok alkalmazása is. Összefoglalásként elmondható, hogy gazdasági és környezeti szempontokat számításba véve is hasznos lehet a közúti szállítás arányának csökkentése, a szállítási igények tudatos tervezése valamint a fenntartható szállítási eszközök választása a fenntarthatóbb logisztika elérése érdekében.

7. IRODALOMJEGYZÉK

Szakirodalom

- Csizmazia Z., Kovács J. (2006): Agrárműszaki jövőkép és szakemberképzés. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen, p.194.
- Faragó T. et al. (2004): Globális környezeti problémák és a riói megállapodások végrehajtásának helyzete. Egyezmény a biológiai sokféleség megőrzéséért. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium: Debreceni Egyetem, H.n., p.45.
- Hajós L., Pakurár M., Berde Cs.(2007): Szervezés és logisztika. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, p.94, 133.
- Halászné Sipos E. (1998): Logisztika. Logisztikai Fejlesztési Központ: Magyar Világ Kiadó, Budapest, p.33.
- Láng I., Csete L., Jolánkai M.(2007): A globális klímaváltozás: hazai hatások és kihívások. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, p.144.
- McKinnon, A., Browne, M., Whitening, A. (2012): Green logistics (Improving the environmental sustainability of logistics. Kogan Page Limited, London
- Némon Z., Vörösmarty Gy. (2006): Logisztika: Folyamatok az ellátási láncban. Kereskedelmi és Idegenforgalmi Továbbképző Kft., Budapest, p.17, 18, 258.
- Papócsi L., Kocsis K. (2004): Agrárlogisztikai fórum: A logisztika növekvő szerepe az agrár-gazdaságban. Gazdálkodási és Tudományos Társaságok Szövetsége, Budapest, p.18, 19, 34.
- Reményi K. (2010): Energetika – CO₂ – Felmelegedés. Akadémia Kiadó, Budapest, p.253, 256, 257.
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (2007): Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch5.html
- Szegedi Z. (1998): Logisztika menedzsereknek. Kossuth Kiadó, Budapest, p.16.
- Szegedi Z., Prezenszki J. (2008): Logisztika menedzsment. Kossuth Kiadó, Budapest, p.122.

Jogszabályok

- 343/2010. (XII. 28.) Korm. rendelet a fenntartható bioüzemanyag-termelés követelményeiről és igazolásáról,
http://jogszabalykereso.mhk.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=132284.591201

Az Európai Közösségek Bizottsága: Zöld Könyv a környezetvédelmi és a kapcsolódó politikai célokra szolgáló piaci alapú eszközökről, Brüsszel, 2007.03.27, p.19

[http://eur-lex.europa.eu/legal-](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0140&qid=1395503207224&from=HU)

[content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0140&qid=1395503207224&from=HU](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0140&qid=1395503207224&from=HU)

Az Európai Parlament és a Tanács 2006/38/EK irányelve a nehéz tehergépjárművekre egyes infrastruktúrák használatáért kivetett díjakról szóló 1999/62/EK irányelv módosításáról, 2006. május 17.

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0008:0023:HU:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0008:0023:HU:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0008:0023:HU:PDF)

Internetes források

A Bizottság jelentése az Európai Parlamentnek és Tanácsnak: A Kiotói célkitűzések elérése irányában tett előrelépésről, Brüsszel, 2012.10.24., p.3, 22

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0626:FIN:HU:DOC)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0626:FIN:HU:DOC](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0626:FIN:HU:DOC) (letöltés: 2014.01.12.)

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, a Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának: 2050-ig szóló energiaügyi ütemterv, Brüsszel, 2011.12.15

[http://eur-lex.europa.eu/legal-](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0885&qid=1396348931932&from=EN)

[content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0885&qid=1396348931932&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0885&qid=1396348931932&from=EN) (letöltés: 2014.01.12.)

Az Európai Parlament 2013. március 14-i állásfoglalása a 2050-ig szóló energiaügyi ütemtervről: egy energiagazdag jövő. Strasbourg, 2013, p.2.

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P7-TA-2013-0088+0+DOC+XML+V0//HU> (letöltés: 2014.01.12.)

Az Európa 2020 stratégia célkitűzései. 2011, pp.1-2.

http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/targets_hu.pdf (letöltés: 2013. 11.10.)

European Environmental Agency Report (2011): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011 - Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets. p.1.

<http://www.eea.europa.eu/publications/ghg-trends-and-projections-2011> (letöltés: 2014.01.11.)

European Environmental Agency (2013): Specific CO₂ emissions per tonne-km and per mode of transport in Europe.

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/specific-co2-emissions-per-tonne-2#tab-metadata> (letöltés: 2013. 12.10.)

Green Logistics Research Project; 2010

<http://www.greenlogistics.org/index.htm>

Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting. 2012, p.32.

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69554/pb13773-ghg-conversion-factors-2012.pdf (letöltés: 2013.12.10)

Egyéb források

Magyar Cukor Zrt, Termeltetési Osztály, 7400 Kaposvár, Pécsi u. 10-14.