

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GAZDASÁG- ÉS TÁRSADALOMTUDOMÁNYI KAR
MŰSZAKI MENEDZSMENT GAZDÁLKODÁS- ÉS SZERVEZÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA
KÖRNYEZETMENEDZSMENT SPECIALIZÁCIÓ

HERCZEG MÁRTON

**ANYAGÁRAMOK ELEMZÉSE A TÁRSADALMI ÉS IPARI
METABOLIZMUS KÜLÖNBÖZŐ SZINTJEIN**

**DOKTORI ÉRTEKEZÉS
TÉZISEI**

BUDAPEST, 2008

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	2
2. HIPOTÉZISEK	5
3. HIPOZÉTISEK IGAZOLÁSA	6
4. TOVÁBBI KUTATÁSI IGÉNYEK	17
5. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK	19
6. VÁLOGATOTT IRODALOMJEGYZÉK	21
7. HYPOTHESES OF THE DISSERTATION	23

AZ ÉRTEKEZÉS BÍRÁLATAI ÉS A VÉDÉSRŐL KÉSZÜLT JEGYZŐKÖNYV A KÉSŐBBIEKBEN A BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM GAZDASÁG- ÉS TÁRSADALOMTUDOMÁNYI KARÁNAK DÉKÁNI HIVATALÁBAN ELÉRHETŐEK.

1. BEVEZETÉS

A XX. század második felében a környezeti problémák fokozatos felismerése során elsősorban egy-egy környezeti elem terhelése került a figyelem középpontjába. Sorra születtek a nemzetközi egyezmények, és nemzeti szabályozások, melyek a különböző környezetvédelmi célokat határozták meg pl. egyes légszennyező anyagok kibocsátásának korlátozása révén. Ezt a funkcionális szemléletet az elmúlt 20 évben¹ folyamatosan felváltotta/felváltja **a fenntartható fejlődés (sustainable development) koncepciója**, amelyben a környezeti elemekre meghatározott célok csak részterületnek tekinthetőek. Ez az elmélet (és különböző változatai) ugyanis **olyan társadalom-gazdasági és természettudományi szempontokat integráló koncepció, amely a környezeti problémák megközelítését is multidiszciplináris, tehát társadalomtudományi, természettudományi, műszaki és gazdaságtudományi alapokra helyezte át.**

Mivel az anyagáramlások által keltett környezeti terhelések és hatások megelőzése és csökkentése rendre célként jelenik meg az egyes nemzeti és nemzetközi fenntarthatósági- és **környezetpolitikákban is, ezért elengedhetetlen a gazdaság-társadalom anyagáramlásainak** (társadalmi metabolizmus) pontos feltérképezése. Ilyen célok lehetnek a **gazdaság anyagintenzitásának, dematerializációjának nyomon követése**, tehát a társadalmi jólét és a gazdaság fizikai növekedése közötti kapcsolat szétválását (decoupling) megcélzó szakpolitikák sikerre vitele, vagy egyes **kémiai anyagok** áramlásainak nyomon követése, szabályozása, a veszélyes anyagoknak a társadalom-gazdasági rendszerből való kivonása.

Az anyag és energia különböző formáinak a gazdaság-társadalom és a környezet közötti áramlásainak leírására számos modell született, melyek fizikai kapcsolatát az úgynevezett anyagáram-elemzési eszközök révén **különböző szinteken vizsgálhatjuk** az egyes kémiai elemektől kezdve, a termékeken, vállalati telephelyeken, ipari ágazatokon keresztül a teljes gazdaságig bezárólag.

Munkám során az anyagáram-elemzési módszerek környezetpolitikai alkalmazhatóságának vizsgálatán túl elvégeztem **a társadalmi metabolizmus aggregált leírására** szolgáló teljes gazdasági **anyagáramlás-számlák** (Material Flow Accounts, MFA) és az ezekből képzett

¹ Az ENSZ 1987-ben *Közös Jövők (Our Common Future)* címmel készítette el első olyan jelentését, amelyben rögzítették a fenntartható fejlődés alapelveit és azon követelményeket, amelyek betartása esetén a jövő generációk szükségletei is kielégíthetőek lehetnek.

mutatószámok (mutatók, indikátorok) alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatát. Az első hivatalos **hazai MFA** adatsorok és mutatószámok összeállításán és bemutatásán túl **nemzetközi összehasonlításban vizsgáltam a hazai anyagfelhasználás jellegzetességeit** a fenntartható erőforrás-gazdálkodás szempontjainak figyelembe vételével, bizonyítva ezzel, hogy a módszercsalád Magyarországon is rendkívül fontos környezetpolitikai támogatóeszköz lehet. Disszertációmban **az egyedi kémiai anyagáramok elemzésének** (Substance Flow Analysis, SFA) módszertani alapjait, valamint az SFA-k európai szintű megvalósíthatóságát is vizsgáltam. Az anyagáramlás-számlák standardizált módszertanára alapozva **egyszerűsített kémiai anyagáramlás-mérleget** dolgoztam ki, melynek alkalmazhatóságát egy hazai példán teszteltem. Az általam kidolgozott módszertan alapján készítettük el a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztériummal együttműködve **az első hazai higany-áramlás mérleg alapjait** . Ez a mérleg annak a közeljövőben kidolgozandó nemzeti stratégiának az alapja lehet, amely a nemzetközi céloknak megfelelően a higanytartalmú termékeknek a gazdaság-társadalom rendszeréből való kivonását segítheti.

KUTATÁSMÓDSZERTAN

Az első hazai teljes **gazdasági anyagáramlás-számlák összeállítása és az MFA mutatószámok kiszámítása** a széleskörű irodalmi áttekintésen túl **hazai és nemzetközi szakemberekkel folytatott konzultációkra** épül, továbbá **primer és szekunder kutatáson és adatgyűjtésen** alapul. A hazai MFA számlák és mutatószámok kidolgozása annak a kétéves projektnek az eredménye, amit a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) Környezetstatisztikai Osztályának munkatársaival végeztünk az Eurostat részére 2005-2006-ban.

Az **egyedi kémiai anyagáramok elemzésének** részletes módszertani vizsgálatának elvégzésére kiváló szakmai háttérrel nyújtott az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environment Agency, EEA) koppenhágai székhelyű Erőforrás- és Hulladékgazdálkodás Témaközpont (European Topic Centre on Resource and Waste Management, ETC/RWM) projektje, melynek munkájában 2005 eleje óta veszek részt szakértőként. E szervezet munkacsoportjával **Európában elsőként végeztünk el egy több országra kiterjedő szekunder kutatást** ², melynek célja az volt, hogy irodalmi és tapasztalati információkra (interjúkra) és adatokra támaszkodva összegezzük, **milyen módszertani alapokon, mely kémiai anyagokra és milyen adat-, és számításigény mellett készültek el az eddigi SFA tanulmányok Európában** . A vizsgálat célja többek között az volt, hogy

² Herczeg et al., 2006

eldöntsük, **elkészíthetőek-e a jelenlegi feltételek mellett a teljes európai SFA-k.** Kutatócsoportunk több európai országban végzett felmérésére alapozva a nemzetközi gyakorlatban alkalmazott módszertant megvizsgálva válaszoltam meg azokat a hipotéziseket, melyek az SFA szélesebb körű alkalmazhatósága révén a jelenkori környezetpolitikák fontos céljai elérésének lehetőségeit vizsgálják.

Tapasztalataim alapján összefoglaltam az SFA alkalmazásának jelentősebb környezetpolitikai és egyéb lehetőségeit, továbbá az anyagáramlás-számlák standardizált módszertanára támaszkodva javaslatot tettem egy egyszerűsített kémiai anyagmérleg-számla elkészítésére. Az **általam készített módszertan** alkalmazhatóságának verifikációját egy hazai példán teszteltem: az első hazai higany-áramlás mérleg alapjait Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztériummal együttműködve állítottam össze, **primer és szekunder adatgyűjtésre** támaszkodva.

2. HIPOTÉZISEK

Kutatásom általános céljain belül számos kutatási kérdést fogalmaztam meg az egyes részterületek tekintetében, melyek a következő hipotézisekben foglalhatóak össze.

HIPOTÉZIS 1:

A TÁRSADALMI ÉS IPARI METABOLIZMUS FOLYAMATAINAK FIZIKAI LEÍRÁSA ÉS KVANTIFIKÁLÁSA ALKALMAS A FENNTARTHATÓSÁGI ÉS KÖRNYEZETPOLITIKAI CÉLOK MEGALAPOZÁSÁRA ÉS NYOMONKÖVETÉSÉRE.

HIPOTÉZIS 2:

AZ ANYAGÁRAM-ELEMZÉS MÓDSZERTANI CSALÁDJA A TÁRSADALMI ÉS IPARI METABOLIZMUS FOLYAMATAINAK LEÍRÁSÁT HATÉKONYAN TÁMOGATÓ ESZKÖZRENDSZER.

HIPOTÉZIS 3:

A TÁRSADALOM-GAZDASÁG ÉS A KÖRNYEZET KÖZÖTTI FIZIKAI KAPCSOLAT AGGREGÁLT LEÍRÁSÁT A TELJES GAZDASÁGI ANYAGÁRAM-SZÁMLÁK ÉS MUTATÓSZÁMOK KIDOLGOZÁSA SEGÍTI. A MAGYARORSZÁGI ADAPTÁLÁST A HAZAI STATISZTIKAI ADATOK LEGALÁBB RÉSZBEN LEHETŐVÉ TESZIK.

HIPOTÉZIS 4:

A MAGYARORSZÁGRA ELKÉSZÍTENDŐ MFA VIZSGÁLAT BIZONYÍTHATJA, HOGY A HAZAI ERŐFORRÁS-GAZDÁLKODÁS NEM FENNTARTHATÓ, ÉS MEGVILÁGÍTJA AZON KEDVEZŐTLEN TENDENCIÁKAT, MELYEKSEL SZEMBEN A HAZAI FENNTARTHATÓSÁGI TÖREKVÉSEKNEK FEL KELL LÉPNIÜK.

HIPOTÉZIS 5:

A KÉMIAI ANYAGÁRAM-ELEMZÉSEK RÉVÉN NYERHETŐ INFORMÁCIÓK A VESZÉLYES KÉMIAI ANYAGOKNAK A TÁRSADALOM-GAZDASÁG RENDSZERÉBŐL VALÓ KIVONÁSÁT SEGÍTIK, EZÉRT INDOKOLT LENNE A VIZSGÁLATOK KITERJESZTÉSE EURÓPAI SZINTRE.

HIPOTÉZIS 6:

A KÉMIAI ANYAGÁRAM-ELEMZÉSEK EGYSZERŰSÍTVE ELVÉGEZHETŐEK ORSZÁGOK SZINTJÉN AZ ANYAGÁRAMLÁSI-SZÁMLÁK MÓDSZERTANA ALAPJÁN. E MÓDSZERTANT KÖVETVE LEGALÁBB RÉSZBEN ELKÉSZÍTHETŐ MAGYARORSZÁG HIGANY-MÉRLEGE, AMI A KÖVETKEZŐ ÉVEKBEN A HAZAI HIGANY-KIVONÁSI STRATÉGIA KIDOLGOZÁSÁHOZ NYÚJTHAT ALAPVETŐ INFORMÁCIÓKAT.

A megfogalmazott hipotézisek vizsgálatát és igazolását dolgozatom egyes fejezetei sorrendben tartalmazzák. A vizsgált kutatási kérdések és hipotézisek összefoglaló elemzését a dolgozat 6. fejezete tartalmazza, illetve e tézisfüzet következő fejezete foglalja össze.

3. HIPOZÉTISEK IGAZOLÁSA

HIPOTÉZIS 1:

A TÁRSADALMI ÉS IPARI METABOLIZMUS FOLYAMATAINAK FIZIKAI LEÍRÁSA ÉS KVANTIFIKÁLÁSA ALKALMAS A FENNTARTHATÓSÁGI ÉS KÖRNYEZETPOLITIKAI CÉLOK MEGALAPOZÁSÁRA ÉS NYOMONKÖVETÉSÉRE.

Disszertációm *2. fejezetében* bemutattam, hogy a **különböző** szinten (globális, nemzetgazdasági, vállalati stb.) értelmezett **fenntarthatósági elméletek** számos közös vonást tartalmaznak. Megállapítottam, hogy a fenntarthatóság különböző megközelítései a **környezet, a társadalom és a gazdaság összhangjára**, azaz integrált, interdiszciplináris szemléletre építenek, ezért komplex, multidiszciplináris rendszerszemléletű vizsgálatokat igényelnek. Bizonyítottam, hogy a globálisan és lokálisan definiált „erős” és „gyenge” fenntarthatósági megközelítések, a vállalati szinten értelmezett ipari ökológia, ipari szimbiózis, Faktor 4 és Faktor 10 **elméletek közös elemeként** jelenik meg a gazdaság-társadalom és az ipar által keltett **anyagáramlások környezeti hatásainak visszaszorítása, az erőforrásfelhasználás hatékonyságának erőteljes javítása, a szennyezőanyagok kibocsátásának jelentős csökkentése, tehát a szennyezési lánc megtörése.** Megállapítottam, hogy a társadalmi és ipari metabolizmus **fenntartható anyag- és energiagazdálkodását** leíró, irodalmi forrásokban fellelhető modellek számos közös vonást tartalmaznak, a természeti környezetet és a gazdaság-társadalom komplexet (az ipari rendszerekkel együtt) egyazon rendszer részeinek tekintve.

Bemutattam, hogy a **fenntarthatóság egyes dimenzióinak mérésére** számos megközelítés és szubjektív elemeket is tartalmazó mutatószám ismert, de a fenntarthatóság mérésére ma legtöbbször alkalmazott mutatók számos metodikai problémával terheltek. Bár a társadalmi és ipari metabolizmus fizikai leírása révén szerzett információk **közvetlen módon nem alkalmasak a fenntarthatóság társadalmi vonatkozásainak vizsgálatára** (mint a többi mutatószám némelyike), de bizonyítottam, hogy a **környezeti szempontú fenntarthatóság mérése mindegyik megközelítésben elengedhetetlen**, ezért szükséges az anyagáramlások rendszerszemléletű, pontos és számszerűsített elemzése és mutatószámok alkalmazása révén történő nyomonkövetése.

HIPOTÉZIS 2:

AZ ANYAGÁRAM-ELEMZÉS MÓDSZERTANI CSALÁDJA A TÁRSADALMI ÉS IPARI METABOLIZMUS FOLYAMATAINAK LEÍRÁSÁT HATÉKONYAN TÁMOGATÓ ESZKÖZRENDSZER.

A 3. fejezetben tárgyaltam, hogy az anyagáramelemzés különböző módszerei **alkalmasak az ökológiai és a társadalom-gazdasági rendszer közötti kapcsolat számszerűsített leírására.**

A módszertani csoport jelentősége az anyagok felhasználására vonatkozó újszerű könyvviteli és elemző szemléletű megközelítésből fakad, mely révén a környezetpolitikai gyakorlatban alkalmazott PSR (terhelés–állapot–válasz, pressure–state–response) vagy DPSIR (hatótényezők–terhelés–állapot–hatás–válasz, driving forces–pressure–state–impact–response) keretrendszerek összetevői **közül közvetlenül a környezeti terhelésekre (P)** vonatkozó információk szerezhetőek.

A módszertanon alapuló eszközök körébe **olyan fizikai elszámolások és mutatószám-rendszerek** tartoznak, amelyekkel leírható a társadalom-gazdaság és benne az ipari rendszerek által megmozgatott, pontosabban a rendszerbe bevitt és kibocsátott **anyag mennyisége** (általában ennek tömegét mérve kg vagy többnyire tonna mértékegységekben) és részben annak útja is.

Definiáltam, hogy az anyagáram-elemzés **különböző rendszerszinteken és részletességgel végezhető:**

1. Alapvető „elemi” szint a kémiai elemek anyagáramlásának vizsgálata (SFA¹),
2. vagy bizonyos anyagrendszerek együttes elemzése (MSA²).
3. A következő, már komplexen aggregált szintnek a termékek életciklus-értékelése, pontosabban annak leltár-elemzés lépése tekinthető (LCI³).
4. A következő szint a vállalatok/telephelyek szintje, mely során a legjellemzőbb az input- és az output áramok számbavétele.

1 Substance Flow Analysis / Kémiai anyagáramlás-elemzés

2 Material System Analysis / Anyagrendszer-elemzés

3 Life Cycle Inventory / Életciklus-leltár

5. Az ágazati szintű elemzések elvégzésekor az elemzések a gazdasági aktivitás mellett az ágazatok anyagáramlásait és azok értékét is figyelembe veszi (pl. eIOA⁴, PIOT⁵, NAMEA⁶).
6. Az anyagáram-elemzés legfelsőbb szintjén az ún. nemzetgazdaság-szintű anyagáram elemzések foglalnak helyet, melyek egy adott ország teljes anyagáramlási rendszerét vizsgálják (EW-MFA⁷),
7. esetleg a nemzeti számlák rendszerével (SNA⁸) analóg módon a gazdasági és környezeti teljesítmény integrált elemzésére törekcszenek (SEEA⁹).
8. Az anyagáram-elemzés mintájára végezhető az energiaáramlások elemzése, illetve a két módszer kombinációjában az anyag és energia-áramlás elemzés (EFA¹⁰/MEFA¹¹).

Értékeltem, hogy az egyes röviden vizsgált módszerek révén szerzeshető **információk részletességének spektruma** a nagyon aggregált szinttől az egészen részletesig terjedhet. Megmutattam, hogy az anyagáramlás-elemzések ugyanakkor **összekapcsolhatóak a pénzáramlások elemzésével**, továbbá kiegészíthetők a **környezeti hatások vizsgálatával** is. Megállapítottam, és összefoglaltam, hogy a különböző szintű fenntarthatósági, környezetpolitikai és vállalati környezetvédelmi célrendszerek által feltett kérdések vizsgálata és megválaszolása az anyagáram-elemző módszerek megfelelő megválasztása esetén **mely eszközökkel támogathatók hatékonyan**.

Egyetlen módszer sem alkalmas minden szintű és típusú vizsgálat elvégzésére, de a megfelelő cél meghatározása esetén megválasztható a megfelelő anyagáramlás-elemzési módszer.

4 Environmental Input-Output Analysis / Környezeti input-output analízis

5 Physical Input Output Tables / Fizikai input-output táblázatok

6 National Accounts Matrix Including Environmental Accounts / Nemzeti számlák és a környezeti számlák közös mátrixa

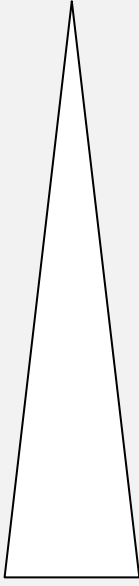

7 Economy wide Material Flow Accounts / Teljes gazdasági anyagáramlás-számlák

8 System of National Accounts / Nemzeti számlák rendszere

9 System of Integrated Environmental and Economic Accounts / Gazdasági és környezeti számlák integrált rendszere

10 Energy Flow Accounts / Energiaáramlás-elszámolás

11 Material and Energy Flow Accounting / Anyag- és energiaáramlás-elszámolás

Anyagáramlás-elemző módszerek	Információ részletessége	Politikai kiterjedés	Környezetpolitika típusa	Környezetpolitikai célrendszer
<p><i>MFA</i> <i>SEEA</i></p> <p>Makroszint</p>	<p>nagyon aggregált</p>  <p>nagyon részletes</p>	<p>széles</p>  <p>szűk</p>	<p>stratégiák, programok</p>	<p>fenntartható fejlődés</p> <p>fenntartható fogyasztás és termelés</p> <p>fenntartható/megújuló természeti erőforrás-használat</p>
<p><i>NAMEA</i> <i>PIOT</i> <i>eIOA</i> <i>MSA</i></p> <p>mezo szint</p>			<p>gazdasági szabályozó-eszközök</p> <p>önkéntes megállapodások</p>	<p>klíma-, energia- és hulladékpolitikák</p> <p>újrahasznosítási stratégia</p>
<p><i>LCI</i> <i>vállalati I/O</i> <i>SFA</i></p> <p>mikro szint</p>			<p>szabályozó-eszközök</p> <p>tilalmak</p> <p>vállalati környezetmenedzsment</p>	<p>egészségügyi és kémiai szakpolitikák</p> <p>veszélyes hulladékok kezelése</p> <p>vállalati környezeti hatások csökkentése</p>

Vastag dőlt betűvel jelölve: a disszertációban részletesen elemzett területek

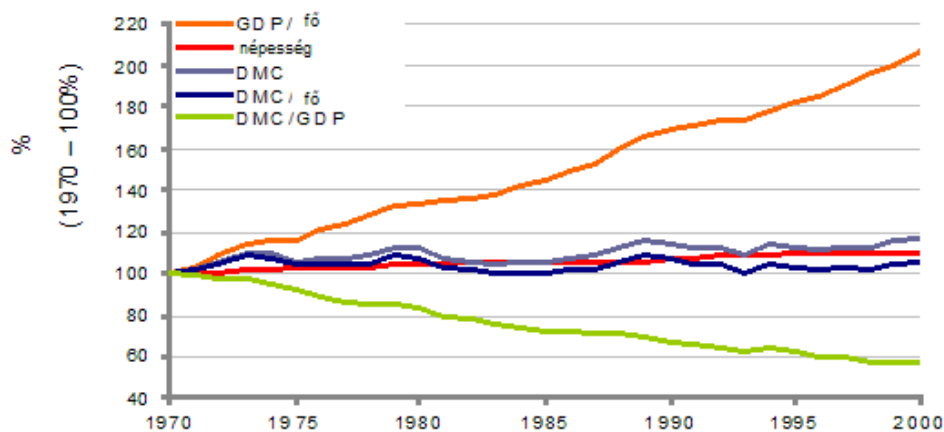
1. TÁBLÁZAT: AZ MFA ESZKÖZÖK KÖRNYEZETPOLITIKAI VONATKOZÁS SZERINT
Forrás: (Moll et al., 2005 p . 47) alapján, módosításokkal és kiegészítésekkel

Megállapítottam továbbá, hogy az **egyes anyagáram-elemzési szintek között elméleti homológia fedezhető fel**, amely révén a mikro-, mezo- és makroszintek közötti anyagáramelemzési módszerek elméletileg összekapcsolhatóak. Bemutattam, hogy **elvben bármelyik módszertan által elsámolt áramlások környezeti hatásait lehet értékelni valamilyen hatásértékelési módszertan segítségével.**

HIPOTÉZIS 3:

A TÁRSADALOM-GAZDASÁG ÉS A KÖRNYEZET KÖZÖTTI FIZIKAI KAPCSOLAT AGGREGÁLT LEÍRÁSÁT A TELJES GAZDASÁGI ANYAGÁRAM-SZÁMLÁK ÉS MUTATÓSZÁMOK KIDOLGOZÁSA SEGÍTI. A MAGYARORSZÁGI ADAPTÁLÁST A HAZAI STATISZTIKAI ADATOK LEGALÁBB RÉSZBEN LEHETŐVÉ TESZIK.

A disszertáció 4. fejezetének első részében bemutattam, hogy az Eurostat által 2001-ben standardizált MFA alkalmazása révén nyerhető **információk és mutatószámok** széleskörűen alkalmazhatóak a társadalmi metabolizmus nemzetgazdasági szintű anyagáramlásainak leírásán túl, az adott nemzetgazdaság anyagfelhasználását biztosító **globális források felhasználásának vizsgálatára, a gazdaság anyagintenzitásának, anyaghatékonyságának** nyomon követésére is.



1. ÁBRA: ANYAGFELHASZNÁLÁS HATÉKONYSÁGA EGY FŐRE (DMC/CAPITA) ÉS GAZDASÁGI TELJESÍTMÉNYRE (DMC/GDP) VETÍTVE AZ EU15 ORSZÁGAIBAN (1970-2000)

Forrás: (Eurostat, 2005)

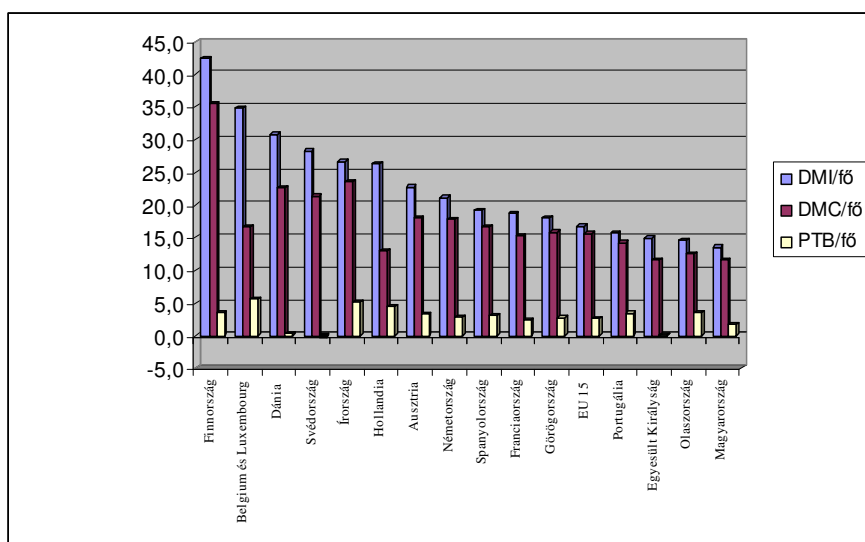
Bizonyítottam továbbá, hogy az MFA mutatószámok alkalmazása révén **a fenntarthatósági értelmezések dilemmáira** (pl. lokális és globális fenntartható erőforrásgazdálkodás kérdésére, erőforrás-extrakció kiszervezésére stb.) vonatkozóan is válasz adható.

Elemzésekkel alátámasztottam, hogy **a hazai statisztikai adatok révén összeállíthatók a közvetlen anyagbevitelre vonatkozó adatok** (belföldi kitermelés, import) és részben az output oldali anyagáramlás-számlák (export, disszipatív termékhasználat és veszteségek, hulladék-kibocsátás, légszennyezők) is összeállíthatók.

	Adatok jellege	Adatok forrása
INPUT OLDAL		
1.1. Hazai kitermelés		
1.1.1. Fosszilis tüzelőanyagok	adminisztratív adatok	Magyar Bányászati és Földtani Hivatal
1.1.2. Érces és nemfém ásványi nyersanyagok	adminisztratív adatok	Magyar Bányászati és Földtani Hivatal
1.1.3. Biomassza	adatgyűjtés	KSH
1.2. Importált nyersanyagok és termékek	adminisztratív adatok	KSH
OUTPUT OLDAL		
2.1. Levegőszennyezés	adatgyűjtés	KvVM
2.2. Lerakott hulladék	adatgyűjtés	KvVM, KSH
2.3. Vízszennyezés	adminisztratív, adatgyűjtés + becslés	KvVM, Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségek
2.4. Termékek szétszóródó felhasználása	adatgyűjtés, becslés	FVM, KSH, Közút Kht.
2.5. Szétszóródó veszteségek	becslés	BME (saját számításaim)

2. TÁBLÁZAT: INPUT ÉS OUTPUT OLDALHOZ FELHASZNÁLT ADATOK TÍPUSA ÉS FORRÁSAIK¹²
Forrás: (Drahos et al., 2007)

A számlákon túl konkrétan a **következő hazai MFA mutatók kerültek összeállításra a 2000-2003 közötti időszakra**: közvetlen anyagbevétel (Direct Material Input, DMI), hazai anyagfelhasználás (Domestic Material Consumption, DMC), fizikai külkereskedelmi mérleg (Physical Trade Balance, PTB). A KSH munkatársaival közösen összeállított adatsorokat a nemzetközi irodalomban fellelhető három további forrás felhasználásával egészítettem ki, **így nemzetközi összehasonlításra és hosszabb idősorok figyelembevételére is lehetőségem nyílt.**



2. ÁBRA: FŐ MUTATÓSZÁMOK A LAKOSSÁG ARÁNYÁBAN MAGYARORSZÁGRA ÉS AZ EU-15-RE, 2000
(TONNA/FŐ)

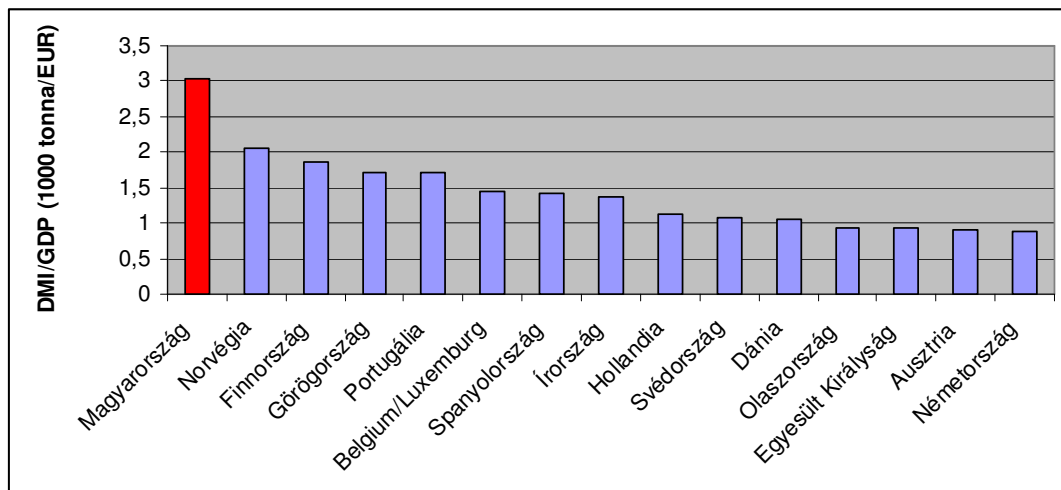
Forrás: (Eurostat és KSH adatbázisai)

¹² A számok az Eurostat módszertana szerinti anyagkategória-besorolást jelölik.

HIPOTÉZIS 4:

A MAGYARORSZÁGRA ELKÉSZÍTENDŐ MFA VIZSGÁLAT BIZONYÍTHATJA, HOGY A HAZAI ERŐFORRÁS-GAZDÁLKODÁS NEM FENNTARTHATÓ, ÉS MEGVILÁGÍTJA AZON KEDVEZŐTLEN TENDENCIÁKAT, MELYEKEL SZEMBEN A HAZAI FENNTARTHATÓSÁGI TÖREKVÉSEKNEK FEL KELL LÉPNIÜK.

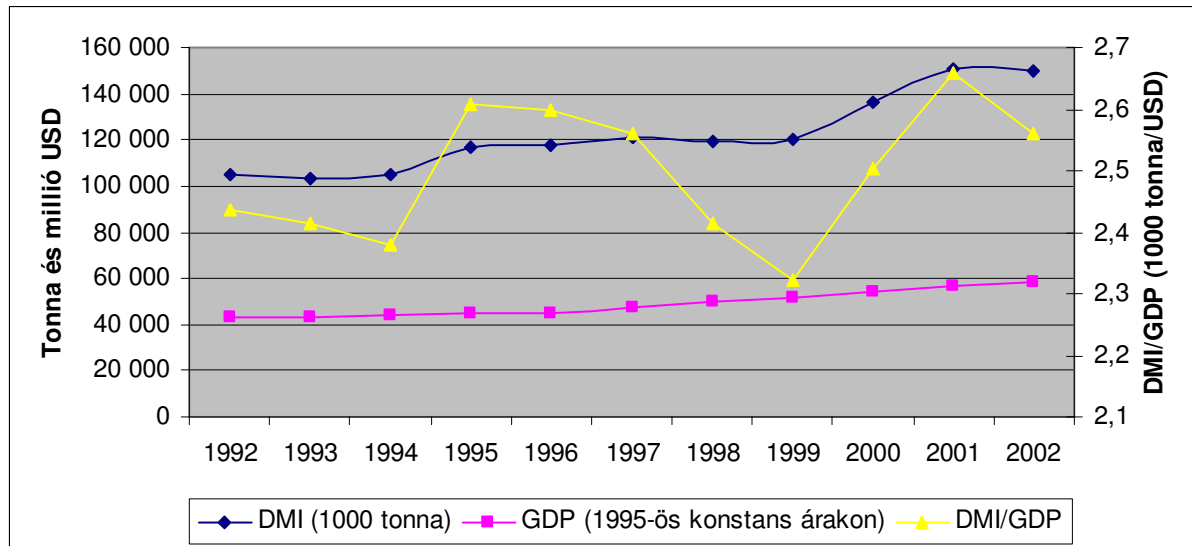
A 4. fejezet második felében elemzett hazai anyagáramlás-számlák világossá tették, hogy **Magyarország túlnyomórészt nem megújuló természeti erőforrásokat használ fel nyersanyagként és energiahordozóként.** Bár Magyarország **egy főre jutó anyagfelhasználása 4 t-val kevesebb, mint az EU-15 átlaga,** az ország anyagfelhasználása a **gazdasági növekedéssel együtt folyamatosan növekszik:** négy év alatt is szignifikáns változást mutat a **DMI,** a **DMC** és leginkább a **PTB értéke.** Ezek a folyamatok merőben ellentétesek a környezeti fenntarthatóság célrendszerével. Megállapítottam, hogy az ország GDP-re vetített erőforrás-felhasználása európai viszonylatban magas.



3. ÁBRA: AZ ANYAGFELHASZNÁLÁS HATÉKONYSÁGA EURÓPA ORSZÁGAIBAN, 1999
 Forrás: saját számítás a Wuppertal Institute adatai alapján

Vizsgáltam a hazai DMI/GDP anyagfelhasználás-hatékonysági mutatószám alakulását, amely az elmúlt években nem mutatott szignifikáns javulást. Megállapítottam, hogy a hazai gazdaság forrás-oldali hatékonysága 1992 és 2002 között mindössze 5%-kal javult, ezért Magyarországon az EU15 tagállamaival szemben **nem beszélhetünk a gazdaság dematerializációjáról.**

A **PTB vizsgálata** alapján levont következtetésem, hogy Magyarország **iparosodott ország** képét mutatja, amely nagy tömegben nyersanyagokat hoz be és kisebb tömegben késztermékeket exportál.



4. ÁBRA: AZ ANYAGFELHASZNÁLÁS HATÉKONYSÁGÁNAK VÁLTOZÁSA MAGYARORSZÁGON
 Forrás: saját számítás a (Mosus on-line adatbázis és Drahos et. al, 2007) adatai alapján

Bizonyítottam, hogy Magyarország anyaghatékonysága az elmúlt két évtizedben csekély mértékben javult, de emellett hiába **csökken** hazánk anyagintenzív **belföldi kitermelése**, a **növekvő erőforrás-felhasználást az import növekedéséből fedezzük**, ami együtt jár az **indirekt anyagáramlások növekedésével** is, amelyek más országok területén jelentkeznek az extrakciós szektorokban. Ez azt jelenti, hogy a behozott anyagok révén az ország **külső ökológiai lábnyoma is folyamatosan növekszik**, amit a teljes anyagigény (**Total Material Requirement, TMR**) mutató vizsgálata is alátámasztott.

Megállapítottam, hogy bár az output oldali kibocsátások tekintetében a hazai gazdaság környezeti teljesítménye javul, számításaim alapján ez a megállapítás a szétszóródó veszteségekre nem igaz. Ezzel szemben az input oldali erőforrás-gazdálkodás tekintetében az öko-hatékonyság javulás nem számottevő.

HIPOTÉZIS 5:

A KÉMIAI-ANYAGÁRAM ELEMZÉSEK RÉVÉN NYERHETŐ INFORMÁCIÓK A VESZÉLYES KÉMIAI ANYAGOKNAK A TÁRSADALOM-GAZDASÁG RENDSZERÉBŐL VALÓ KIVONÁSÁT SEGÍTIK, EZÉRT INDOKOLT LENNE A VIZSGÁLATOK KITERJESZTÉSE EURÓPAI SZINTRE.

A disszertáció 5. fejezetében bemutattam, hogy **hét európai országra kiterjedő kutatásunk** eredményei szerint az SFA alkalmazása révén számos rendkívül fontos környezetpolitikai és kémiai biztonsági kérdés vizsgálható. Száznál több irodalmi forrás, személyes interjúk és eszmecserek alapján szerzett információkra és adatokra támaszkodva összegezve bemutattam, milyen módszertani alapokon, mely kémiai anyagokra és milyen adat-, és számításgény mellett készültek el az eddigi SFA tanulmányok Európában. Több európai országban – Ausztria, Dánia, Hollandia, Németország, Norvégia, Svédország, Svájc – végzett felmérésére alapozva a nemzetközi gyakorlatban alkalmazott módszertant megvizsgálva válaszoltam meg azokat a kutatási kérdéseimet, melyek az SFA szélesebb körű alkalmazhatósága révén a jelenkori környezetpolitikai célok elérésének lehetőségeit vizsgálják.

Több olyan részterületet azonosítottam, ahol az SFA alkalmazása révén fontos információk nyerhetők a vegyi anyagok nyomkövetésében és a szabályozási és szakpolitikai döntések kidolgozásában, melyek révén a termelés, a kereskedelem és fogyasztás kémiai biztonságának javítása elősegíthető.

A vizsgált európai SFA tanulmányok alapján megállapítottam, hogy leggyakrabban jellemzően nehézfémek, illetve nehezen lebomló (perzisztens) szerves vegyületek állnak az elemzések fókuszában, mivel ezek normális környezeti körülmények között állandóak. Jóllehet, ez a kémiai anyagok nagy részére nem igaz.

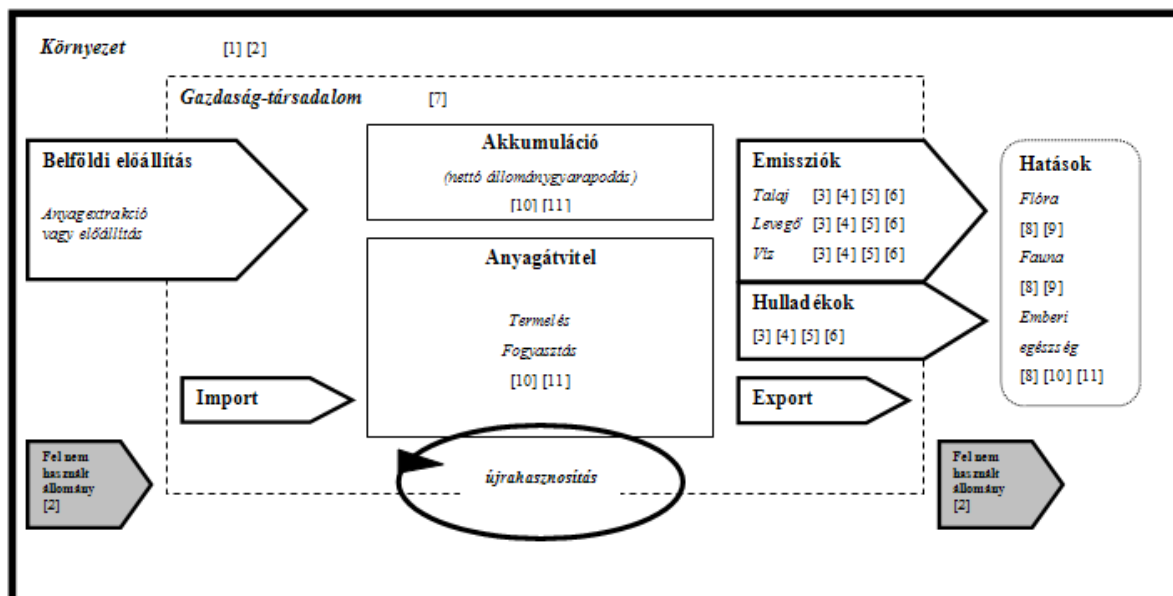
Az egyes országok egyedi gyakorlatának vizsgálata révén egyértelművé vált, hogy jelenleg **nem létezik standardizált módszertan és szisztematikus adatgyűjtés**, amely révén az SFA nagyobb hatóköre nagyobb földrajzi egységekre (pl. Európa) kitérítendő lenne, de a módszertani egyezés hiányában **az egyes kisrégiókra, országokra készült tanulmányok nem extrapolálhatók nagyobb földrajzi egységekre**. Azonban nemcsak a módszertan, de a **terminológia sem konzisztens** (pl. a „mérleg”, „leltár”, vagy „analízis” szó jelentheti teljesen ugyanazt, vagy egészen más módszertani megközelítést is).

Az európai tapasztalatok egyértelművé teszik, hogy **egy legalább részben standardizált módszertan** nagyban hozzájárulhatna az SFA alkalmazhatóságának javításához.

HIPOTÉZIS 6:

A KÉMIAI ANYAGÁRAM-ELEMZÉSEK EGYSZERŰSÍTVE ELVÉGEZHEŐEK ORSZÁGOK SZINTJÉN AZ ANYAGÁRAMLÁSI-SZÁMLÁK MÓDSZERTANA ALAPJÁN. E MÓDSZERTANT KÖVETVE LEGALÁBB RÉSZBEN ELKÉSZÍTHETŐ MAGYARORSZÁG HIGANY-MÉRLEGE, AMI A KÖVETKEZŐ ÉVEKBEN A HAZAI HIGANY-KIVONÁSI STRATÉGIA KIDOLGOZÁSÁHOZ NYÚJTHAT ALAPVETŐ INFORMÁCIÓKAT.

Az 5. fejezet második felében bemutattam, hogy az MFA módszertan elméletileg adaptálható az SFA-k elkészítése céljából is, így számos környezeti információ deríthető fel. Javaslatom lényege, hogy az MFA standardizált elszámolás módszertana szerint készítsünk elszámolást kémiai anyagokra is. A javasolt modell (5. ábra) az MFA által javasolt módszertant követi, de módosításokkal. A hazai extrakció mellett az előállítás is megjelenik, hiszen számos vegyület elsősorban a vegyipar termékeként „keletkezik”. A modell tartalmazza az export és import áramokat, de nem veszi figyelembe az ezekhez kötött rejtett áramlásokat, mivel az SFA esetében elsősorban nem a nemzetgazdaság az elemzés fókusza, hanem maga a vizsgált vegyi anyag áramlása az elsődlegesen fontos.



Fenti ábrán a nyilak vastagsága nem jelzi az áramlások nagyságát. Minden anyagkgév vagy tonna/évben felhűntve. A környezeti hatások vizsgálata nem szerves része a vizsgálatnak.

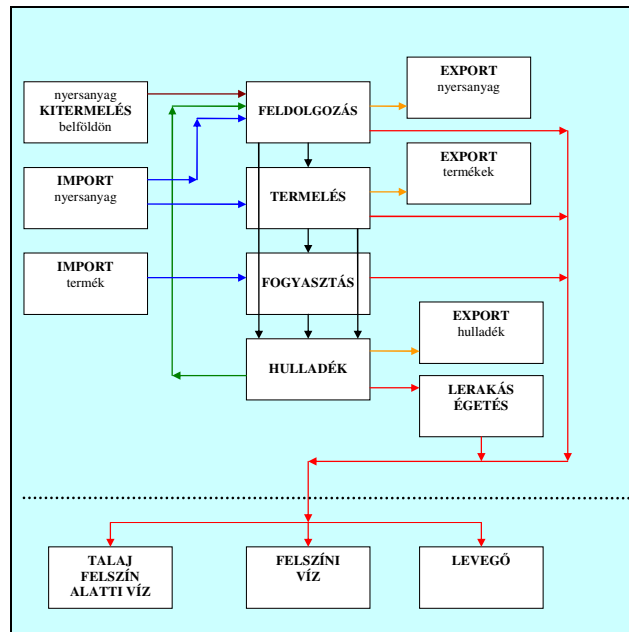
- | | | |
|--|------------------------------------|--|
| [1] Fizikai-kémiai tulajdonságok a vizsgált anyagról | [2] Térbeli, földrajzi információk | [3] Információ a kibocsátásokról |
| [4] Adatok toxicitásról (talaj, víz, talajvíz, levegő) | [5] Öko-toxicológiai tesztek | [6] Monitoring adatok |
| [8] Vegyi anyagok sorsának elemzése | [9] Kockázati modulok | [7] Monitoring és környezetszabályozás |
| | | [10] Humán toxicitás |
| | | [11] Humán kockázat/expozíció |

5. ÁBRA: AZ MFA JAVASOLT ADAPTÁCIÓJA EGYSZERŰSÍTETT SFA KÉSZÍTÉSÉHEZ VALAMINT A NYERHETŐ KÖRNYEZETI INFORMÁCIÓK TÍPUSAI

Forrás: saját (Herczeg et al., 2006 alapján)

A standardizált megközelítés révén, természetesen a vizsgált kémiai anyag jellegzetes tulajdonságainak (felhasználás, előfordulás, fizikai-kémiai tulajdonságok stb.) figyelembevételével az adatgyűjtés is standardizált módon végezhető.

A vegyi anyagok nyomonkövetéséhez **javasolt általános áramlási hálózat** a 6. ábrán látható.



6. ÁBRA: KÉMIAI ANYAGÁRAMLÁSOK NYOMONKÖVETÉSÉRE JAVASOLT ÁLTALÁNOS SÉMA
Forrás: saját

A javaslat alkalmazása hazai higany-áramlások vizsgálatán keresztül került tesztelésre. A 3. táblázat azon elemeket tünteti fel, amelyekre az adatgyűjtést végül lefolytattuk.

Input	Társadalom/gazdasági rendszer	Output
Nyersanyag import (higany v. higany tartalmú nyersanyagok)	Belföldi feldolgozás (higany tartalmú nyersanyag előállítás)	Nyersanyag export (higany v. higany tartalmú nyersanyagok)
Termék import (higanyt tartalmazó késztermékek)	Belföldi termelés (higany tartalmú termékek előállítás)	Termék import (higanyt tartalmazó késztermékek)
Belföldi kitermelés (higany tartalmú nyersanyag kitermelése)	Belföldi fogyasztás (higany tartalmú termékek fogyasztása)	Környezeti elemekbe történő emissziók: levegő, felszíni víz, talaj és felszín alatti víz
	Felhalmozódott állományok (higany használatban lévő termékekben)	Szilárd hulladékok
	<i>Újrahasznosítás</i>	
	<i>Nettó állománygyarapodás</i>	

3. TÁBLÁZAT: A VIZSGÁLT ÁRAMLÁSOK A MAGYAR HIGANY-MÉRLEG KÉSZÍTÉSE SORÁN
Forrás: saját

Bár az elszámolás egyelőre (szintén adathiány miatt) még nem teljes, de az leszögezhető, hogy **a higany kivonása során Magyarországon** az emissziós határértékek szigorú betartatása mellett **elsősorban a meglévő állományok felszámolására kell majd koncentrálni**, másodsorban az új higany-tartalmú termékek felhasználását lehet korlátozni.

4. TOVÁBBI KUTATÁSI IGÉNYEK

Egy kutatási folyamat, és egy kutatási jelentés soha nem zárulhat le teljesen. Disszertációm készítése során számos olyan további kérdés is felmerült, mely további kutatást-kutatásokat, esetleg gyakorlati lépések megvalósítását (pl. adatgyűjtés standardizálása) igényelne. A kutatómunka és a disszertáció megírása során felmerült, kutatást igénylő kérdések közül a legfontosabbak a következők:

1. TERÜLET

A magyarországi MFA adatsorban is akadnak hiányosságok, amelyeknek jövőbeli kiküszöbölése érdekében további környezetstatisztikai módszertani fejlesztés és minden környezeti területen megfelelő adatregiszter létrehozása szükséges. A hazai adatsorok összeállítása során nyilvánvalóvá vált, hogy az output oldalhoz szükséges adatok közel sem állnak olyan részletezettségben rendelkezésre, mint az input oldal adatai.

2. TERÜLET

A hazai MFA adatsorok összeállítása is megerősítette azt az általános vélekedést, hogy a fel nem használt hazai kitermelés (Unused Domestic Extraction, UDE), a nettó állománygyarapodás (Net Addition to Stocks, NAS), a disszipatív veszteségek, az importhoz és exporthoz kötődő rejtett áramlások pontosabb számítása még további kutatómunkát igényel a megfelelő becslési eljárások és koefficiensek kidolgozása terén. Ezek közül elengedhetetlenül fontosnak látszik a TMR mutató, a rejtett áramlások és az UDE értékek pontosabb becsléséhez szükséges módszertani javaslatok további pontosítása, hiszen a fejlett országok esetében egyre inkább bizonyítható, hogy az ország gazdasága által keltett anyagáramlások nagyobbik része nem kerül közvetlenül felhasználásra. Ezért ezen áramlások mérése mindenképpen szükséges részét kell képezzék a rendszer- és életciklus-szemléletű környezetpolitikáknak.

3. TERÜLET

A különböző erőforrás-hatékonysági mutatók vizsgálata, az un. Faktor 10 és Faktor 4 koncepciók megközelítései rávilágítanak arra, hogy a relatív decoupling önmagában szükségszerűen nem eredményez környezetterhelés csökkenést. Indokoltnak tartom olyan

4. TOVÁBBI KUTATÁSI IGÉNYEK

további kutatások folytatását, amelyek az abszolút, illetve progresszív decoupling irányába történő előrelépés lehetőségeit vizsgálják.

4. TERÜLET

Az eddigi kutatások során egyértelművé vált, hogy a legalább részben standardizált módszerek alkalmazhatósága nagyban javul nemcsak az eljárás pontosabb volta miatt, hanem a hozzákapcsolódó standardizált módszertan szerinti adatgyűjtés révén is. A REACH¹ szabályozás célrendszerét is figyelembe véve, szükségesnek tartom az SFA módszertan további standardizálási lehetőségeinek vizsgálatát, illetve az általam javasolt módszertan szerinti adatgyűjtési lehetőségek pontosítását, tisztázását is.

Összességében elmondható, hogy az anyagáramlás-elemzési módszerek területén már eddig is születtek olyan eredmények, amelyek az alkalmazásokat indokolják. Szükségszerű, hogy a következő évtized kutatásai a társadalmi és ipari metabolizmus folyamatainak leírását szolgálva, az eddigieknél szélesebb körű és egyszerűbb alkalmazhatóság irányába mutassanak, elősegítve ezzel a hatékonyabb fenntarthatósági lépések megtételét.

¹ Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals / Vegyi anyagok regisztrálása, értékelése, engedélyezése és korlátozása

5. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

- [1] [KOHLEB, N. – HERCZEG, M., 2008]: *A hazai bioetanol termelés lehetőségei és korlátai in Magyar Ipari és Környezetvédelmi Magazin*, Budapest, 2008. március
- [2] [HERCZEG, M. – MUSIL, M., 2008]: *Aggregate taxes in the Czech Republic*. EEA ETC/RWM, 2008. Koppenhága, 2008..
- [3] [LEVESON-GOWER, H. – ZOBOLI, R. – HERCZEG, M. – BAHN-WALKOWIAK, B. – BLEISCHWITZ, R. – MAZZANTI, M. – SKOVGAARD, M. – DIGE, G., 2008]: *Market-based instruments for sustainable resource management. Effectiveness of taxes / charges on sand, gravel and rock in selected countries*. EEA Report. Koppenhága, 2008.
- [4] [BODÓ, P. – NEMESKÉRI, R. L. — HERCZEG, M. – MONT, O., 2008]: Out of control? Complex adaptive systems of humanity and its environment.in Conference proceedings of the Sustainable Consumption Research Exchange (SCORE!) Network Brüsszel, Belgium, 2008 március.
- [5] [HERCZEG, M – PÁLVÖLGYI, T. – SZLÁVIK, J. – CSIGÉNÉ NAGYPÁL, N., 2008]. *Environmental concerns and cross-sectoral relevance of biomass utilization in Hungary*. EPIGOV Papers, Berlin, 2008.
- [6] [NEMESKÉRI, R. L. – BODÓ, P. – HERCZEG, M. – MONT, O., 2007]: *System dynamics to diagnose and devise patterns for sustainable consumption and production (SYSCONS)*. Report to the Swedish EPA, FLIPP Programme. Lund University, 2007.
- [7] [DRAHOS, E., HERCZEG, M., SZILÁGYI, G., 2007]: *A nemzetgazdasági szintű anyagáramlás-számlák Magyarországon*. Statisztikai Szemle, 85. évfolyam 9. szám.
- [8] [FUCHSZ, M. – HERCZEG, M. – KAZAI, ZS. – KOHLHEB, N. – SZABÓ, B., 2007]: Future and actual problems of biomass utilization in Hungary. Ministry of Environment and Water, Budapest, 2007.
- [9] [SKOVGAARD, M. – PEDERSEN, K. – ZOBOLI, R. – MAZZANTI, M. – FISCHER, C. – LARAIA, L. – FOSCHINI, F. – LANZ, A. – HERCZEG, M. – WEISSENBACH, T. – FEEHAN, J., 2007]: *Evaluation of effectiveness of waste policies related to the landfill directive*. Conference paper for the XI International Waste Management and Landfill Symposium, Október 1-5. 2007 S. Margherita di Pula (Cagliari), Sardinia, Olaszország.
- [10] [HERCZEG, M., 2007]: *Tracing chemical flows in the social metabolism. Could it be REACHed?* Conference on Environmental Accounting and Sustainable Development Indicators. Prága, Cseh Köztársaság, 2007. május.
- [11] [SZLÁVIK, J. (SZERK.) – BARTUS, G. – CSETE, M. – CSIGÉNÉ NAGYPÁL, N. – FÜLE, M. – HERCZEG, M. – PÁLVÖLGYI, T., 2007]: *Környezetgazdaságtan*. Budapest, 2007.
- [12] [LEGG, D. – ZOBOLI, R. – BLEISCHWITZ, R. – SKOVGAARD, M. – HERCZEG, M. – LEVESON-GOWER, H., 2006]: *Economic instruments to promote material resource efficiency*. ETC/RWM 2006/1
- [13] [HERCZEG, M. – CARLSEN, R. – NEMESKÉRI, R., 2006]: *Feasibility assessment of using the Substance Flow Analysis Methodology for chemicals information at macro-level*. Technical Report) 1/2007 European Environment Agency, Koppenhága, 2007.
- [14] [KÓSI, K. – VALKÓ, L. (SZERK.) – BARANYI, R. – HERCZEG, M. – TORMA, A., 2006]: *Környezetmenedzsment*. Typotex, Budapest, 2006. ISBN: 963 9664 07 3
- [15] [HERCZEG, M. – BARANYI, R., 2005]: *Tracing Sunstances in the Technosphere and Products*. Periodica Polytechnica Ser. Soc. an. Sci. Vol. 13. No 2. 2005.
- [16] [HERCZEG, M. – SZILÁGYI, G., 2005]: *Towards Material Flow Accounts. Progress in Hungary* Conference Proceedings on Environmental Accounting and Sustainable Development Indicators Prága, 2005.
- [17] [RAGWITZ, M., – EICHHAMMER, W. – HASENAUER, U. – WIETSCHER, M. – GAISSER, S. – FRIEDEWALD, M. – TORO, F. – HENDRIKS, C. – KIL, A. – COENRAADS, R. – MEULEMANN, B. – HAMELINCK, C. – DURSTEWITZ, M. – BADELIN, A. – BARD, J. – HERCZEG, M. – BODÓ, P., 2005]: *Energy Scientific & Technological Indicators and References (ESTIR)*. Final Report for the Directorate General for Research. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, 2005, 220 S., (ISI-B-24-05)

- [18][KÓSI, K. – HERCZEG, M., 2005]: *Természeti erőforrások megjelenítése a gazdasági és környezeti számlák integrált rendszerében, különös tekintettel az élővizekre.* VITUKI, 2005.
- [19][HERCZEG, M – KÓSI, K., 2005]: *Sustainability Issues in Hungary: How companies deal with it?* in Science Supporting Environmental Protection. FloridaTech-BME Partnership Yearbook 2005. ISBN 963 86670 4 4
- [20][BODO, P. – HERCZEG, M. – NEMESKERI, R., 2004]: *Finding the Right Chemistry in Green Horizon*, Vol 1. No2. Szentendre, 2004.
- [21][FAUSNAUGH, C. – CSIGÉNÉ NAGYPÁL, N. – BRANNER, F. – HERCZEG, M., 2004]: *Financial and environmental sustainability of enterprises in different geographical areas – with a special focus on nature-based tourism* in Science Supporting Environmental Protection. FloridaTech-BME Partnership Yearbook 2004. ISBN 963 86670 1 X
- [22][FAUSNAUGH, C. – HIGGINBOTTOM, K. – WAIGHT, P. – BRANNER, F. – CSIGÉNÉ NAGYPÁL, N. – HERCZEG, M., 2004]: *Természeti értékekre alapozott turizmus. Belevágjunk-e, s ha igen, hogyan?* ISBN 963-421-565-3 Budapest, 2004.
- [23][HERCZEG, M., 2003]: *A BAT összekötő szerepe az IPPC és az EMAS között* in Környezetvédelem, 2003 Január-Február.
- [24][HERCZEG, M. – KÁLMÁN, K. –VALKÓ, L., 2003]: *Country Review – Hungary* in Task Force For the Implementation of the Environmental Action Programme for Central and Eastern Europe (EAP). Progress in the Implementation of the Aarhus Policy Statement on Environmental Management in Enterprises: Central and South Eastern Europe OECD, 2003. február 10-11. Tbiliszi, Grúzia.
- [25][HERCZEG, M., 2002]: *The Role of Corporate Environmental Statements* in Periodica Polytechnica Ser. Soc. an. Sci. Vol. 10. No 1. 2002.
- [26][KÓSI, K. – HERCZEG, M. – HALÁSZ, G., 2002]: *Környezetvédelem a szolgáltatászektorban* Környezetvédelmi füzetek 2002. április. ISBN 963 593 479 3
- [27][VALKÓ, L. – KÓSI, K. – HERCZEG, M., 2001]: *Környezetmenedzsment tanári kézikönyv.* Nemzeti Szakképzési Intézet 2001. ISBN 963 9382 24 8
- [28][HERCZEG, M. – KÓSI K., 2000]: *Technical, Economic and Environmental Considerations in the Development of the Wastewater Treatment System of Sopron* in Periodica Polytechnica Ser. Soc. an. Sci. Vol. 8. No 2. 2000.

6. VÁLOGATOTT IRODALOMJEGYZÉK

- [1] [BRINGEZU, S. – SCHÜTZ, H., 2001]: *Total material requirement of the European Union*, Technical report, No. 55, European Environment Agency, Kopenhagen, 2001
- [2] [BRINGEZU, S., 2002] : *Towards sustainable resource management in the European Union*. Wuppertal Institute, Germany, 2002.
- [3] [DRAHOS, E. – HERCZEG, M. – SZILÁGYI, G., 2007]: *A nemzetgazdasági szintű anyagáramlás-számlák Magyarországon*. Statisztikai Szemle, 85. évfolyam 9. szám.
- [4] [ELSHKAKI A. – VAN DER VOET E. IN COLLABORATION WITH VAN HOLDERBEKE M., – TIMMERMANS, V. – CLAEYS P. – GEERKEN T., 2004]: *Development of a dynamic model for Substance Flow Analysis*. The Netherlands, December 2004.
- [5] [EUROPEAN COMMUNITIES, 2002]: *Material Use in the European Union 1980-2000 – Indicators and Analysis*, Working Papers and Studies, Luxembourg, 2002, ISBN 92-894-3789-8, ISSN 1725-0625
- [6] [EUROSTAT, 2001]: *Economy-wide material flow accounts and derived indicators, A methodological guide*, European Communities, Luxembourg, 2001, ISBN 92-894-0459-0
- [7] [EUROSTAT, 2005]: *Development of material use in the EU-15: 1970-2001. Material composition, cross-country comparison, and material flow indicators*. Vienna, 2005.
- [8] [FEMIA, A., 2003]: *Economy-wide Material Flow Accounting in Official Statistics' Environmental Accounting, in view of its relevance for policy developments*, előadásanyag, Workshop QUO VADIS MFA? Material Flow Analysis – Where do we go?, Wuppertal, 2003
- [9] [FEMIA, A., MOLL, S., 2005]. *Use of MFA-tools in environmental policy-making. Overview of possibilities, limitations and existing examples of application in practice*. European Topic Centre on Waste and Material Flows, revised final draft, 2005.
- [10] [GILJUM, S. – HUBACEK, K., 2001]: *International trade, material flows and land use: developing a physical trade balance for the European Union*, Interim Report IR-01-059, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, 2001
- [11] [GILJUM, S., 2006]: *Material Flow-Based Indicators for Evaluation of Eco-Efficiency and Dematerialisation Policies*, in: Lawn, P. (Ed.): *Sustainability indicators in Ecological Economics*, Edward Elgar, Cheltenham, 2006, pp.: 376-398.
- [12] [HABERL, H. – FISCHER-KOWALSKI, M. – KRAUSMANN, F. – WEISZ, H. – WINIWARTER, V., 2003]: *Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer*, in: *Land Use Policy*, 2003
- [13] [HABERL, H., 2002]: *Economy-wide energy flow accounting*. In: Schandl, H. et al. 2002: *Handbook of Physical Accounting. Measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities. MFA – EFA – HANPP*. Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Austria, Wien
- [14] [HAMMER, M. – HUBACEK, K., 2003]: *Material Flows and Economic Development, Material Flow Analysis of the Hungarian Economy*, Interim Report, IR-02-057, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg
- [15] [HELIAS, A. – DE HAES, U. – VAN DER VOET, E. – KLEIJN, R., 1997]: *Substance Flow Analysis (SFA), an analytical tool for integrated chain Management*. Regional and National Material Flow Accounting: From Paradigm to Practice of Sustainability Proceedings of the workshop 21 -23 January, 1997 Leiden, The Netherlands.
- [16] [HERCZEG, M. – CARLSEN, R. – NEMESKÉRI, R., 2007]: *Feasibility assessment of using the Substance Flow Analysis Methodology for chemicals information at macro-level*. Technical report No 1/2007 European Environment Agency, 2007.
- [17] [HINTERBERGER, F. – GILJUM, S. – HAMMER, M., 2003]: *Material Flow Accounting and Analysis (MFA), A Valuable Tool for Analyses of Society-Nature Interrelationships*, SERI Background Paper Nr. 2., Vienna, ISSN 1729-3545

- [18] [HÜTTLER W. – SCHANDL. – WEISZ H., 1998]: *Are industrial economies on the path of dematerialization? Material flow accounts for Austria 1960-1996: indicators and international comparison*, Third ConAccount Meeting, Amsterdam
- [19] [KOHLHÉB, N. – KRAUSMANN, F. – WEISZ, H., 2006]: *Magyarország társadalmi metabolizmusa*, in KOVÁSZ, X. évfolyam, 1-4. szám, 21-41. oldal
- [20] [KÓSI, K. – VALKÓ, L. (szerk.), 2006]: *Környezetmenedzsment*, Typotex, Budapest, 2006, ISBN 963 9664 07 3, ISSN 1787-9655
- [21] [MATTHEWS, E. ET AL., 2000]: *The Weight of Nations*. World Resources Institute, Washington D.C., 2000.
- [22] [MEADOWS, D. – MEADOWS, D. ENNIS – RANDERS, J., 2005]: *Növekedés határai – harminc év múltán*, Kossuth kiadó, Budapest, 2005.
- [23] [MOLL, S. – ACOSTA, J. – SCHÜTZ, H., 2005]: *Iron and steel- a materials system analysis. Pilot study examining the material flows related to the production and consumption of steel in the European Union*. ETC/RWM Working Paper 2005/3. Koppenhága, 2005.
- [24] [MOLL, S. – VRGOC, M. – WATSON, D. – FEMIA, A. – PEDERSEN, O. G. – VILLANUEVA, A., 2007]: *Environmental Input-Output Analyses based on NAMEA data A comparative European study on environmental pressures arising from consumption and production patterns*. ETC/RWM Working Paper 2007/2. Koppenhága, 2007.
- [25] [OECD, 2005b]: *Material Flows and Related Indicators, Inventory of Country Activities*, ENV/EPOC/SE(2004)3/FINAL/ADD, Paris, 2005
- [26] [PALM, V., 2002]: *Material flow analyses in technosphere and biosphere – metals, natural resources and chemical products*, doktori disszertáció, Royal Institute of Technology, Stockholm, 2002
- [27] [PEROTTO, E. – CANZIANI, R. – MARCHESI, R. – BUTELLI, P., 2007]: *Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study*, in: *Journal of Cleaner Production* xx (2007) 1-14., in press
- [28] [POMÁZI, I. – SZABÓ, E., 2006a]: *A társadalmi metabolizmus, A fejlett gazdaságok anyagáramlása*, L'Harmattan Kiadó, Budapest, ISBN 963 7343 61 X
- [29] [SZLÁVIK, J., 2005]: *Fenntartható környezet- és erőforrás-gazdálkodás*, Környezetvédelmi Kiskönyvtár 14., KJK-KERSZÖV Jogi és Üzleti Kiadó Kft., Budapest, 2005, ISSN 1219-3208, ISBN 963 224 7701
- [30] [TORMA, A., 2007]: *A környezeti teljesítményértékelés aggregáló módszerei és az anyagáram-elemzés kapcsolatrendszer - egy integrált vállalati modell megalapozása*. Doktori (Ph.D.) értekezés, Kézirat, 2008.
- [31] [VAN DER VOET, E. 2002]: *Substance Flow Analysis of Heavy Metals' Recycling - How to deal with Decreasing Markets*. International Symposium on Sustainable Material Cycles, Tsukuba, 5 November 2002.
- [32] [WEISZ, H. – KRAUSMANN, F. – AMANN, C. – EISENMENGER, N. – ERB, K.-H. – HUBACEK, K. – FISCHER-KOWALSKI, M., 2005]: *The physical economy of the European Union: Cross-country comparison and determinants of material consumption*, Social Ecology Working Paper 76, iff Social Ecology, Wien, ISSN 1726-3816
- [33] [WEISZ, H. – SCHANDL, H., 2005]: *Material Flow analysis: A comparison between industrialized and developing economies*, előadásanyag, Open lecture at ICTA, UAB, Barcelona, 2005
- [34] [WEIZSÄCKER, E. U. – LOVINS, A. B. – LOVINS, L. H., 1995]: *Factor Four. Doubling Wealth Halving Resource Use*, London, 1995
- [35] [WINDSPERGER, A. – SCHNEIDER, F., 1999]: *Material balance of the chemistry sector in Austria – attempt for estimation of carbon losses*. IEA Conference Proceedings, Paris, 1999.

7. HYPOTHESES OF THE DISSERTATION

HYPOTHESIS 1:

THE PHYSICAL DESCRIPTION AND QUANTIFICATION OF THE PROCESSES IN THE SOCIAL AND INDUSTRIAL METABOLISM ENABLES THE ESTABLISHMENT AND FOLLOW-UP OF SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENTAL POLICY GOALS.

HYPOTHESIS 2:

THE DIFFERENT METHODOLOGIES OF MATERIAL FLOW ANALYSIS ARE EFFECTIVE TOOLS TO TRACE THE PHYSICAL PROCESSES OF THE SOCIAL AND INDUSTRIAL METABOLISM.

HYPOTHESIS 3:

AGGREGATED DESCRIPTION OF PHYSICAL LINKS BETWEEN THE SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL SYSTEMS CAN BE FACILITATED BY THE COMPILATION OF ECONOMY WIDE MATERIAL FLOW ACCOUNTS. THE HUNGARIAN STATISTICS PROVIDE SUFFICIENT DATA TO COMPILE THE ACCOUNTS AND MAIN MATERIAL FLOW INDICATORS AT LEAST PARTIALLY.

HYPOTHESIS 4:

THE MATERIAL FLOW ACCOUNTS OF HUNGARY MAY PROVE THAT THE NATIONAL ENVIRONMENTAL RESOURCE MANAGEMENT IS UNSUSTAINABLE. THE ACCOUNTS SHALL FACILITATE THE IDENTIFICATION OF THOSE UNFAVOURING TRENDS WHICH SHOULD BE ALTERED BY SUSTAINABILITY POLICIES.

HYPOTHESIS 5:

THE INFORMATION THAT CAN BE DERIVED FROM SUBSTANCE FLOW ANALYSES SHALL FACILITATE THE PHASE OUT OF HAZARDOUS SUBSTANCES FROM THE SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS, THEREFORE THE EXTENSION OF SUCH ANALYSES TO A EUROPEAN LEVEL IS JUSTIFIED.

HYPOTHESIS 6:

A SIMPLIFIED SUBSTANCE FLOW ANALYSIS METHODOLOGY CAN BE APPLIED BASED ON MATERIAL FLOW ACCOUNTING. THIS NEW METHODOLOGY CAN BE APPLIED TO TRACE MERCURY FLOWS AT LEAST PARTIALLY IN HUNGARY SERVING FOR THE BASIS OF A FUTURE STRATEGY ON MERCURY PHASE OUT.