

Az anyagáramlás-elemzés (statisztikai) módszertani kérdései I.

Szabó Elemér

a Környezetvédelmi
és Vízügyi Minisztérium
főtanácsosa

E-mail: szabo@mail.kvvm.hu

Pomázi István

a Környezetvédelmi
és Vízügyi Minisztérium
szakmai főtanácsadója

E-mail: pomazi@mail.kvvm.hu

A nemzetgazdasági anyagáram-elszámolás (Material Flow Accounts/Accounting – MFA) fő célja összegzett háttérinformáció biztosítása a társadalmi-gazdasági rendszer fizikai szerkezetének összetételéről és változásairól. Az anyagáram-elszámolás hasznos eszköz a gazdaság és a környezet kölcsönhatásának elemzéséhez, továbbá a környezeti és integrált környezeti, a társadalmi és gazdasági mutatók származtatásához. Ezek a mutatók lehetővé teszik a bruttó hazai termékhez (GDP) hasonló összegzett gazdasági mutatókkal való összehasonlítást és így segítenek a politika figyelmét a tisztán pénzügyi elemzéstől a biológiai-fizikai szempontok beépítése felé terelni.

Az összefüggő és átfogó adatszerzésnek köszönhetően az anyagáram-elszámolás közvetlenül kapcsolódhat a létező gazdasági elszámolási rendszerekhez, például a nemzeti számlarendszerhez, és része lehet a kiterjesztett környezeti és gazdasági számláknak, ilyen például az ENSZ környezeti-gazdasági elszámolási rendszere.

A megszokott anyagáram-elszámolási módszernek két fő hiányossága van: a különböző nagyságú anyagáramlások szintetikus (összegzett) mutatók előállítására történő összegzése, valamint az anyagáramlás-mutatók és a környezeti hatások közötti bonyolult és áttételes kapcsolat.

TÁRGYSZÓ:
Környezetstatisztika.

Az Európai Unió 2002-ben elfogadott, tíz évre szóló Hatodik Környezetvédelmi Akcióprogramja egyik fő célként fogalmazza meg a fenntartható erőforrás-használatot, különös tekintettel a nem megújuló erőforrásokra. A fő cél az erőforrás-használat szétválasztása a gazdasági növekedéstől a jelentős mértékben javuló erőforrás-hatékonyság a gazdaság dematerializációja és a hulladékmegelőzés révén. Az Akcióprogram a később kidolgozandó tematikus területek egyikeként a természeti erőforrások fenntartható használatával foglalkozó stratégiát jelölte meg. A tematikus stratégiáról 2003-ban kiadott Bizottsági Közlemény fontos környezetpolitikai eszközként nevezte meg az anyagáram-elszámolásokat és -elemzéseket. Az ENSZ 2002-ben, a dél-afrikai Johannesburgban megtartott Fenntartható Fejlődés Világtalálkozón elfogadott Végrehajtási Tervben arra hívta fel a tagállamok figyelmét, hogy ösztönözzék egy tízéves fenntartható termelési és fogyasztási keretprogram kidolgozását, amelynek célja a hatékonyság és a fenntarthatóság javítása az erőforrások felhasználásában.

Az anyagfelhasználás intenzitása globálisan növekszik a termelés ésszerűsítésén és a szolgáltatásokon, valamint az infokommunikációs technológián alapuló globális gazdaság részleges dematerializációja ellenére. Ezért szükséges a gazdasági folyamatok hatékonyságának mérésére szolgáló módszerek keresése. Az anyagáramlás-elemzés az egyik olyan módszer, amely kellőképpen fel tudja tárni a társadalmi metabolizmusként ismert jelenség folyamatait és összefüggéseit.

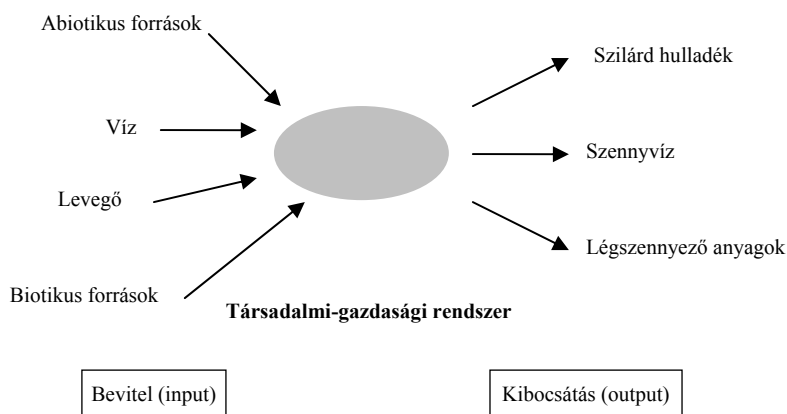
A természetben zajló folyamatok sebességéhez képest gyors változások következménye lehet rövid és hosszú távon egyaránt negatív hatásainak megjelenése és felerősödése a gazdaságkörnyezeti rendszerben, ami veszélyeztetni fogja az ember fejlődését és túlélését. Ezért a gazdasági rendszeren keresztül folyó természetes eredetű anyagáramlásokat fel lehet használni a környezetterhelés és -fenntarthatóság mérésére alkalmas mutatóként. A pénzügyi mutatókkal (például GDP) összevetve, az anyagáramlás mint fizikai mutató alkalmasabb a különböző régiók és különféle időszakok fenntarthatóságának mérésére.

1. Az anyagáram-elszámolás módszertani alapjai

Az anyagáram-elszámolás (Material Flow Accounts/Accounting – MFA) megfelelő módszer lehet egy gazdasági rendszer nem fenntarthatóságának mérésére olyan szempontok figyelembevételével, amelyeket a gazdaság pusztán pénzügyi szemléletű vizsgálata teljes mértékben figyelmen kívül hagy. Az MFA nemzetközileg elfogadott kulcs-

fontosságú eszköz a társadalom biofizikai anyagcseréjének elemzésében, és összevont mutatókat biztosít az emberi tevékenységek környezetterhelésének méréséhez.

I. ábra. Az anyagáram-elemzés vázlatos modellje



Forrás: Hinterberger F. et al. [2003].

A nemzetgazdasági MFA-megközelítés alap elképzelése a gazdaság és a környezet közötti kölcsönhatás olyan egyszerű modellje, amelyben a gazdaság a környezetbe beágyazott alrendszer, és – hasonlóan az élőlényekhez – az anyagok és az energia folytonos átáramlásától függ. Az alapanyagok, a víz és a levegő mint bemenő (input) anyagok a természetből kerülnek ki és termékekké alakulnak át, végül mint kimenő (output) anyagok (hulladék és szennyezőanyag-kibocsátás) visszakerülnek a természetbe. A természetes anyagcsere-folyamatok hasonlóságának kiemelésére az „ipari” (Ayres [1989]) vagy „társadalmi” (Fischer-Kowalski [1998]) anyagcsere fogalmát vezették be.

A környezet és a gazdaság kölcsönhatásainak leírására alkalmas anyagmérlegeket a hatékony használat érdekében anyagcsoportonként és gazdasági ágazatonként kell szétbontani. Az anyagcsoportok megfelelő szintű szétbontását tartalmazzák az elsődleges anyagbeviteli statisztikák, míg a gazdasági ágazatok szétbontására a gazdaságstatisztikák, a hulladékstatisztikák és az energia- légszennyezés-kibocsátási statisztikák alkalmasak.

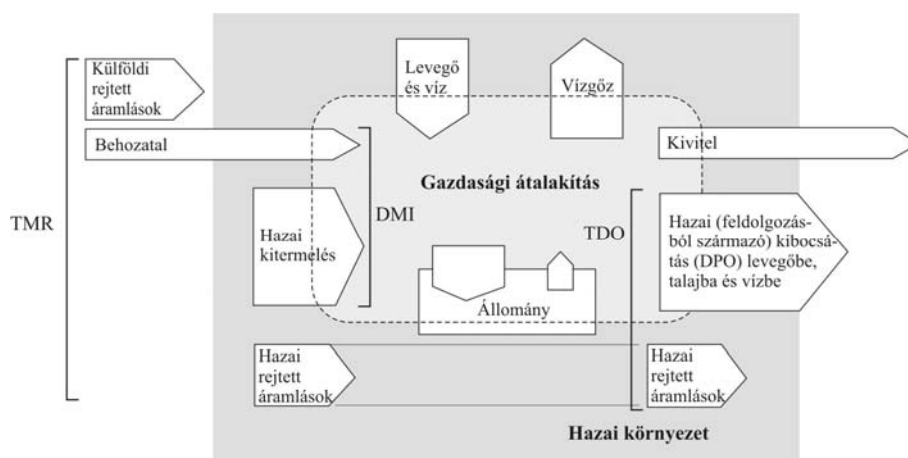
Az összanyagigényletet (Total Material Requirement – TMR) mint keretrendszert gyakran éri bírálat, amiért az anyagbevitelt tonnában méri, mivel ez nem mond sokat a természeti erőforrások használatából fakadó környezeti hatásokról. Ugyanilyen kritika illeti az anyagmérlegeket is. Nem világos, hogy mi lenne az anyagmérlegek alkalmazása és politikai lényege, és vajon javítanák-e a környezeti-gazdasági döntéshozatal adat- és információalapját. Valamennyi bevétel és kibocsátás részletes

és ésszerű anyagmérlegének összeállítása és elemzése nagyon költséges, ezért ritkán kap kiemelt szerepet a statisztikában és a statisztikai rendszerek fejlesztésében.

Mindenesetre a TMR és az anyagmérlegek épp úgy érdekes és fontos információkat szolgáltatnak politikai, kutatási és modellezési célokra, mint a közvetlen anyagbevitelről és a rejtett áramlásokról. A TMR és az anyagmérlegek ágazonként összekapcsolhatók mind a gazdasági statisztikákkal, mind a környezeti számlát magába foglaló Nemzeti Elszámolási Mátrixszal (National Accounting Matrix including Environmental Accounts – NAMEA). A TMR manapság már kiegészül a hulladékokkal és kibocsátásokkal, valamint a bevételhez és a kibocsátáshoz kapcsolódó gazdasági kérdésekkel, noha nem közös egységekben kifejezett adatok kerülnek egymás mellé.

Az anyagok beviteli és kimenő oldalának kiegyensúlyozásakor azok közös egységekben történő kifejezésével merül fel a legtöbb probléma. Sok esetben akkor érhető el a legjobb információ, ha az anyagok bemenő és kimenő oldalán létező statisztikákat ágazonként és anyagcsoportonként – de nem szükségszerűen tonnában kifejezve – mutatják be.

2. ábra. Az anyagáram-elszámolás és -elemzés alapmodellje



Megjegyzés. A rövidítések magyarázatát (kifejtését) lásd a 281. oldalon.

Forrás: Matthews, E. et al. [2000].

A környezet és gazdaság keretrendszerét célzó statisztikák összekapcsolhatóságának fejlesztése kiemelt fontosságú. A mérlegek nem szükségszerűen terjednek ki az összes lehetséges anyagra és ágazatra. Egyik lehetőség a kiválasztott és a környezetre veszélyt jelentő nagy mennyiségű anyagokra vonatkozó mérlegek meghatározása. A kulcsfontosságú anyagok azok lehetnek, amelyeknek nyilvánvaló környezeti, továb-

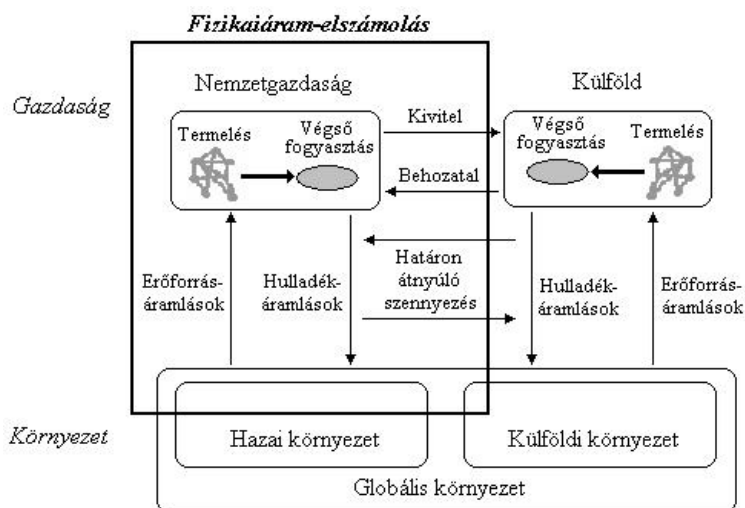
bá a földhasználattal – különösen a kitermeléstől és az elsődleges bevittől a végső fogyasztásig és környezetbe való visszajuttatásig terjedő környezeti következményekkel – összefüggő hatásaik vannak.

A termodinamika első főtétele (energiamegmaradás) alapján egy rendszerben az összes bevitelnek meg kell egyeznie az összes kibocsátással és a nettó anyaggyarapodás összegével. Ez az anyagmérlegelv igaz a gazdaságra mint egészre és bármely alrendszerére is.

Egy nemzetgazdasági szintű anyagáram-számla összeállítása céljából pontosan kell meghatározni a gazdasági és környezeti rendszer határait, hiszen csak a határokat átlépő erőforrások kerülnek figyelembevételre. Az ENSZ integrált környezeti és gazdasági számlarendszerében (System of Integrated Environmental and Economic Accounts – SEEA) leírtak szerint a gazdasági rendszert a hagyományos nemzeti számlarendszer (System of National Accounts – SNA) által figyelembe vett folyamatok határozzák meg. Így az SNA három gazdasági tevékenységtípusához (termelés, fogyasztás és készletváltozás) kapcsolódó valamennyi folyamat a gazdasági rendszer részét képezi, a környezeti rendszer pedig magában foglalja a piacon forgalmazott termékeken kívül az összes erőforrást.

Ezért a nemzetgazdasági MFA esetében az erőforrás-áramlásokra két fő határ nevezhető meg. Az egyik a gazdaság és a hazai környezet közötti határ, amelyből az erőforrások (anyagok, víz, levegő) származnak, a másik a többi gazdasággal folytatott kereskedelem mint áramlás határa.

3. ábra. Fizikai áramlások és a fizikaiáram-elszámolás köre



Forrás: Eurostat [2001].

2. Az anyagáramlások osztályozása és elemzési típusai

Egy országos szintű, átfogó anyagszámla-rendszer felvázolása előtt tisztázni kell az egyes anyagáramlások közötti különbséget. Az Eurostat [2001] módszertani útmutatója alapján a következő anyagáramlás-típusokat lehet megkülönböztetni.

a) *Közvetlen és közvetett anyagáramlások.* A közvetlen áramlások a termék valódi tömegére vonatkoznak, így nem veszik figyelembe a termelési lánc életciklus-dimenzióját. A közvetlen áramlások azonban megmutatják az összes anyagot, amely a feldolgozás (felmenőerőforrás-igény) során szükségessé válik, és egyaránt magukban foglalják a felhasznált és a fel nem használt anyagokat.

b) *Felhasznált és fel nem használt anyagáramlások.* A felhasznált anyagok csoportját azon kitermelt erőforrások mennyisége határozza meg, amelyek további feldolgozásra vagy közvetlen fogyasztás céljára a gazdasági rendszerbe lépnek. A gazdasági rendszerben valamennyi felhasznált anyag átalakul vagy átalakítják. A fel nem használt kitermelt anyag az az anyagszámla, amely sohasem kerül be a gazdasági rendszerbe, így a fizikai piac externáliájaként írható le (*Hinterberger-Luks-Stewen* [1996]). Ez az osztály magában foglalja a bányászati tevékenységből származó takarórétegeket és elválasztó meddőrétegeket, a biomassza-kitermelésből származó, nem szándékolt halászati fogásokat és fakitermelési veszteségeket, valamint az építőipari tevékenységekből származó földkiemelést és kotort anyagot.

A fel nem használt és közvetett anyagáramlások osztályára a nemzetközi irodalomban az *ökológiai hátizsák* (*Schmidt-Bleek* [1994]) vagy a *rejtett áramlások* (*Adriansee et al.* [1997]) kifejezést is gyakran használják.

c) *Hazai és külföldi anyagáramlások.* Ez az osztály az áramlások eredetére és/vagy végállomására vonatkozik.

Az említett három dimenzió alapján a nemzetgazdasági MFA számára fontos anyagbevitel öt osztályát az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat

A nemzetgazdasági MFA anyagbevitelének osztályai

Anyag	Gazdasági kezelés	Eredet	Használt fogalom
Közvetlen	Felhasznált	Hazai	Hazai kitermelés (felhasznált)
<i>(Nem alkalmazható)</i>	Fel nem használt	Hazai	Fel nem használt hazai kitermelés
Közvetlen	Felhasznált	Külföldi	Behozatal
Közvetett	Felhasznált	Külföldi	A behozatalhoz kapcsolódó közvetett bevitel
Közvetett	Fel nem használt	Külföldi	áramlásai

Forrás: Eurostat [2001].

Az egyszerű anyagáram-számla a szilárd anyagok áramlására összpontosítja figyelmét. Ez a csoport további három alcsoportra bontható:

- ásványok (fémércék és nem fém ásványi anyagok, például kő, agyag stb.),
- fosszilis energiahordozók (kőszén, kőolaj és földgáz)
- biomassza (mezőgazdaságból, erdőgazdálkodásból és halászatból).

d) Anyagállomány. A fizikai elszámolás szempontjából a nagy mértékű fizikai állomány-gyarapodás a modern ipari társadalmak egyik fő jellegzetessége. Az MFA-keretben az állomány főleg az emberi eredetű állományt jelenti: egyfelől az infrastruktúra és épületek, másfelől a tartós fogyasztási cikkek (autók, háztartási berendezések) és beruházási javak (gépgyártás). Az erdők és a mezőgazdasági haszonnövények a környezeti rendszer részét képezik, ezért nem kerülnek a fizikai állományba, de a fakitermelés és terménybetakarítás mint bevétel megjelenik a gazdasági rendszerben. Az ellenőrzött lerakókon elhelyezett hulladékok a gazdaság szempontjából inkább környezeti kibocsátásként, semmint fizikai állományként jelennek meg.

3. Az ipari metabolizmus elemzésének szintjei és típusai

Az ipari metabolizmus szerkezetének (Ayres [1989]; Náray-Szabó [1999]), mennyiségének és minőségének megértése függ az anyagáramlás-elemzések mikéntjétől, azaz attól, hogy a folyamat melyik szakaszára terjed ki az erőforrás-kitermeléstől a végleges hulladék-elhelyezésig. Az elemzéseknek különböző szintjeit lehet megkülönböztetni:

- termékek és szolgáltatások értékelése az életciklus alapján. Ebben az esetben az életciklus-elemzés biztosít átfogó képet, például a kumulatív energiaigények vagy az egységnyi szolgáltatásra jutó anyagbevitel számszerűsítésére;
- a vállalatok esetében az inputok és outputok fizikai mérlegét egyre inkább alkalmazzák a környezeti teljesítmény jelentés részeként, és ez lényeges információkat szolgáltat egy adott vállalat környezeti irányításáról;
- az adott ágazatok szintjén is jól alkalmazható az anyagáramlás-elemzés mindkét vertikális irányban (alulról felfelé vagy fordítva);
- közösségek (települések), régiók és nemzetgazdaságok anyagáramlásainak vizsgálata egyre fontosabbá válik a különböző politikai döntések megalapozásában.

Az anyagáramlás-elemzéseknek alapvetően két fő típusa különböztethető meg: az „I”-típusú vizsgálatok inkább technikai-technológiai szempontokat vesznek figyelembe, míg a „II”-típusú elemzések a gazdasági-társadalmi vonatkozásokra irányulnak. Ezek a fő típusok nem esnek szigorúan egybe a korábban bemutatott két stratégiai iránnyal. A detoxifikációs koncepció (mérgező anyagok kivonása) ugyanakkor erősebben van jelen az „Ia”-típusnál, míg a dematerializációt világosabban képviseli a „IIc”-típus.

2. táblázat

Az anyagáramlásra vonatkozó elemzések főbb típusai

Vizsgálati témakörök	Az elemzés típusa					
	I			II		
	a	b	c	a	b	c
	Egyes környezeti problémákhoz kapcsolódó hatások*			Az átáramláshoz kapcsolódó környezeti problémák		
Kémiai elemek	Anyagok	Termékek	Vállalatok	Ágazatok	Régiók	
például Cd, Cl, Pb, Zn, Hg, N, P, C, CO ₂ , CFC	például faipari termékek, energia-hordozók, földkiemelés biomassza, műanyagok	például pelenkák, akkumulátorok/elemek, autók	például egyedi üzemek, közepes és nagyvállalatok	például termelő ágazatok, vegyipar, építőipar	például teljes körű vagy főbb átáramlások, tömegáramlásmérleg, összanyagigényesség	
Egyes vállalatokon, ágazatokon és régiókon belül			Kémiai elemekhez, anyagokhoz és termékekhez kapcsolódóan			

* Egységnyi áramlásra vetítve.

Forrás: Brinzeu [2000].

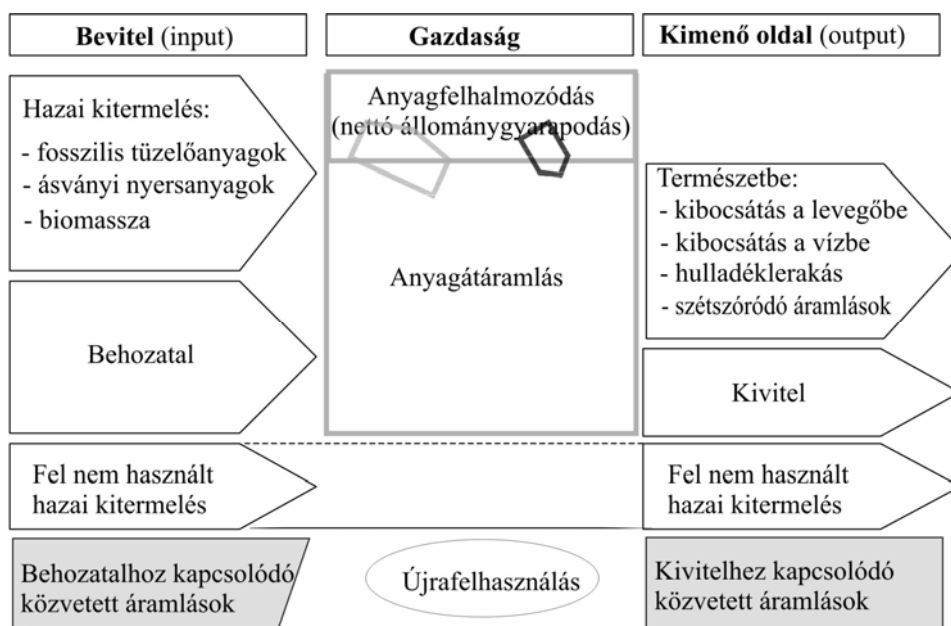
Az anyagáramlás-elemzések általában az „Ia”-, „Ib”-, „IIb”- és „IIc”-típusokat foglalják magukban, az „Ic”-típus inkább az életciklus-elemzés kategóriájába tartozik. A „IIa”-típus pedig inkább a környezetmenedzsmenthez köthető. Különböző kombinációi lehetnek a területi és termékorientált elemzéseknek. Közös jellemzője valamennyi elemzési típusnak az, hogy az anyaginput és -output folyamatok elszámolását kvantitatív módon alkalmazza a rendszerszemléletet követve.

4. Az anyagáramlások makrogazdasági modellje

Az anyagáramlások különböző osztályainak kialakításával és a fizikai állomány fontosságának hangsúlyozásával bevezethető az az általános mérlegmodell, amely

tartalmazza az összes lényeges beviteli és kimenő áramlást. A 4. ábrán vázolt rendszer feltárja a gazdaság fizikai anyagcseréjének alkotóelemeit, továbbá leírja a hazai kitermelést, behozatalt és kivitt fizikai egységekben, a gazdaság infrastruktúrájának fizikai növekedését, valamint a természetbe visszajuttatott anyagok mennyiségét.

4. ábra. A nemzetgazdasági MFA általános kerete (viz- és levegőáramlások nélkül)



Forrás: Eurostat [2001] nyomán.

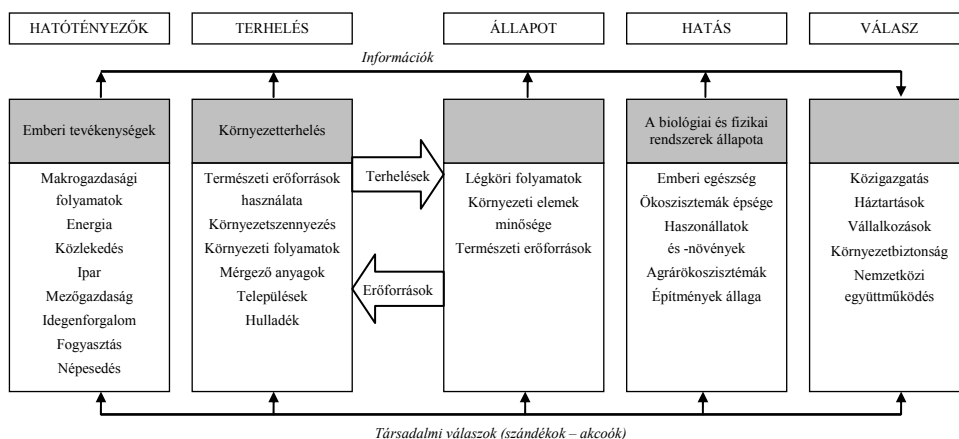
A gazdasági rendszerbe történő anyagbevétel magában foglalja a különféle anyagcsoportok (fosszilis tüzelőanyagok, ásványok és ércek, biomassza) felhasznált hazai (ki)termelését. Ezenkívül az anyagbevétel tartalmazza az úgynevezett fel nem használt hazai (ki)termelést (Unused Domestic Extraction – UDE) is. Az UDE megnevezés azokat az anyagokat foglalja magába, amelyeket meg kell mozgatni a kitermelő tevékenységek során, de amelyek nem lépnek be a gazdasági rendszerbe további feldolgozás céljából (például a bányászatból eredő takaró- és fedőrétegek, a mezőgazdasági betakarítás maradékai). Következésképpen a fel nem használt anyagok árama gazdaságilag nem jelenít meg értéket. Ezeket az áramlásokat a korábbi MFA-vizsgálatokban hazai és külföldi rejtett áramlásoknak (Domestic Hidden Flow – DHF és Foreign Hidden Flow – FHF) nevezték, minthogy láthatatlanok a pénzgazdaság számára (Adriansee et al. [1997]). Végül az anyagbevétel tartalmazza a fizikai behozatalt és az azzal kapcsolatos közvetlen áramlásokat is.

Az anyagbevitel során a gazdaságba jutó anyagok a társadalmi-gazdasági rendszerben vagy az állományt gyarapítják (nettó állománygyarapodás, például az infrastruktúra és tartós fogyasztási javak), vagy a hazai fogyasztásban jelennek meg az elszámolási időszakban (legtöbb esetben egy év), és így végső soron a rendszerhatáron keresztül hulladék és kibocsátások formájában a természetbe jutnak ki, vagy pedig más gazdaságokba kerülnek kivitelre.

5. Az anyagáramlásokból származtatott mutatók

A környezeti mutatók nemzetközi szinten összehangolt osztályozási rendszerében (az OECD *terhelés–állapot–válasz* kerete [1994], az Európai Unió *hatótényező–terhelés–állapot–hatás–válasz* kerete [1999]) az anyagáramlásokon alapuló mutatók a terhelésmutatók közé tartoznak. Ezek a mutatók azonosítják és leírják azokat a társadalmi-gazdasági tevékenységeket, amelyek különféle módon terhelik a környezetet. A környezet állapotát jellemző mutatók előállítása sok esetben nehéz vagy igen költséges, ezért a terhelésre vonatkozó mutatók gyakran használatosak az állapot közvetett mérésére. A tényleges környezeti hatásokra vonatkozó mutatók jelenleg csak meglehetősen korlátozott formában adnak információt. A társadalmi válaszok mutatóit a gyakorlatban elsősorban az utólagos szennyezéscsökkentési és -ellenőrzési intézkedések tartalmazzák, minthogy a megelőzésre és az intézkedéscsomagokra vonatkozó adatok előállítása sokkal nehezebb.

5. ábra. A környezeti mutatók fogalmi kerete



Forrás: Szabó E. – Pomázi I. [2003].

A nemzetgazdasági szintű anyagáramszámlákból több, az erőforrás-használatot jól jellemző mutató képezhető, amelyek három csoportba sorolhatók: 1. bevitelmutatók, 2. a kimenőoldal mutatói és a 3. felhasználás- vagy fogyasztásmutatók.

A fő bevitelmutatók a következők:

a) *Közvetlen anyagbevétel* (Direct Material Input – DMI): valamennyi gazdasági értékkel rendelkező és a termelésben vagy a fogyasztásban felhasznált anyagot magában foglalja. A hazai kitermelés és a behozatal összege.

b) *Összes anyagbevétel* (Total Material Input – TMI): a DMI és a fel nem használt hazai kitermelés összege.

c) *Összes anyagszükséglet* (Total Material Requirement – TMR): a TMI és behozattal kapcsolatos közvetett (felhasznált és fel nem használt) áramlásainak összege. A TMR így a legátfogóbb anyagbeviteli mutató, amely valamennyi beviteli áramlást tartalmazza.

$$\begin{aligned} \text{DMI} &= \text{DE} + \text{behozatal} \\ \text{TMI} &= \text{DMI} + \text{DHF} \\ \text{TMR} &= \text{TMI} + \text{FHF} = \text{DMI} + \text{DHF} + \text{FHF} \end{aligned}$$

A fő kimenőoldali mutatók a következők:

a) *Hazai (feldolgozásból származó) kibocsátás* (Domestic Processed Output – DPO): a természetbe történő kibocsátást jelenti, amely a hazai kitermelésből és behozatalból származó anyagok felhasználásához kapcsolódik. A DPO tartalmazza a levegőbe és a vízbe történő kibocsátásokat, a lerakókban elhelyezett hulladékot és a szét-szóródó áramlásokat. A DPO nem tartalmazza az újrafelhasznált anyagokat.

b) *Összes hazai kibocsátás* (Total Domestic Output – TDO): a DPO és a fel nem használt (ki)termelésből származó anyaglerakás összege. A mutató a (hazai) gazdasági tevékenységek nyomán a környezetbe kerülő összes anyagmennyiséget jelenti.

c) *Közvetlen anyagkibocsátás* (Domestic Material Output – DMO): a gazdaságot elhagyó anyagok összes mennyisége akár a hazai környezetbe történik a kibocsátás, akár árukivitel formájában külföldre kerül. A DPO és a kivitel összege.

d) *Összes anyagkibocsátás* (Total Material Output – TMO): a gazdaságot elhagyó anyagok összmenyisége, a TDO és kivitel összege.

DPO = kibocsátás + lerakás + szétszóródó áramlás

TDO = DPO + DHF

DMO = DPO + kivitel

TMO = TDO + kivitel

A fő felhasználásmutatók a következők:

a) *Hazai anyagfelhasználás* (Domestic Material Consumption – DMC): a gazdaságban felhasznált összes anyagot jelenti, kivéve a közvetett áramlásokat. Így a DMC a legközelebbi megfelelője a hagyományos nemzeti számlákban megjelenő összegzett bevételnek. A DMC a DMI kivittel csökkentett része.

b) *Összes anyagfelhasználás* (Total Material Consumption – TMC): a DMC és a behozattal és kivittel kapcsolatos közvetett áramlások összege, amely vagy életciklus-elemzési típusú vagy input–output módszerek felhasználásával számítható. A TMC a TMR kivittel és a hozzá kapcsolódó közvetett áramlásokkal csökkentett része.

c) *Fizikai kereskedelmi mérleg* (Physical Trade Balance – PTB): A PTB azt mutatja meg, hogy vajon a külföldről származó erőforrás-behozatal vagy az erőforrás-kivitel mértéke a nagyobb-e, és a hazai anyagfelhasználás mennyire alapul a hazai erőforrás-kitermelésen vagy a külföldről történő behozatalon. A fizikai kereskedelmi mérleg kétféle módon állítható össze. A közvetlen anyagáramlások PTB-je egyenlő az ország vagy régió behozatalának és kivitelének különbségével. Az átfogó PTB a behozattal és kivittel kapcsolatos közvetett áramlások figyelembevételével is kiszámolható.

d) *Nettó állománygyarapodás* (Net Addition to Stock – NAS): a gazdaságban évente felgyülemelő anyagmennyiséget mutatja, így a „gazdasági fizikai növekedése” kifejezés is használható. Az állományalkotó anyagok főleg az új infrastruktúrák építésére felhasznált építőanyagokat és a tartós fogyasztási cikkeket (például autók és gépek) jelentik.

$$\begin{aligned} \mathbf{DMC} &= \mathbf{DMI} - \mathbf{kivitel} \\ \mathbf{TMC} &= \mathbf{TMR} + \mathbf{behozatal} - \mathbf{kivitel} \pm \mathbf{FHF} \\ \mathbf{PTB} &= \mathbf{behozatal} - \mathbf{kivitel} \\ \mathbf{NAS} &= \mathbf{DMC} - \mathbf{DPO} \end{aligned}$$

(A tanulmány második, befejező részét a *Statistikai Szemle* következő számában közöljük.)