

# KÖRNYEZETGAZDASÁGTAN

# BACCALAUREUS SCIENTIÆ TANKÖNYVEK

## A SOROZAT KÖTETEI:

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
GAZDASÁG- ÉS TÁRSADALOMTUDOMÁNYI KAR

Alkalmazott Pedagógia és Pszichológia Intézet  
Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
IZSÓ LAJOS – HERCEGFI KÁROLY: *Ergonómia*  
JUHÁSZ MÁRTA–TAKÁCS ILDIKÓ: *Pszichológia*

Műszaki Pedagógia Tanszék  
BENEDEK ANDRÁS: *Szakképzés-pedagógia*  
KATA JÁNOS: *Korszerű módszerek a szakképzésben*

Közgazdaságtudományok Intézet  
Környezetgazdaságtan Tanszék  
KÓSI KÁLMÁN–VALKÓ LÁSZLÓ: *Környezetmenedzsment*  
SZLÁVIK JÁNOS: *Környezetgazdaságtan*

Társadalomismeret Intézet  
Kognitív Tudományi Tanszék  
KOVÁCS ILONA–SZAMARASZ VERA ZOÉ: *Látás, nyelv, emlékezet*  
PLÉH CSABA: *A pszichológia örök témái*  
Szociológia és Kommunikáció Tanszék  
S. NAGY KATALIN: *Szociológia*  
S. NAGY KATALIN: *Szociológia mérnököknek*  
HAMP GÁBOR–HORÁNYI ÖZSÉB: *Társadalmi kommunikáció mérnököknek*

Üzleti Tudományok Intézet  
Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék  
KÖVESI JÁNOS–TOPÁR JÓZSEF: *A minőségmenedzsment alapjai*  
KÖVESI JÁNOS: *Menedzsment és vállalkozásgazdaságtan*  
KOLTAI TAMÁS: *Termelésmenedzsment*  
Pénzügyek Tanszék  
LAÁB ÁGNES: *Számviteli alapok*  
KARAI ÉVA: *Könyvelésmódszertan felsőfokon*  
PÁLINKÓ ÉVA–SZABÓ MÁRTA: *Vállalati pénzügyek*  
VERESS JÓZSEF: *A gazdaságpolitika nagy elosztórendszerei*  
Üzleti Jog Tanszék  
SÁRKÖZY TAMÁS: *Üzleti jog*

# KÖRNYEZET- GAZDASÁGTAN

Szerkesztette  
SZLÁVIK JÁNOS



TY P O T E X  
Budapest, 2007

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar  
Közgazdaságtudományok Intézet Környezetgazdaságtan Tanszék

Copyright © Bartus Gábor, Csete Mária,  
Csigéné Nagypál Noémi, Füle Miklós, Herczeg Márton  
Pálvölgyi Tamás, Szlávik János  
BME GTK – Typotex, 2007

Lektorálta: Valkó László

ISBN 978 963 9664 62 3  
ISSN 1787-9655

Témakör: *környezetgazdaságtan, környezetvédelem*

*Kedves Olvasó!*

Önre gondoltunk, amikor a könyv előkészítésén munkálkodtunk.  
Kapcsolatunkat szorosabbra fűzhetjük, ha belép a *Typoklubba*,  
ahonnan értesülhet új kiadványainkról, akcióinkról, programjainkról,  
és amelyet a *www.typotex.hu* címen érhet el.  
Honlapunkon megtalálhatja az egyes könyvekhez tartozó hibajegyzéket is,  
mert sajnos hibák olykor előfordulnak.

Kiadja a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és  
Társadalomtudományi Kar, valamint a Typotex Kiadó, az 1795-ben alapított  
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja  
Felelős kiadó: Veress József – Votisky Zsuzsa  
Nyomdai előkészítés: Orm Stúdió  
A szöveget tördelte és szerkesztette: Jutai Péter  
Technikai szerkesztő: Iványi Attila  
A borítót Tóth Norbert tervezte  
Terjedelem: 18,2 (A/5) ív

Készült a pécsi Bornus Nyomdában  
Felelős vezető: Borbély Tamás

# TARTALOM

▪ Előszó	9
1. FEJEZET / A KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁS GYAKORLATÁNAK ÉS ELMÉLETÉNEK FEJLŐDÉSE	
▪ 1.1 A környezet, erőforrásgazdálkodás, környezetvédelem <i>Füle Miklós</i>	11
▪ 1.2 Természeti erőforrások csoportosítása <i>Csigéné Nagypál Noémi</i>	13
▪ 1.3 A természeti tőke fogalma <i>Csigéné Nagypál Noémi</i>	14
▪ 1.4 Fenntartható hozam a megújuló erőforrások használatában <i>Bartus Gábor</i>	16
▪ 1.5 Nem megújuló erőforrások gazdaságtana <i>Bartus Gábor</i>	20
1.5.1 Az ásványvagyon kategóriái	20
1.5.2 A nem megújuló erőforrások kitermelésére vonatkozó szabályok	21
▪ 1.6 Társadalmi-gazdasági anyagáramlás <i>Herczeg Márton</i>	24
▪ 1.7 A környezeti válság <i>Füle Miklós</i>	29
1.7.1 A környezeti válság kialakulásának főbb okai	30
1.7.2 Modellkísérletek a környezeti válság kezelésére	32
1.7.3 A környezeti válságra adott válaszok	33
▪ 1.8 Az Európai Unió környezeti aktivitása <i>Füle Miklós</i>	37
▪ 1.9 Környezetvédelem Magyarországon <i>Füle Miklós</i>	38
▪ 1.10 A gazdaság és a természeti környezet közötti viszony megközelítési módjai <i>Szlávik János</i>	39
1.10.1 Ökológiai közgazdaságtan, környezetgazdaságtan	39
1.10.2 A gazdaság és a bioszféra viszonya	40
1.10.3 Gazdasági növekedés, társadalmi fejlődés	42
1.10.4 A természeti tőke mérhetősége és eltérő értelmezései	47
▪ 1.11 Ellenőrző kérdések	54
2. FEJEZET / FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS, FENNTARTHATÓSÁGI MUTATÓK <i>Szlávik János</i>	
▪ 2.1 A fenntartható fejlődés fogalma és értelmezései	55
▪ 2.2 A fenntarthatóság szintjei	63
▪ 2.3 A fenntartható fejlődés indikátorai	65
2.3.1 Nettó Gazdasági Jólét Index	67
2.3.2 Fenntartható Gazdasági Jólét Indexe	68
2.3.3 Valódi Fejlődés Indikátor	69
2.3.4 Magyar GPI-számítások	74
2.3.5 Az ENSZ fenntartható fejlődési mutatószám rendszere	76
2.3.6 Helyi-kisregionális fenntarthatósági indikátorkészlet	80
▪ 2.4 Ökológiai lábnyom, a Humán fejlődés indexe	81
▪ 2.5 A humán fejlődés mutatója	83
▪ 2.6 Ellenőrző kérdések	83

3. FEJEZET / KÖRNYEZETÉRTÉKELÉS <i>Csigéné Nagypál Noémi</i>	
▪ 3.1 A monetáris környezetértékelés szükségessége, alkalmazási területei	85
▪ 3.2 A környezetértékelés sajátos megközelítésének okai	87
▪ 3.3 Értékmegközelítés a környezetértékelés során (A teljes gazdasági érték)	89
▪ 3.4 Környezetértékelési módszerek és alkalmazásuk	94
3.4.1 A környezetértékelési módszerek csoportosítása	94
3.4.2 Költségalapú módszerek	95
3.4.3 Egyéni preferenciák alapján értékelő módszerek	96
3.4.4 A haszonátvitel (benefittranszfer) módszere	111
▪ 3.5 A költség-haszon és költség-hatékonyság-elemzés	112
3.5.1 A költség-haszon elemzés	112
3.5.2 A költség-hatékonyság-elemzés	115
▪ 3.6 Ellenőrző kérdések	117
4. FEJEZET / KÜLSŐ GAZDASÁGI HATÁSOK (EXTERNÁLIÁK) ÉS A KÖRNYEZETSZABÁLYOZÁS ELMÉLETI ALAPJAI <i>Szlávik János</i>	119
▪ 4.1 A külső gazdasági hatások (externáliák) fogalma és jellemzői	120
4.1.1 A külső gazdasági hatások típusai	123
4.1.2 Az externáliák gazdaságilag optimális nagysága	126
4.1.3 Környezetszennyezés saját károkozással	128
▪ 4.2 A környezetszabályozás szükségessége és ennek megjelenése a közgazdasági elméletekben	131
▪ 4.3 Állami szabályozási módok (elméleti alapok)	134
4.3.1 Közvetlen szabályozás, normák	135
4.3.2 A közgazdasági, piaci eszközök alkalmazása	137
▪ 4.4 Magánmegoldások (Coase-tétel)	138
▪ 4.5 Ellenőrző kérdések	143
5. FEJEZET / KÖRNYEZETI STRATÉGIÁK <i>Pálvölgyi Tamás</i>	145
▪ 5.1 A stratégiai megközelítés jelentősége: tervezhető-e az átmenet a fenntarthatóság felé?	146
5.1.1 Miért szükséges a stratégiaalkotás a környezetvédelemben?	146
5.1.2 Általános tudnivalók a stratégiákról és a stratégiakészítésről	152
▪ 5.2 A környezetvédelemben alkalmazható stratégiai tervezés eszközei	163
5.2.1 Stratégiai tervezési lánc	163
5.2.2 Stratégiai Környezeti Vizsgálat (SKV)	170
▪ 5.3 A környezeti stratégia integrálódása	184
▪ 5.4 Ellenőrző kérdések	185
6. FEJEZET / KÖRNYEZETPOLITIKA, KÖRNYEZETSZABÁLYOZÁS <i>Szlávik János</i>	
▪ 6.1 A gazdálkodás környezeti hatáslánca	187
▪ 6.2 A környezetpolitika fogalma és típusai	188
▪ 6.3 A környezetvédelmi szabályozás célja és formái	192
▪ 6.4 A környezetszabályozás főbb típusai	193
6.4.1 A közvetlen szabályozó eszközök	193
6.4.2 Közgazdasági vagy piaci eszközök (economic instruments)	194
6.4.3 A szabályozók kiválasztásának a kritériumai	200
6.4.4 Új fejlemények a környezetszabályozásban	204

▪ 6.5 A környezeti szabályozás eredménye és eszköze: a környezeti piac és a környezet(védelmi) szektor	206
▪ 6.6 Ellenőrző kérdések	209
7. FEJEZET / ÁTMENET A FENNTARTHATÓSÁGHOZ, A JÖVŐ STRATÉGIÁI <i>Szlávik János</i>	
▪ 7.1 A termelési lehetőségek környezeti határai	211
▪ 7.2 A fenntarthatóság és a növekedés viszonya <i>Csete Mária</i>	213
▪ 7.3 Átmenet a fenntarthatósághoz	221
7.3.1 A fenntarthatósági átmenet összetevői	223
7.3.2 Lehetséges növekedési modellek (a folyamatos növekedéstől a túllövésig)	232
▪ 7.4 Magyarország fenntarthatósági stratégiájának megalapozása (a Technológiai Előrettekintési Program, TEP)	235
7.4.1 A TEP nemzeti jövőképe	236
7.4.2 Jövőképek a természeti és az épített környezet megóvására és fejlesztésére	240
▪ 7.5 Az Európai Unió fenntartható fejlődési stratégiájáról	246
▪ 7.6 A jövő forgatókönyvei	249
▪ 7.7 Ellenőrző kérdések	250
▪ <i>Forrásjegyzék</i>	251
▪ <i>Tárgymutató</i>	259

## ELŐSZÓ

A környezetgazdaságtan oktatása az 1980-as évek közepén kezdődött a Műegyetemen. Az elmúlt 25 év során a tananyag egyrészt mindig igyekezett követni a tudományos fejlődést, bemutatni és értékelni a gyakorlati folyamatokat, másrészt mindig alkalmazkodott a tananyagot tanuló hallgatókhoz.

Könyvünk az új felsőoktatási szerkezetben az egyetemi alapképzésben (BsC, BA) résztvevő hallgatók számára íródott. Egyaránt használhatják a Műegyetem mérnök-, közgazdász- és műszakimenedzser-hallgatói. A könyv szerzőgárdáját a BME Környezetgazdaságtan Tanszékének oktatói alkotják, akik egyrészt kutatói, szakértői az általuk írt fejezeteknek, fejezetrészeknek, másrészt tanítják azokat a tárgyakat, amelyeknek ezek a tananyagrészek megalapozásául szolgálnak.

A tankönyv a környezetgazdaságtan fogalmkörét tágan értelmezve a szennyezés gazdaságtanán, az externáliák kérdésein túl tárgyalja a természeti tőkével összefüggő kérdéseket, a környezetértékelés témakörét, a környezetstratégia, környezetpolitika, környezetszabályozás elméletét és gyakorlatát.

Mindezt azonban a fenntartható fejlődés nézőpontjából teszi és zárófejezetében a fenntarthatósági átmenet útjait és módjait, a jövő stratégiáit igyekszik felvázolni.

Az elméleti kifejtés, gyakorlati ismertetés mellett számos módszertani elemzést találhat az olvasó, aki reményeink szerint haszonnal forgatja majd *Környezetgazdaságtan* tankönyvünket.

Ehhez kívánnak sok sikert a

*Szerzők*

Budapest, 2007. március



## 1. FEJEZET

# A környezetgazdálkodás gyakorlatának és elméletének fejlődése

### 1.1 KÖRNYEZET, ERŐFORRÁSGAZDÁLKODÁS, KÖRNYEZETVÉDELEM

Amikor környezetvédelemről, a környezeti elemekkel való gazdálkodásról beszélünk, nem biztos, hogy mindenki ugyanazt érti a „környezet” szó alatt. Környezetgazdaságtani tanulmányaink során célszerű ezért ezeket az alapfogalmakat tisztázni, annál is inkább, mert a közbeszéd a környezetvédelmet gyakran a természetvédelemmel azonosítja. Mint látni fogjuk, ez leegyszerűsítés, és eme felfogással nem lehet valós fenyegetéseket kezelni. A környezet fogalmát több szempontból is megközelíthetjük. Az antropocentrikus felfogás az emberi faj fenntartása szempontjából minősíti a környezeti mozgásokat. A biocentrikus megközelítés a tágra vett élővilágot helyezi a középpontba, a holisztikus pedig a világ egészét. Beszélhetünk továbbá egocentrikus (az egyén érdekei a legfontosabbak), valamint patocentrikus (a világ érzelmi alapon történő szemlélete) felfogásokról.

A leginkább elterjedt megközelítés szerint a **környezet az emberi fajt körülvevő természeti, technológiai és gazdasági-társadalmi közeg, amelynek elemei szoros kölcsönhatásban vannak egymással**. Mivel a gazdálkodás rendszereinek vannak tárgyiasult (megtermelt javak, gépek, épületek stb.) és nem tárgyiasult (pl. személyek, csoportok üzleti kapcsolatai, ezekből levezethető érdekek) elemei, így a „technológiai” és „gazdasági-társadalmi” közeg között átfedések vannak. A közérthetőség kedvéért a további kifejtésben a természet-gazdaság-társadalom egységeként használjuk a környezet fogalmát. A **természeti környezet** a környezetfogalom fontos alrendszerévé értelmezhető, a legtágabb közegeként, ami bennünket, embereket körülvesz. Ide tartozik az élővilág, a flóra (növények) és a fauna (állatok) összessége, ezt nevezzük **élő környezetnek** (bioszféra). Részben ezen kívül az **élettelen környezet**, minden olyan eleme a világnak, amely emberi

beavatkozás nélkül keletkezett, és nem tartozik az előbb említett két kategóriába (sziklák, folyók, ásványok stb.).

A természeti környezet alrendszerrel kapcsolatban gyakran találkozunk azzal a megállapítással, hogy a környezetvédelem feladata az eredeti környezeti állapot helyreállítása. Ez a feladat azonban nem értelmezhető, így a környezetgazdálkodás követelményei közé nem sorolható be. A természeti közeg ugyanis soha nem volt statikus rendszer, a folyamatos változások miatt nem lehet meghatározni egy olyan ideális szerkezetet, amelynek megvalósítására a mindenkori civilizációnak törekednie kell.

A kívánatos célt inkább a biodiverzitás (az élet sokszínűsége) kérdéskörében kell keresnünk. A biodiverzitás romlása vagy javulása (az utóbbi a biotechnológiai ismeretek bővülése következtében többé már nem utópisztikus megközelítés) lehet a legátfogóbb indikátor, amely a környezetgazdálkodásnak a természeti környezet alrendszerre vonatkozó kudarcát vagy sikerét méri.

A természeti környezettel kapcsolatban lévő, de önálló alrendszerként határozható meg a **technoszféra (épített környezet)**, azon tárgyak, szolgáltatások összessége, amelyek emberi tevékenység eredményeként jöttek létre (épületek, energiahálózat, utak stb.). A természeti környezet és az épített környezet folyamatos kölcsönhatásban állnak egymással, önállóan szinte nem is vizsgálható rendszerek. A két alrendszer viszonyában a természeti alrendszer állapota meghatározó, hiszen a technoszféra bármely elemének létrejötte visszavezethető a természeti környezet valamelyik összetevőjére.

Ugyanakkor könnyű belátni, hogy a technoszféra folyamatos hatást gyakorol a természeti közegre, ez utóbbi változása nem csak önmozgásra vezethető vissza. (Gondoljunk pl. a táj változására, amely átalakul azzal, hogy ember által létrehozott létesítmények jelennek meg benne. Ilyen hatás pl. az élővilág életterének alakulása: az úthálózat terjeszkedése módosítja az élőhelyek méretét, illetve minőségét.)

A technológiák működtetése, az anyagok átalakítása mellett a technoszféra állapotának kérdéskörébe tartozik például a különböző mesterséges környezeti elemek (lakóhelyi környezet, munkahelyi környezet) kapcsolatának alakulása is. Az egyik legkomolyabb környezetterhelést jelenti például a privát élettér és a munkavégzés helyszínének szétválása. Az ebből adódó utazási kényszer (mobilitás) adja a közlekedési eredetű emisszió és erőforráshasználat döntő részét a világban.

A **gazdasági-szociális környezet** harmadik környezeti alrendszerként magában foglalja azokat a hallatlanul bonyolult viszonyokat, amelyek emberek, azok csoportjai között kialakulnak a történelmi fejlődés során. Itt is a kölcsönhatást kell hangsúlyozni. Egyértelmű, hogy pl. a természeti környezet romlása miatti élelmiszerhiány szétzilálja az adott terület emberi viszonyait és fordítva, a háborúk, a túlméretezett gazdasági aktivitás (mint emberi viszonyok) tönkre tehetik a természeti környezet, illetve a technoszféra elemeit. Görögország területe valamikor dús vegetációjú vidék volt, a perzsa háborúk, illetve a görög városállamok kereskedelmi törekvései degradációt idéztek elő. A kor követelményeinek megfelelő hajók folyamatos és nagy számban való előállítására az erdőállomány lecsökkené-

séhez, az erózió fölerősödéséhez vezetett. Ez a folyamat nem csak a technoszféra (hajóépítés) és a természeti környezet (erdőállomány) viszonyát tükrözi, hanem a gazdasági-szociális közeg (háborúk, kereskedelem) is színezi a korabeli környezeti állapotok változásait.

A továbbiakban, amikor a „környezet” kifejezést használjuk, minden esetben a fenti hármas (természet, technoszféra, gazdasági-szociális környezet) tagolást értjük alatta.

## 1.2 TERMÉSZETI ERŐFORRÁSOK CSOPORTOSÍTÁSA

A környezetgazdálkodás szempontjából fontos az erőforrások megfelelő használata. A használat megtervezéséhez, optimalizálásához szükség van az erőforrások csoportosítására, legfőbb jellemzőik – elsősorban rendelkezésre állásuk időbeliségének – ismeretére.

A **megújuló (megújulásra képes) erőforrások** tovább csoportosíthatóak az alapján, hogy az emberi tevékenység befolyásolja-e a megújulás ütemét. Bizonyos megújuló erőforrások esetében ugyanis a megújulás mértéke függhet a felhasználástól, míg mások (pl. napenergia) a hasznosítás mértékétől függetlenül képesek a megújulásra. Ez utóbbi esetben tehát nem az erőforrás mennyisége (közgazdasági értelemben állomány, *stock*), hanem a rendelkezésre állás intenzitása, időbelisége (pl. napsütéses órák száma; közgazdasági értelemben *flow*) jelenti a hasznosíthatóság korlátját.

1.1 táblázat A természeti erőforrások csoportosítása<sup>1</sup>

	A megújuláshoz szükséges idő	Ökológiai források	Energia-hordozók	Anyagok
Megújuló	1 év vagy kevesebb, az ember által ellenőrizhető	Mezőgazdasági termékek	Napenergia, vízenergia, etanol	Só
Félig megújuló	1–200 év között, emberi beavatkozás nélkül megújuló	Hal, erdő, felszín alatti vizek	Geotermál és vízenergia, etanol	
Nem megújuló	Nincs gazdasági jelentősége	Ózon, veszélyeztetett flóra és fauna	Olaj, gáz, szén, urán	Ásványok, talaj

<sup>1</sup>(Forrás: Analysis of the Fundamental Concepts of Resource Management, Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH, Vienna, European Commission, Directorate-General Environment, Directorate B – Integrationpolicy and instruments, ENV.B.2 – Economic analyses and employment, August 2000, 11. Idézi: Surányi Sándor: *Források, népesedés a globális gazdaságban*. Aula Kiadó Kft., Budapest, 2001. 23. Idézi: Szlávik J. 2005.)

A **nem megújuló erőforrásoknak** ugyancsak különböző típusai léteznek. Vannak, amelyek gazdaságosan újrahasznosíthatóak, bizonyos határfokkal visszajuttathatóak a gazdaság anyagáramlásába (pl. alumínium, vas stb.). Ennek gazdaságossága és határfoka mindenkor függ a még rendelkezésre álló készletek kitermelésének gazdaságosságától, az erőforrás iránti kereslettől és a kitermelő, valamint az újrahasznosítást lehetővé tevő technológia színvonalától (valamint a gyakorlatban sok esetben a szabályozási környezettől) is. Vannak azonban olyan nem megújuló erőforrások is, amelyek – jelenlegi ismereteink alapján, illetve a jelenlegi technológiai színvonal mellett – nem visszaforgathatóak (pl. fosszilis energiahordozók).

### 1.3 A TERMÉSZETI TŐKE FOGALMA

Amellett, hogy természeti erőforrásokról beszélünk, egyre elterjedtebb a **természeti tőke** (*natural capital*) fogalmának használata is. A természeti tőke koncepciójának előnye, hogy mind a közgazdaságtani, mind az ökológiai szakirodalomban széles körben használják.<sup>2</sup> A fogalom megjelenése a közgazdaságtan tudományának kezdetéig vezethető vissza és végigkíséri fejlődését, hiszen mind a fiziokraták, mind a klasszikus, mind pedig a neoklasszikus közgazdaságtan képviselői valamilyen formában foglalkoztak a fogalomkörrel. A **tőke** a neoklasszikus közgazdaságtan által bevezetett alapfogalom, hagyományosan három típusát különböztették meg, a földet, a munkát és az ember alkotta, mesterséges tőkét. Az alapkategóriák közül tehát a föld tartozott a mai elnevezés szerint természeti tőkének nevezett csoportba. Mára egy négyes felosztás vált elterjedtté, mely szerint megkülönböztetik:<sup>3</sup>

- az ember alkotta tőkét,
- a humán tőkét (emberi tudás, tapasztalatok),
- a társadalmi, szervezeti tőkét (miáltal az együttműködő, szervezetben dolgozó emberek több javat tudnak előállítani) és
- a természeti (ökológiai vagy környezeti) tőkét.

Ebben a felosztásban tehát a humán tőke és a természeti tőke fogalma is kiterjedtebb, összetettebb. Míg az előbbi esetében ez egy újabb tőketípus bevezetésével, az utóbbi esetben a természeti tőke fogalmának kiterjesztésével valósult meg, így a jelenlegi értelmezés szerint a természeti tőke már nemcsak a (mezőgazdaság, bányászat révén) javak előállítására alkalmas földterületet jelent.

**A természeti tőke fogalma** azért alakult ki, illetve terjedt el, mert a természeti környezet – a mesterséges, ember alkotta tőkéhez hasonlóan – nagyban hozzá-

<sup>2</sup> Harte 1995.

<sup>3</sup> Boros 2004.

járul a jóléthez. Costanza és Daly szerint a gazdaság mérete miatt napjainkra a természeti tőke korlátozó tényezővé vált<sup>4</sup>, ami ugyancsak hozzájárul a fogalom széles körű tárgyalásához. Mint ahogy a közgazdaságtanban a „tőke” fogalma, úgy az ökológiai közgazdaságtanban a természeti tőke többféleképpen értelmezhető, illetve értelmezése folyamatosan változik, míg kialakul egy elfogadott, közös definíció.<sup>5</sup>

A szakirodalomban számtalan példát találunk arra vonatkozóan, hogy mit érthetünk természeti tőke alatt:

Daly (1994) a fosszilis energiaforrásokat, a halpopulációkat és a fát említi példaként. Cleveland (1994) a klímát, a talajt és az ásványkincseket, Ayres (1996) pedig ide sorolja a vízkészleteket, illetve a sztratoszférikus ózont is.

Talán a leggyakrabban felhozott példa a biológiai sokféleség.<sup>6</sup> Néhány szerző olyan példákkal is él, amelyek a folyamatok közé tartoznak. Cleveland (1994) például a hidrológiai körfolyamatot a természeti tőke elemének tekinti. A tápanyagok körforgása és a növények reprodukciós képessége is szerepel a példák között.<sup>7</sup>

A példák ismertetése mellett a **természeti tőke definiálására** is történtek kísérletek. Daly szerint a természeti tőke olyan felhalmozott természeti erőforrás, amely valamilyen szolgáltatást (hasznos áramot) biztosít, tart fenn. A természeti tőkének a következő elemeit határozta meg:

- nem megújuló, ökoszisztémákból kitermelt erőforrások,
- megújuló, ökoszisztémák által előállított illetve fenntartott erőforrások,
- környezeti szolgáltatások.

Az 1.2 táblázatban aszerint kerültek csoportosításra a természeti tőke egyes megnyilvánulási formái, hogy mennyire jellemző rájuk a tőke két fontos tulajdonsága, vagyis hogy felhalmozás révén jött létre és szolgáltatás biztosítására alkalmas. A felhalmozás jelleg jól megragadható a hagyományos megújuló – félig megújuló – nem megújuló felosztáson keresztül. A nem megújuló erőforrások hosszú távú felhalmozás eredményeként, a félig megújulók rövidebb távú, a gazdasági folyamatok időtávjával összemérhető idejű felhalmozás eredményeként jöttek létre, míg a megújulók inkább áramlás (*flow*) jellegűek.

A másik csoportosítási szempont, hogy az adott tőkeelem szolgáltatás jellegű (így hagyományos értelemben nem tekinthető tőkének), szolgáltatást tart fenn – például energia biztosításával – vagy felhasználásra kerül. (Dőlt betűvel szerepelnek az 1.2 táblázatban azok a tőkeelemek, amelyek maguk is felhasználásra kerülnek a szolgáltatás biztosítása során.)

<sup>4</sup> Costanza és Daly 1992

<sup>5</sup> England 1998

<sup>6</sup> Cleveland 1994; Ehrlich 1994; Jansson és Jansson 1994

<sup>7</sup> Berkes és Folke 1994

1.2 táblázat A természeti tőke elemeinek csoportosítása

Felhalmozás jelleg Szolgáltatás jelleg	Nem megújuló	Félig megújuló	Megújuló
Áram, szolgáltatás jellegű	Hidrológiai folyamatok	Asszimilációs kapacitás Geotermikus energia	Megújuló energia egyes típusai (víz, szél)
Szolgáltatást, áramot biztosít	<i>Fosszilis energia-hordozók</i>	Sztratoszférikus ózon Talaj	<i>Biomassza mint energiaforrás</i>
Felhasználásra kerül	Ásványkincsek	Biomassza elemei nyersanyagként	Biomassza elemei nyersanyagként

A természeti tőke fogalmának áttekintése után fontos tárgyalni lehetséges funkcióit, azok rendszerbe foglalását, csoportosítását is. A **természeti tőke négy fő funkciója** egy lehetséges felosztás szerint:<sup>8</sup>

- Erőforrások biztosítása (forrás funkció).
- A hulladékok befogadása és semlegesítése (nyelő funkció). Kedvező esetben az is előfordulhat, hogy a hulladék hasznosítható a természeti környezet számára, és ilyenkor a természeti tőkébe való befektetésként is értelmezhető.
- Alapvető, életet támogató, létfenntartó funkció.
- Jóléti funkció. Ide tartozik a rekreációs érték, amely a humán tőkébe történő befektetésként is értelmezhető, valamint a kulturális érték stb.

Fontos megjegyezni, hogy egyes funkciók túlzott igénybevétele más funkciók ellátását veszélyeztetheti.

#### 1.4 FENNTARTHATÓ HOZAM A MEGÚJULÓ ERŐFORRÁSOK HASZNÁLATÁBAN

Első pillanatban talán nem is érezzük fontosnak, hogy a megújuló erőforrások készleteivel is gazdálkodnunk kellene, hiszen azok úgyis megújulnak. Ennek a megújulásnak azonban vannak korlátai, a megújuló erőforrások sem zsákmányolhatók ki. A megújuló erőforrások halmazát adó, legtöbbször élő rendszerek,

<sup>8</sup> Boros 2004.

fajok és azok egyedei sajátos, természetes ritmusban növekednek, fejlődnek, s a használónak tisztában kell lennie ezekkel a jellemzőkkel. Ebben a fejezetben **a biológiai úton megújuló erőforrásokkal** való gazdálkodás néhány alapvető jellegzetességét mutatjuk be (s nem foglalkozunk a nem biológiailag megújuló forrásokkal, például a napenergiával).

Egy faj (legyen az egy fajta vagy egy halféle) populációjának gyarapodásához először is szükség van egy minimális populációméretre. Ha egy területen az adott faj túl kevés egyede él, előfordulhat, hogy nem találnak egymásra a szaporodáshoz, vagy a szaporodás nem lesz sikeres, esetleg egy kórokozó okozta járvány a kevés számú egyed mindegyikének megbetegedéséhez, pusztulásához vezet.

Ha a minimális egyedszám rendelkezésre áll, s a faj szaporodásához meg vannak a kellő körülmények (rendelkezésre áll élelem, nincs jelen nagy számban az adott faj természetes ellensége), a populáció gyarapodásnak indul. A gyarapodás azonban nem végtelen, mert a faj egyedszáma növekedésének határt szab az adott **ökoszisztéma eltartóképessége**. Az eltartóképességnek megfelelőnél nagyobb egyedszám esetén az adott faj számos példánya élelem hiányában elpusztul, a létszám csökkenésnek indul, egészen addig, amíg az eltartóképességnek megfelelő határok közé kerül.

A populáció méretére vonatkozó legegyszerűbb növekedési modell a következő:

$$(1) \quad \gamma = g\left(1 - \frac{p}{K}\right)p$$

ahol  $g$  a populáció növekedési üteme (az egyedek számának változása a vizsgált időszakban, pl: db/év),

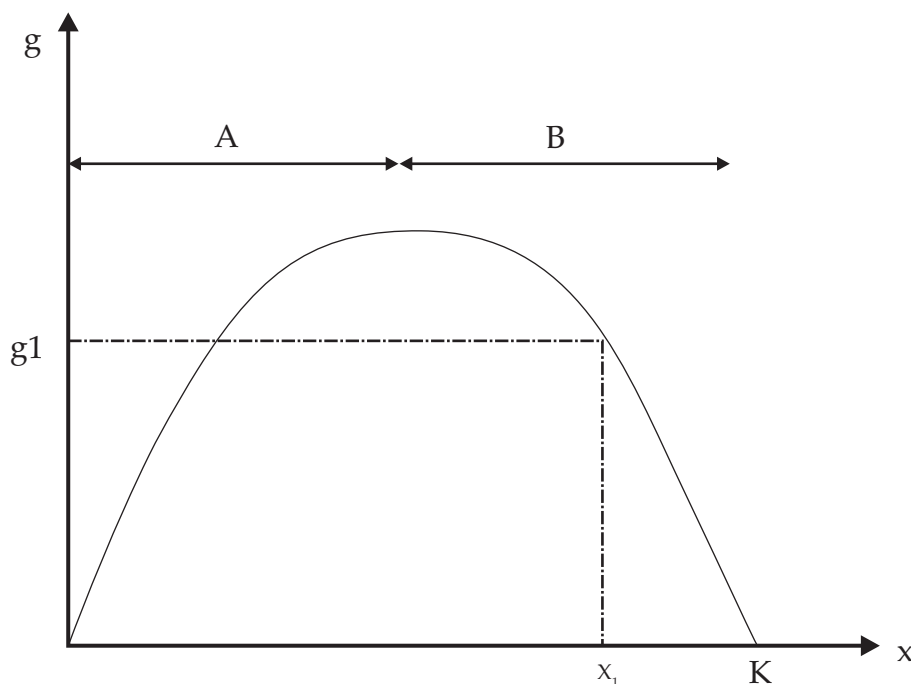
$p$  a populáció nagysága (az egyedek száma, db),

$K$  az adott ökoszisztéma eltartóképessége (a még éppen lehetséges legnagyobb egyedszám, db),

$\gamma$  a növekedési együttható.

Az adott faj egyedszámának alakulását az (1) összefüggésnek megfelelően az 1.1 ábra szemlélteti.

1.1 ábra Egy faj populációjának (egyedszámának) alakulása



Az 1.1 ábrán látható, hogy egy faj megjelenését követően az adott ökoszisztémában az egyedszám ( $x$ ) gyarapodásával a faj populációjának növekedése ( $g$ ) is gyorsul. Az ökoszisztéma eltartóképessége felénél azonban a növekedés üteme tetőzik, majd a növekedés lassulni kezd, s ez a folyamat egészen addig tart, amíg a faj eléri lehetséges legnagyobb egyedszámát ( $K$ ) az adott környezetben. **A populáció növekedését tehát a környezet eltartóképessége és a populáció aktuális mérete határozza meg.**

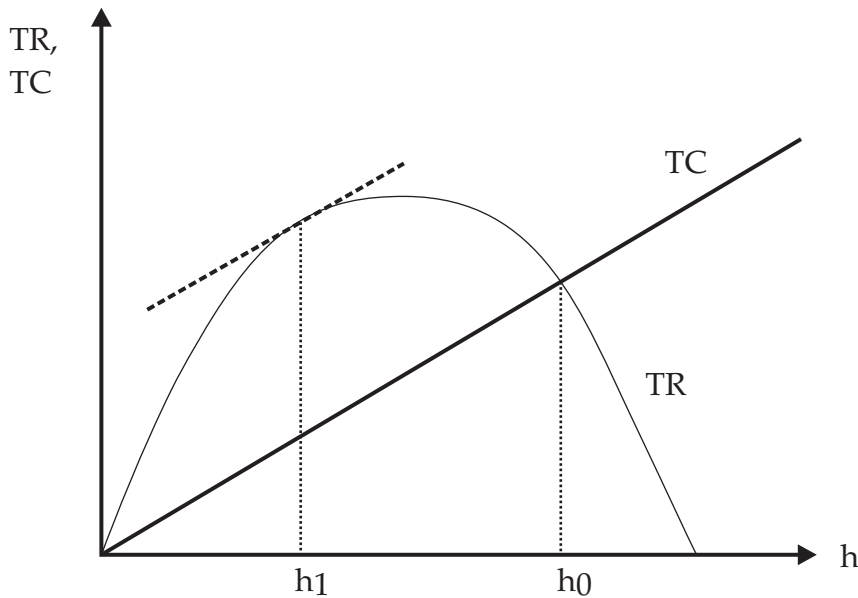
A biológiai növekedési görbe magyarázatot ad a természetvédelem és a megfontolt erőforrás-kitermelés szükségességére is. Ha a populáció nagysága a B tartományba esik, akkor az egyedszám csökkenésével (például halászat vagy vadászat esetén, vagy természetes okból) a gyarapodási ütem növekedni fog, vagyis feltehető, hogy a faj gyorsan pótolja a veszteséget, s a maximális körüli populációméretre növekszik. Ha viszont a túlzott kitermelés hatására az állomány nagysága az A tartományba kerül, akkor az egyedszám csökkenésével a reprodukció üteme is csökkenni fog, s felmerül az adott faj kipusztulásának kockázata is. A gyakorlatban ilyenkor kell az adott fajt védelem alá helyezni, kifogását, kilövését, betakarítását betiltani.



A biológiai úton megújuló erőforrásból tehát lehetséges a kitermelés. A kérdés az, hogy például hány tonna halat foghatunk ki egy évben az adott tengerből vagy folyóból, ha egyfelől szeretnénk a lehető legtöbb ilyen étellel ellátni a fogyasztókat, másrészt nem szeretnénk veszélyeztetni a populáció stabilitását? A választ a fenntartható hozam nagysága adja meg. **A biológiai úton megújuló erőforrás fenntartható hozama az a legnagyobb kitermelhető mennyiség, amely a populáció adott mérete mellett éppen egyenlő az éves gyarapodással.** Az 1.1 ábrán szemléltetett esetben, ha a populáció mérete  $x_1$ , akkor az éves növekmény  $g_1$ . Az ember által felhasználható fenntartható hozam tehát  $g_1$  lesz. Ekkor ugyanis a kifogott ilyen mennyiségű hal éppen pótlódni fog a következő év halászeitényéig, azaz a jövő évi fogási esélyek úgy lesznek ugyanakkorák, hogy közben a halpopuláció mérete nem indul csökkenésnek.

Az optimális kitermelés (fák kivágása, halak kihalászáása) megállapításához az adott faj növekedési jellemzőin túl az adott jóságok piacra juttatásával elérhető bevételre, valamint a kitermelés költségfüggvényének ismeretére van szükség. Ezeket az összefüggéseket a 1.2 ábra mutatja be.

1.2 ábra Statikus kitermelésoptimalizálás megújuló erőforrások esetén



A 1.2 ábrán egy adott megújuló erőforrás – például egy halfaj – kitermelésének nagysága ( $h$ ) függvényében a kitermelés teljes bevétele (TR) és a kitermelés tel-

jes költsége (TC) látható. Feltételezzük, hogy a példánkban szereplő halászati költségek a kifogott halak mennyiségével egyenes arányban nőnek. A halászat volumenének növelésével azonban – mivel az 1.1 ábrán bemutatottak értelmében a halállomány nagysága véges – egyre kevesebb példányt lehet kifogni, azaz a bevétel csökkenésnek indul. A halászok számára a profit maximalizálása a feladat, amely célt  $h_1$  kitermelési szintnél érik el, itt lesz ugyanis a TR-TC érték a lehetséges legnagyobb.  $h_1$  után a profit csökkenésnek indul, de egészen  $h_0$  értékig még 0-nál nagyobb marad.

**A biológiai úton megújuló erőforrások kitermelését tehát az adott ökoszisztéma ökológiai korlátai – a fenntartható hozam nagysága – és a kitermelő gazdasági tevékenység jellemzői – a kitermeléssel elérhető bevételek és költségek – együttesen határozzák meg.**

Megjegyezzük, hogy a tényleges optimalizációs feladat természetesen az 1.1 és 1.2 ábrán bemutatott statikus esetnél lényegesen bonyolultabb. A különböző növény- és állatfajok populációdinamikája nagyban különbözik egymástól, s függnék az adott ökoszisztéma jellegzetességeitől vagy éppen az emberi tevékenységek zavaró hatásaitól is. Például egy növényevő állatfaj populációjának alakulása egészen más lesz, ha környezetében a táplálékláncban felette álló ragadozó még megtalálható, mintha onnan azt a fajt az ember már kiirtotta vagy elűldözte volna. Ezeket a problémákat és törvényszerűségeket részletesen a természeti erőforrások gazdaságtana tárgyalja.

## 1.5 NEM MEGÚJULÓ ERŐFORRÁSOK GAZDASÁGTANA

### 1.5.1 Az ásványvagyon kategóriái

Az ásványvagyon csoportosítása alapján becsléseket lehet készíteni arra vonatkozóan, hogy mennyi időre elegendő mennyiség van még az egyes típusokból.

Az Egyesült Államokban használatos csoportosítás szerint megkülönböztethetünk ismert készleteket és még fel nem fedezett, reménybeli tartalékokat. Az ismert készletek egy része kimutatott, igazolt, ezen belül vannak olyanok, amelyek mennyiségéről, minőségéről mérések alapján bizonyos információval rendelkezünk, másik része pedig már jelzett, azonban nem pontosan felmért. Végül az ismert készletek legbizonytalanabb részei azok, amelyeket mérésekkel nem mutattak ki, azonban geológiai ismeretek alapján nagy valószínűséggel megtalálhatóak ismert területeken. Mindezen ismert ásványvagyon jelenlegi technológiával – az ismert kereslet szerint – gazdaságosan kitermelhető hányada alkotja a készletek összességét. A még fel nem fedezett, reménybeli ásványvagyon egy része az úgynevezett hipotetikus vagyon, amelyről adott körülmények között nagy valószínűséggel feltételezhető, hogy létezik. Végül a legnagyobb bizonytalansággal jellemezhető, úgynevezett spekulatív csoportba tartoznak a fel nem fedezett anyagok már ismert készletekben, és a még fel nem fedezett erőforrások, ismeretlen formában (ld. 1.3 táblázat).

1.3 táblázat Ásványvagyon csoportosítása

		Ismert		Fel nem fedezett, reménybeli		
		Kimutatott, igazolt		Kikövetkeztetett	Feltételezett, hipotetikus	Spekulatív
		Felmért	Jelzett			
Gazdaságtalan	Paramarginális	Készletek				
	Submarginális					

A rendelkezésre álló készletek meghatározása azonban több okból is bizonytalan:

- a jelenleg ismert készletek, a jövőben a múlthoz hasonlóan új felfedezésekkel bővíthetnek,
- nem ismert az erőforrások kitermelésére a jövőben alkalmazható technológiák hatékonysága,
- a különböző erőforrások bizonyos mértékben egymást helyettesíthetik. A helyettesíthetőség mértékét a társadalom igényei, a technológiák és árarányok befolyásolják.

### 1.5.2 A nem megújuló erőforrások kitermelésére vonatkozó szabályok

A természeti erőforrásokra az emberiség mint kimeríthetetlen, szinte végtelen termelési tényezőkre tekintett. Az évszázadokon keresztül fennálló mérsékelt

népességszám és az egyszerű technológiák mellett az emberiség csak kis részét volt képes kitermelni és felhasználni a rendelkezésre álló erőforrásoknak. Az ipari forradalom után döntően megváltozott a helyzet, s az évente felhasznált erőforrás-mennyiség összemérhetővé vált a rendelkezésre álló teljes mennyiséggel. Különös lökést adott a készletekkel való ésszerű gazdálkodás szükség-szerűsége felismerésének például az 1970-es évek olajválsága, ami éles fényt vetített a szűkösség problémájára (1973-ban az olajkitermelő országok szervezete, az OPEC, olyan, a kitermelési kvótát érintő döntést hozott, amely rögvést 70%-os olajár-növekedést eredményezett).

A **nem megújuló erőforrások**, véges készletek kitermelésére vonatkozó közgazdasági modellek klasszikusa a Harold Hotelling által 1931-ben megalkotott tétel. Hotelling az erőforrás-kitermelést mint a tőkejavak alkalmazásának egy speciális esetét tekintette. Tekintsünk egy beruházási döntés előtt álló vállalatot! A példánkban szereplő vállalat számára két választható alternatíva áll nyitva. A rendelkezésre álló tőkét vagy egy adott természeti erőforrás kiaknázására fordítja (mondjuk kőolajbányát nyit), vagy elhelyezi, kamatoztatja egy bankban. A vállalatnak természetesen csak akkor éri meg az olajbánya megnyitása, ha ezen választása magasabb hozamot eredményez, mintha pénzét a bankban kamatoztatta volna. A vállalat döntési helyzete tehát a következő képlettel írható le:

$$(1) \quad \frac{p_{t+1}}{p_t} = 1 + r$$

ahol  $p$  a természeti erőforrás ára (az olaj ára),  
 $t$  az idő (a vizsgált időperiódus kezdete:  $t$ , vége:  $t+1$ ),  
 $r$  a banki kamatláb.

A Hotelling-szabály szerint az olajbányászatba fektetett tőke hozamának (a képlet bal oldala) egyenlőnek kell lennie a bankbetétre fizetett kamattal (a képlet jobb oldala). Mivel tökéletesen versenyző piacon a vállalat számára mind az olaj ára, mind a banki kamatlábak külső adottságok (exogén tényezők), ezek alapján egyértelműen adódik, hogy a vállalat vajon megkezd-e az olaj kitermelését vagy inkább azt a föld mélyében hagyja, s pénzét a bankba teszi. Másképp fogalmazva: **a természeti erőforrás** (példánkban: a kőolaj) **kitermelésének feltétele, hogy a befektetés hozama fedezetet biztosítson a tőke lehetőség-költségére**. A lehetőség-költség az adott választással elveszített, második legjobb alternatíva megvalósításából származó, nem realizált haszon, jelen példánkban a banki befektetésre kifizetett kamat értéke.

Eddig nem foglalkoztunk azzal, mennyibe kerül az olaj kitermelése a vállalatnak, az előző képlet nulla kitermelési költséget tartalmazott. A valóságban természetesen nem jön ingyen az olaj a felszínre. A kőolaj árának tehát a tőke lehetőség-költsége mellett **a kitermelés költségeire is fedezetet kell nyújtania**.

A kitermelési időszak végén az ár a következő lesz:

$$(2) \quad p_{t+1} = c + \frac{p_t - c}{1 + r}$$

ahol  $c$  a kitermelés határkölsége.

Látjuk, hogy a kitermelés időperiódusának végén realizálható árnak fedeznie kell a kitermelés költségét, valamint a tőkebefektetés lehetőség-költségét is. Világos az is, hogy a nyersanyagok piacán az adott erőforrás árát nemcsak a kitermelés költségei fogják meghatározni, hanem az is, hogy a tőketulajdonosok számára milyen más befektetési lehetőségek adóttak.

Tudjuk azonban azt is, hogy **egy nyersanyag kitermelése esetén a bányavállalat költségei nem maradnak változatlanok az időben**. A bányászati tevékenység során nyilván először az olcsóbban kitermelhető (például felszínközeli) részt aknázzák ki, s fokozatosan kerülnek kitermelésre az egyre mélyebben fekvő ásványkincsek. A kitermelés költsége az időben tehát növekedhet (az alkalmazott technológiai színvonal változatlansága mellett). A Hotelling-képlet, amely most már a kitermelési határkölségek változását is tartalmazza, a következő formát ölti:

$$(3) \quad \frac{\frac{d}{dt}(p - c_q)}{p - c_q} - \frac{c_x}{p - c_q} = r$$

ahol  $c_q$  a kitermelés pillanatnyi határkölsége,  
 $c_x$  a kitermelés átlagos határkölsége.

A valóságban az optimalizáció ennél is sokkal bonyolultabb. Az erőforrás-kitermelésre a továbbiakban még például a következők lesznek befolyással:

- a kitermelés pillanatnyi nagysága, volumene,
- a szezonális (egyes hónapokban a kereslet megugorhat, más hónapokban visszaesik),
- a még ki nem termelt készlet nagysága (mennyire szűkös az adott erőforrás),
- az adott termék árrugalmassága (az ár változására hogyan reagál a fogyasztás nagysága),
- az esetleges monopolhelyzet az adott erőforrás piacán (lásd az orosz gázszállítók helyzetét a magyar földgázpiacon),
- az esetleges kartellhelyzet az adott erőforrás piacán (lásd az OPEC szerepét a kőolaj piacán),

- az erőforrás helyettesíthetősége (ha az adott erőforrás ára elér egy bizonyos szintet, a fogyasztók átválthatnak egy hasonló erőforrásra, amely az aktuális árszinten versenyképesebbé válik),
- a technológiai fejlődés, illetve ennek hatása a kitermelési költségekre,
- a kitermeléshez kapcsolódó externáliák, például a környeztkárosítások mértéke, pénzübeli értéke,
- az állam által alkalmazott járadék nagysága.

Például a monopolhelyzetben lévő cég alaposabban kitermelhet egy készletet, mintha versenyhelyzetben kellene működni. A kartellek viszont a kitermelés ütemét szeretik visszafogni a profitmaximalizálás érdekében.

Nagy szerepe van az államnak is, amely a kitermeléshez kötött járadék mértékének meghatározásával gyakorolhat hatást a kitermelés mértékére. **A járadék az az ár, amelyért a magánkitermelő az államtól megvásárolja adott erőforrás kitermelésének jogát** (az ásványkincsek a legtöbb országban állami tulajdonban vannak). Nyugat-Ausztráliában például háromféle elven vetnek ki járadékot a nyersanyagok kitermelésére. Az alacsony értékű erőforrások (mész, kő, dolomit) után egységes, tömegalapú adót szednek. Az ásványkincsek többsége esetében az eladási ár bizonyos százalékát teszi ki a járadék. Végül egyes ritka nyersanyagok esetében az eladási árhoz és a kitermelő vállalat profitjához mint kombinált mutatóhoz kötött járadékot alkalmaznak. A járadék mértékén keresztül az állam jelzést adhat a piacnak, hogy az adott társadalom számára milyen rátájú kitermelése fogadható el a vizsgált nyersanyagoknál.

## 1.6 TÁRSADALMI-GAZDASÁGI ANYAGÁRAMLÁS

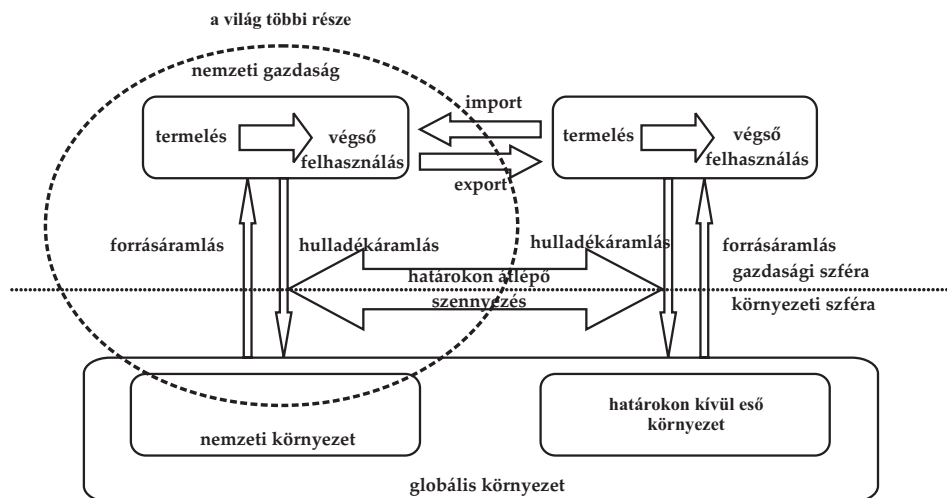
Az anyag és energia különböző formáinak a gazdaság-társadalom és a természet elemei közötti áramlását évtizedek óta próbálják modellezni. A **társadalmi metabolizmus** (*anyagcsere*) folyamatainak kvantitatív és/vagy kvalitatív jellemzése már több évtizede tárgya tudományos és gyakorlati jelentőségű munkáknak. Ezek célja a természeti erőforrások (forrás és nyelő oldalon való) használatának, igénybevételének és az anyagoknak (és energiának) a gazdaság-társadalom szféráján történő átáramlásának elemzése.

A társadalmi metabolizmus leírásának módszerei az úgynevezett anyagáramlás-elemzés módszertani családjába tartozó eszközök. Ez a fogalom számos olyan módszertan gyűjtőneve, amely alkalmas a társadalmi metabolizmus folyamatainak fizikai leírására. A módszertan az utóbbi években egyre szélesebb körben alkalmazott eszközrendszerre vált.

A módszertan eszközei a hagyományos gazdasági mutatókkal szemben (pl. GDP) a gazdasági tevékenységet elsősorban fizikai (tonna, joule), nem pedig monetáris egységekben vizsgálják. (Jóllehet, bizonyos típusú elemzések, pl. SEEA e kettő kombinálására törekuszenek, és mindkét dimenzióban mérik a gazdasági aktivitást.)

1.3 ábra A fizikai áramlások általános sémája

(Forrás: Eurostat 2001.)



Az anyagáramlás-elemzések többnyire elfogadják azt a feltételezést, hogy az anyag és az energia társadalom-gazdaságban való felhasználása a környezeti problémák fő okozója. Az 1.3 ábra részletesen szemlélteti egy nemzetgazdaság, a világgazdaság valamint a nemzeti és globális környezet közötti anyagforgalom főbb elemeit.

A módszertani eszközök körébe olyan fizikai mutatórendszerek tartoznak, amelyekkel leírható a gazdaság és az ipari rendszerek által megmozgatott anyag mennyisége (általában ennek tömegét mérve *kg* vagy *tonna* mértékegységekben) és részben annak útja is.

Az anyagáramok elemzése kiterjed a nyersanyagok kinyerésére, feldolgozására, a termelési folyamatokra, termékek előállítására, fogyasztásra, újrahasznosításra és az anyagok „lerakására”. Utóbbiak alatt értendő pl. az egyes vegyi anyagok, nyersanyagok, alapanyagok, termékek, hulladékok környezeti elemekbe történő emissziója. Ez olyan módszertani megközelítést jelent, amely végezhető különböző szinteken és részletességgel: nemzetközi, nemzeti és regionális, helyi (pl. települési önkormányzatok) vagy akár vállalati telephely szintjén. Természetesen az eltérő szintek eltérő megközelítéseket és módszertanokat alkalmaznak, alaplogikájuk mégis azonos. Eszerint **az adott egységbe belépő, onnan kilépő és a rendszerben maradó mennyiségek felmérésével próbálják számszerűsíteni az anyagáramokat.**

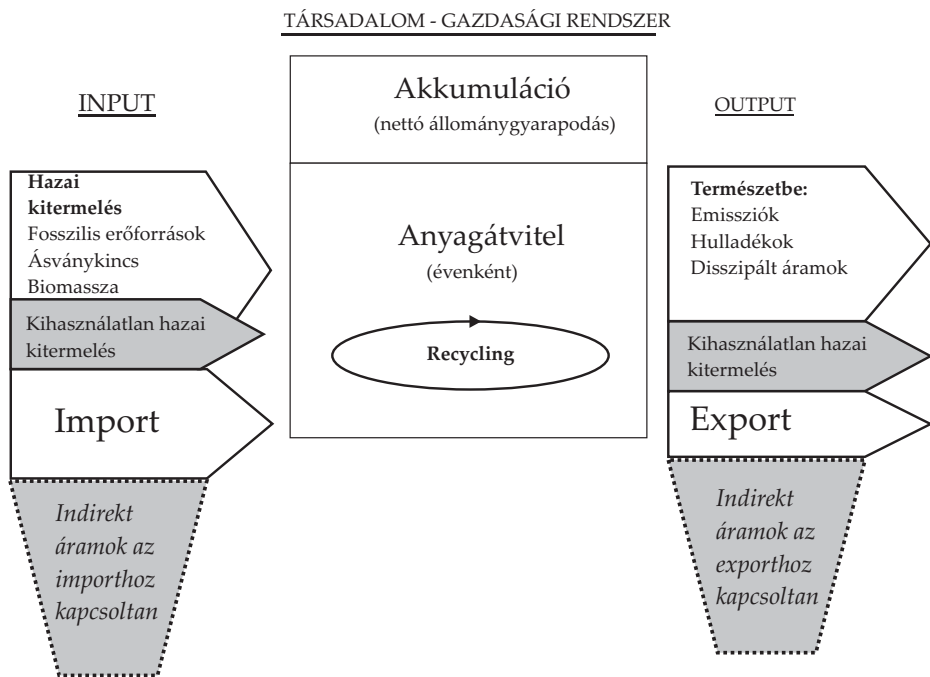
A világ néhány országában (pl. Ausztria, Németország, Hollandia, Dánia, Egyesült Államok) már közel egy évtizede alkalmazzák a nemzeti számlák

rendszeréhez (SNA) hasonló módon a statisztikai rendszerek keretében működtetett környezeti számlák rendszerét is. Magyarországon még nem készülnek környezeti számlák, de a teljes gazdasági szintű anyagáramlási számlák elkészítése 2005 óta folyamatosan zajlik.

**Teljes gazdasági anyagmérlegek (Material Flow Accounts, MFA)**

Könyvünkben az úgynevezett teljes gazdaság anyagáramlás-számlák (Material Flow Accounts, MFA) alkalmazását ismertetjük bővebben, mint témánk megértését leginkább segítő eszközt. Ennek az elemzésnek a célja egy tetszőleges nemzetgazdaság területén történő fizikai áramlások számszerűsítése tömegmértékegységekben.

**1.4 ábra Teljes gazdasági anyagáramlási számlák (levegő és víz kivételével) az Eurostat módszertana szerint – a legfontosabb input- és anyagfelhasználási indikátorok feltüntetésével**  
(Forrás: Eurostat 2001.)





Az MFA módszertanát 2001-ben az Eurostat standardizálta. A kidolgozott módszertan szisztematikusan vizsgálja a fő anyagáramokat, felállítva azok tömegmértékét (tonnában kifejezve). Az Eurostat által felállított rendszer a „környezet” és a „gazdaság” határai közötti anyagáramlásokat vizsgálja egy adott nemzetgazdaságra nézve. Az 1.4 ábra által szemléltetett legfontosabb anyagáramlások a következők:

#### *Inputok*

A bemenő – forrás vagy input – oldali áramlások közé tartoznak a felhasznált hazai és import természeti erőforrások (ásványkincsek, biomassza stb.), a fel nem használt hazai kitermelés (pl. bányászat meddőanyagai), valamint az importhoz kötött, úgynevezett indirekt áramlások, amelyek a forrás országában keletkezett, a késztermékkel behozatalra nem kerülő áramlások mennyiségét mérik.

#### *Anyagátvitel, felhalmoz(ód)ás (akkumuláció) a társadalom-gazdaság rendszerében*

A bemenő anyagokat a gazdaság terméké, hulladékká és egyéb környezeti kibocsátássá alakítja. A termékekben az anyagok akár évtizedekig is „hibernálódhatnak”, például az építőanyagok esetén, ezek elraktározódnak a rendszerben. Az anyagok egy része még a természetbe történő kilépés előtt újból hasznosításra (*recycling*) kerül.

#### *Outputok*

A felhasznált anyagok a gazdasági rendszerből kilépve – output vagy nyelő oldalon – a természetbe jutó anyagokká (szennyező anyagok, szilárd és folyékony hulladékok) válnak, vagy exportra kerülnek. A táblázatban szerepel a kihasználatlan hazai kitermelés. E fogalom alatt értjük azon anyagáramlásokat, amelyeket az adott nemzetgazdaság területén egy év alatt kitermeltek, de az anyag nem került felhasználásra (pl. bányameddők).

#### *Az MFA összeállításához szükséges információk*

Az anyagáramszámlák összeállítása rendkívül idő-, adat- és információigényes feladat. A mai statisztikai rendszerek nem feltétlenül rendelkeznek testre szabott, egy az egyben átvethető adatokkal, ezért sok helyen becslésekre, közelítésekre kell támaszkodni.

Az elsődleges információk némelyike tonnától különböző mértékegységben állhat rendelkezésre. Az anyagáramlási számlák összeállítása során azonban átváltási koefficiensek használatával minden egyes mennyiség tonnára történő konvertálása (pl. az erdészeti statisztikákban a kitermelt fa mennyisége jellemzően m<sup>3</sup>-ben van megadva) szükséges. Ezek a koefficiensek részben nemzeti szinten állnak rendelkezésre, részben külföldi kutatásokból, meglévő nemzeti anyagáramlás-számlákból átvethetőek, esetleg kereskedelmi statisztikákból, egyéb szakmai adatokból (pl. útforgalmi mérések, aszfaltkopás mértékére jellemző adatok) is képezhetők.

A társadalom-gazdaság rendszerében felhalmozott fizikai állomány (akkumuláció) és összetétele közvetlenül kiszámítható. Például az épületek, járművek és a közlekedési infrastruktúra nyilvántartási adatainak életkor és típus szerinti összeállítását alkalmazható a fizikai állomány felmérésére is. A típusra és életkorosztályokra vonatkozó anyagösszetételi koeficiensek a fizikai állomány főbb anyagkategóriái szerinti anyagösszetételének meghatározását teszik lehetővé.

Az építkezésekhez kapcsolódó földmunkák vagy egyáltalán nem, vagy tökéletlenül, vagy részletesen kerülnek a statisztikákban feljegyzésre. Az adatokat olyan koeficiensekre alapozva állítják elő, mint pl. egy felépített lakásra vagy egy kilométer út megépítésére, de akár egy egységnyi érték megteremtésére eső kitermelt föld mennyisége.

Az egyes nyersanyagok hazai kitermelésekhez kapcsolódó kihasználatlanul maradó áramlásokra (pl. meddőhányók a bányászatban) vonatkozó adatok számításában többnyire a német Wuppertal Intézet módszertani megközelítését alkalmazzák: ezen eljárás során 5 faktorból álló (szerves, szervetlen, víz, levegő és talaj), az elsődleges anyagforrások kitermelésével járó további felhasználásra nem kerülő indirekt, rejtett áramlások számíthatók.

Az MFA számláival kapcsolatban az import és export fizikai áramlásainak előállítását az egyik legnehezebb feladat. A felhasznált koeficienseknek lehetővé kell tenniük a használt és nem használt anyagáramok tiszta elkülönítését.

Az ún. disszipatív (azaz szétszóródó) áramlásokat az egyes termékek használatából következő, előre látható és elkerülhetetlen, környezetbe kerülő anyagok mennyiségéből képezik. Ezek a disszipatív termékhasználatok és veszteségek főleg az alábbi területekkel kapcsolatosak: mezőgazdasági területen történő felhasználás (pl. trágya, komposzt stb.), utakon történő használat (pl. homok, só stb.), veszteségek (pl. korrózió, szivárgások stb.). A veszteségekkel kapcsolatban – általánosságban – nem áll rendelkezésre adat, de nagyságuk egyéb statisztikákat felhasználva számítható vagy becsülhető különböző koeficiensek alkalmazásával. Az amortizációval kapcsolatos veszteségek adatai a termékek használatán alapuló számításokkal szerezhetők meg.

Fontos megjegyeznünk, hogy bár a bővített (elméleti) modell a levegő- és víz-áramokat is tartalmazza, de egyfelől ezek az anyagáramlások egy európai ország esetén az összes anyagáramlásnak kb. 95%-át teszik ki, ezért minden más áramlás „eltörpülne” mellettük, továbbá ezeknek az áramlásoknak a gyakorlati számbavétele olyan nehézségeket jelent, amely miatt a nemzetközileg alkalmazott gyakorlatban a levegő- és víz-áramok nélküli mérlegeket alkalmazzák.

A **teljes gazdasági anyagáramlási számlák** és az ebből képzett mutatók a nemzetgazdaságok teljes metabolizmusának monitorozására szolgálnak. Az MFA a fizikai számlázás alapja és nagyban kompatibilis a nemzeti számlák rendszerével.

Az alkalmazott eszközökkel szemben egyre inkább megjelenő követelmény az integrált megközelítés alkalmazása a gazdaság minden szintjén, ami magában foglalja a természeti és környezeti erőforrások fizikai áramlásainak nyomon