

## A nyersanyagfogyasztás alakulása a 20. században



Amerikaiak, európaiak, japánok napjainkban lényegesen több anyagot használnak fel, mint eleik a 19. században – és sokkal többet, mint manapság a fejlődő országokban. Az 1900-as évek óta több fém, üveg, fa, cement és vegyi anyag fogyott el, mint bármilyen előző korszakban. Leginkább az ipari országok felelősek ezért: egyedül az amerikaiak a világgazdaság anyagfolyamának egyharmadát használják el.

A 20. század anyagfelhasználása két okból is különbözik az előzőkétől. Az anyagok egyre komplexebbé váltak: például a ma árukészletében a periódusos rendszernek mind a 92 eleme megtalálható, míg a századfordulón csak mintegy 20-félét használták fel. Ez ugyan lehetővé tette, hogy például a fát vagy a fémeket kiváltsuk, de a hulladék újrafelhasználása is nehezebbé vált, sőt megjelentek az emberre és az élővilágra ártalmas, korábban nem létező toxikus anyagok. Ráadásul jóval több hulladék keletkezett. Még a 20. század végén is, mikor pedig nő az újrafelhasználás iránti igény, az iparban a legtöbb anyagot rendszerint csak egyszer használják, és azután kidobják.

A 20. század egyedülálló és korábban nem ismert jelensége, hogy az anyagfelhasználás káros az emberi egészségre és környezetre. A bányá-

zat csak az Egyesült Államokban több ezer kilométernyi folyót és patakot szennyezett el, a fakitermelés pedig az élőhelyeket veszélyezteti, gyakran éppen kihaló fajokét. A gyárak levegő- és vízszennyezése milliókat tett beteggé. A 20. században megjelent mintegy 100 000 szintetikus vegyi anyag közül néhány időzített bombaként állatok és emberek következő generációjának szaporodási képességét is veszélyeztetheti. Még a hulladékkezelés – például az égetés, eltemetés, óceánokba öntés – is káros következményekkel jár, mert üvegházgázok, dioxin, mérgező szivárgások, és egyéb, a környezetre és az emberi egészségre ártalmas jelenség kíséri.

A műszaki fejlődés, a társadalmi és az üzleti élet változásainak kölcsönhatása következtében az ipari forradalom korszaka óta olyan gazdasági rendszerek épültek ki, melyekben óriási anyagmennyiségeket aknáztak ki, munkáltak meg, fogyasztottak és dobtak el. Bár e fejlődés gyökerei századokra nyúlnak vissza, ezeknek az irányzatoknak a többsége csak a legutóbbi 100 évben alakult ki. Az anyagfelhasználás fellendülését a szállítás és az energia-

*Forrás: A világ helyzete 1999 évi kötete. Kiadta a Föld Napja Alapítvány.*

## Gazdaságtalan bányatörvények

A 20. század folyamán a kormányok gazdasági ösztönző intézkedései talán a bányászatot erősítették leginkább. Egy 1872-es USA-törvény – mely sajnos még ma is hatályos – hektáronként 12 dollárért adott bányászati jogot az állam területén, és az e törvény alapján kibányászott fémek után semmit nem kellett fizetni, sőt a bányász további díjfizetés nélkül lakást építhetett, jószágot legeltethetett, fát termelhetett ki és elterelhetette a vizet az adott területen. A világ nagy részén – többek között Indonéziában, Ghanában és Peruban – a kormányok hasonló intézkedéseket vezettek be, például adókedvezményeket a bányászati és a fakitermelő vállalatok ösztönzésére. Ez a politika azonban alapjaiban gazdaságtalan: az USA kormánya még mindig többet költ arra, hogy a fakitermelés számára utakat építsen, mint amennyit a faanyag eladásából keres.

ipar fejlődése is elősegítette. Az 1905-ben átadott kanadai Pacific vasút például megnyitotta az utat az ország gazdag nyugati részében levő ásványlelőhelyek kitermelése előtt, később Afrikában segítette a vasút a libériai vasércbányák kiürítését és az érc Európába szállítását. **Az olcsón kitermelhető olaj, az energia és a nyersanyagok csökkenő ára hajtotta az ipari termelés bővítését, és állandó mozgásban tartotta a kutatás és termelés ciklusát.**

Az ipari termelés mérete jelentősen nőtt, mert az anyagokhoz és energiához könnyen, sőt támogatással lehetett hozzájutni (L. Bányatörvény), a technológiák is fejlődtek; mindez a termelés szervezésének és menedzselésének új útjait tárta fel. **A 19. század elején a tömegméretű gyártás lehetőségét a szabványos, csereszabatos alkatrészek teremtették meg. A szerelőszalagokon mozgó, szabványosított alkatrészek révén a termelési időtarta-**

mot az 1913-as alvázankénti 12,5 órától egy év alatt 1,5 órára csökkentette autógyáraiban Henry Ford. A termelési költségek is zuhantak: egy Ford T-modell előállítására 1912-ben 600 dollár volt, 1923-ban mindössze 265 dollár, és ez sokkal több fogyasztó számára tette elérhetővé az autószerzést. A teljes Ford-termelés az 1920-beli 4 millió gépkocsiról

1925-re 12 millióra nőtt, és ez körülbelül a fele volt a világon akkor gyártott összes gépkocsinak. A tömegtermelés elveit hamarosan a hűtőszekrények, rádiók és egyéb fogyasztási javak gyártásában is alkalmazták, hasonló eredménnyel.

A termelési méretek növekedésével párhuzamosan, demográfiai változások és új üzleti stratégiák révén kialakult piac illeszkedett az ipar változásaihoz. **Az amerikai és európai munkaerő a 20. század első harmadában fokozatosan városiasodott, új fogyasztói réteg alakult ki, és ebben ismét Henry Ford járt az élen. 1914-ben Ford 5 dolláros napibért vezetett be – az akkor szokásos kétszeresét –, hogy ezzel is növelje munkásai vásárlóerejét. A munkaidőt is rövidítette, magáévá téve azt az elvet, hogy: „a szabadidő növekedése a fogyasztást is növeli, nem utolsósorban az autókét és az autós utazásokét.”**



A jól kereső munkások és családjaik hamarosan különböző marketing-fogások célpontjaivá váltak. Áruházi katalógusok és postai rendelőszolgálatok a termékek egész tárházát kínálták hitelakciókkal a nagyközönségnek. 1920 végére az autók, rádiók és bútorok 60 százalékát hitelre vásárolták. A vásárlási döntésekre hatni kívánó hirdetéstömeg világszerte nőtt a század folyamán, és 1996-ban már 435 milliárd dollárt költöttek reklámra. A legutóbbi időkben a fejlődő országokban a jóléttel párhuzamosan a hirdetési költségek is gyorsan növekedtek, például Kínában 1986 és 1996 között több mint 1000 százalékkal, Indonéziában 600, Malajziában és Thaiföldön 300 százalékkal.

A gazdag ipari államok fokozatosan egyre többet költöttek anyagkutatásra, az anyagok fejlesztésének ösztönzésére. Támogatták az alumínium-kohászatot, s a második világháború után az alumínium használata gyorsan elterjedt a fogyasztási javak gyártásában is. **Mindez 3000-szeresére növelte századunkban az alumíniumgyártást. A műanyagok is gyorsan népszerűek lettek, 1960 óta világszerte hatszorosára nőtt alkalmazásuk. A szintetikus vegyi anyagok elterjedése egyenesen bámulatos a 20. században. 1930 óta több mint 100 000 új vegyületet állítottak elő, sokat közülük háborús célokra a második világháború idején. Csak az Egyesült Államokban a szintetikus vegyi anyagok termelése az utolsó 60 évben 1000-szeresére növekedett.**

Az új anyagok gyakran felváltották a hagyományosokat – például a műanyagok a fémeket –, és a termékek könnyebbek lettek. **De a „könnyű súllyal” együtt járó anyagmegtakarítást hamar túlszárnyalta a megnövekedett fogyasztás.** Az 1960-as években a hűtőszekrényvel ellátott japán háztartások aránya például 5-ről 93 százalékra növekedett. 1950 és 1998 között a világon az autótulajdonosok száma megtízszereződött. Pedig a gépkocsik különösen anyagigényes termékek, az Egyesült Államok vas- és acélfelhasználásának egyharmadát, alumíniumfelhasználásának egyötödét, ólom- és gumifelhasználásának kétharmadát emészti fel.

Az autó elterjedését elősegítette, sőt ösztönözte az utak, házak és egyéb infrastruktúrák sokasodása a 20. század második felében. 1957 és 1995 között az építés fellendülése nyolcszorosára növelte a világ cementtermelését, és 1950 óta az aszfalttermelés világvisszonylatban megháromszorozódott, ennek egyharmadát az Egyesült Államok óriási, államok közötti autópályáihoz használták fel.

Az 1960-as évek vége felé a növekvő környezeti tudatossággal együtt **egy anyagfelhasználás-ellenes irányzat – az újrafelhasználás – indult útjára.** Az elv nem volt új: a stratégiai anyagokat már a második világháború alatt is visszanyerték, a szerves anyagokat pedig századok óta komposztálták. Nehézségekre ütközött azonban e gyakorlat elmélyítése: az iparra alapozott

**1. táblázat. A világ anyagtermelésének növekedése, 1960–1995**

| Anyag                   | 1995. évi (1)<br>termelés<br>(millió tonna) (a változás mértéke) | Növekedés<br>az 1960-as évek<br>elejétől (2) |
|-------------------------|--|--|
| Ásványi anyagok (3)     | 7641   | 2,5-szeres                                   |
| Fémek                   | 1196   | 2,1-szeres                                   |
| Fa                      | 724  | 2,3-szeres                                   |
| Szintetikus anyagok (4) | 252  | 5,6-szeres                                   |
| Összes anyag            | 9813   | 2,4-szeres                                   |

(1) A rejtett mennyiséget nem tartalmazza, csak az eladható anyagokat. (2) Az ásványok és összes anyagok adatai 1963-ra vonatkoznak; az erdei termékeké 1961-re. (3) Tüzelőanyagok nélkül. (4) Kőolaj alapú.

gazdaságok ugyanis már régóta elsődleges anyagok feldolgozására voltak felkészítve, és a piac nem volt képes az újra feldolgozható anyagok „felszívására”. E súlyos akadályok ellenére az újrafeldolgozás állandóan nő: az ipari országokban az újra felhasznált papír és kartonpapír aránya az 1980. évi 30 százalékos átlagról az 1990-es évek közepére 40 százalékra nőtt. Ugyanezen időszakban az üveg újrafelhasználásának aránya nem egészen 20 százalékról körülbelül 50 százalékra emelkedett. Az Egyesült Államokban az újra felhasznált fémek fogyasztása az 1970. évi 33 százalékról 1998-ra megközelítette az 50 százalékot.

A megnövekedett újrafelhasználás azonban nem csökkentette a világ anyagfelhasználását. A fejlődő országok iparosodnak, és több gazdag ország semmi jelét nem mutatja annak, hogy anyagfelhasználását csökkenteni

kívánna. 1995-ben közel 10 milliárd tonna anyag került be a világgazdaságba – ipari és építési ásványi anyagok, fémek, fatermékek és szintetikus anyagok. Ez több mint kétszerese az 1963-as mennyiségnek – ettől az évtől kezdve állnak ugyanis rendelkezésünkre globális adatok a fontosabb anyagfélésegekről. (L. 1. táblázat.)

A 20. század második felében az anyagtermelés

trendjei anyagokként és régióként eltérnek. A kőolaj alapú anyagok – elsősorban a műanyagok – termelése kétszer olyan gyorsan fejlődött 1961 óta, mint más anyagoké, főleg mert könnyűek, sokoldalúan felhasználhatók és olcsók. A fémek termelése lassabban nőtt ugyan, mindazonáltal globálisan a fémtermelés 1920 és 1950 között megkétszereződött, és a század közepe óta megnégyszereződött. A fatermékek felhasználása folyamatosan nőtt 1961 óta, bár az ipari államokban az irányzat bonyolultabb: a fát sok esetben más anyagokkal helyettesítették, ezzel szemben a papírtermelés növekedett.

Az Egyesült Államok a század „anyag-óriása”, minden más országnál nagyobb étvággal fogyasztja a nyersanyagok összes fajtáját. (L. 2. táblázat.) Az anyagfelhasználás 18-szoros növekedése világméretben is jelentős, két szempontból. Először is az USA a

világ anyagfelhasználásából 43 százalékkal részesedett 1963-ban, és 30 százalékkal 1995-ben. Másodsor, az USA gazdasági és ideológiai hatalmának példája **országok tucatjai és az emberek milliárdjai számára jelölte ki a kívánatos fejlődés útját a sokat fogyasztó és sok anyagot felhasználó gazdasági modell felé.**

Napjainkban Brazília, Chile és Dél-Korea lakosai a fejlett ipari államok lakosaihoz hasonlítható mértékben vásárolnak tévét, 100 lakosra számítva éventenként mintegy négyet-hatot. Kínában a hűtőszekrények, mosógépek és tévékészülékek vásárlása 1981 és 1985 között 8-40-szeresére nőtt; ez emlékeztet az 1960-as évekbeli Japánra, amikor ott a fogyasztási javak vásárlása hirtelen megugrott. Mindent összevetve, a világ lakosainak mintegy 20 százalékát képviselő fejlett ipari államok évente még mindig lényegesen több anyagot és terméket használnak fel, mint a fejlődő országok; csak példaként említve, hogy a világ papírtermelésének 84 százalékát, a gépkocsik 87 százalékát ők vásárolják meg. (L. Ökológiai lábnyomunk.)

Napjaink anyagáramlásának fenntarthatatlanságát bizonyítják az anyagok kitermelésével, feldolgozásával és tárolásával okozott környezeti károk. A fa és papír termékek iránti igény kielégítésére – az épületfától a

csomagolóanyagokon keresztül az újságpapírig – teljes erdőket irtanak ki, és ennek súlyos környezeti következményei vannak. A Világ Erőforrásai Intézetének (WRI) becslése szerint a fatermékek előállításához **a fakitermelés a világ nagy, érintetlen, őserdőinek több mint 70 százalékát veszélyezteti.** A világ több részén azonos típusú – rönkfának alkalmas – új faültetésekkel pótolták a régi erdőket, és ezzel megszüntették a fajok sokféleségét, toxikus rovarölőket használtak, és a helyi lakosságnak el kellett költöznie. Egyre kevésbé lehet nem észrevenni az összefüggést a környezeti csapások és a fa- és papíripari termékek iránti – különösen az ipari országokban támasztott – növekvő igények között.

Az ásványbányászat és a fémfeldolgozás is tartós és pusztító környezeti lábnyomot hagy. A bányászattal felszínre hozzák a földből a fémtartalmú ércet, és vele együtt az ércet takaró kőveket, szennyezőket. Nagyon keveset használnak fel ebből a keverékből: mintegy 110 tonna földet és ugyan-

## 2. táblázat. Az USA anyagfelhasználásának növekedése, 1900–1995

| Anyag               | Növekedés<br>(a változás mértéke) | Felhasználás 1995-ben<br>(millió tonna) |
|---------------------|-----------------------------------|---|
| Ásványi anyagok (1) | 29-szeres                         | 2410                                    |
| Fatermékek (1)      | 3-szoros                          | 170                                     |
| Fémek               | 14-szeres                         | 132                                     |
| Műanyagok (2)       | 82-szeres                         | 131                                     |
| Összes anyag        | 18-szoros                         | 2843                                    |

(1) Tüzelőanyagok nélkül. (2) Kőolaj alapú.

### Ökológiai lábnyomunk

Az 1990-es évek elején a Brit Columbiái Egyetem kutatói elkezdtek mérni a népesség erőforrás-ellátásának területigényét (beleértve az importáltakat is), és mérték a hulladékok befogadásához szükséges területet is. Együttesen ezt a két területet a népesség „ökológiai lábnyomának” nevezték el. (L. *Ökológiai lábnyomunk* című könyvet a Föld Napja Alapítvány kiadásában.) Néhány országban, köztük az Egyesült Államokban is, ennek a lábnyomnak a nagysága meghaladja az ország területét, mert erős importra szorulnak, vagy mert a forrásokat már kimerítették, vagy a hulladékot befogadó kapacitást túlterhelték. Végeredményben a kutatók azt állapították meg, hogy ha az egész Földön amerikai vagy kanadai mérték szerint folya az erőforrások felhasználása, akkor a Föld területének háromszorosára volna szükség. Az anyagfelhasználás igen nagy mértékben meghatározza a „lábnyom” nagyságát: például az Egyesült Államokban szerényen becsülve is annak mintegy ötödét az anyagok foglalják el. (A fosszilis üzemanyagok és az élelemtermelés is jelentős területfoglalók.) Más kutatások még sötétebb képet festenek az anyagokról. Súlyban mérve az USA erőforrás-felhasználásának 44 százalékát teszik ki az anyagok, Japánban 58 százalékát, Németország erőforrás-felhasználásának pedig 68 százalékát.

ennyi ércet kell kibányászni 1 tonna réz kinyeréséhez. (L. 3. táblázat.) Nem csoda, hogy a hulladék is óriási: Kanadában a bányászati meddő 58-szorosa a városi hulladéknak. **Kevés ifjú jegyepár gondolná azt, hogy két aranygyűrűjük a ludas, amiért 6 tonna hulladék keletkezett Nevada vagy Kirgízia bányáiban.** Ezek az elrettentő anyagmozgatások jelenleg meghaladják a természet okozta mozgásokat: egyedül a bányászat jelenleg többet hasít ki évente a Föld felszínéből, mint amekkora természetes eróziót okoznak a folyók.

A bányákban a fémnek az ércből való elválasztására mérgező vegyi anya-

gokat használnak, például cianidokat, higanyt és kén-savat. A fém eltávolítása után visszamaradó mérgetartalmú meddőt gyakran tavakba és folyókba öntik, aminek pusztító következményei vannak, ám mérgezés akkor is előfordulhat, ha a meddőt tartályokban gyűjtik. 1998-ban összegyűjtött Spanyolországban egy hulladékártaló, és 5 millió köbméter bányaiszap ömlött 2000 hektár termőföldre; elpusztítva a világörökséghez tartozó, szomszédos Donana Nemzeti Park hal- és vadállományát. Az USA-ban több mint 19 000 kilométer folyó és patak nemegyszer

végleges elszennyezésében is a bányászat a vétkes. Az amerikai kormányának becslések szerint 32-72 milliárd dollárt kell költenie arra, hogy eltakarítsa az országban ezernyi elhagyott bánya mérgező maradványait. Ólomból, cinkből és rézből is millió tonnák kerültek a környezetbe; a világ ipari ólomkibocsátása jelenleg 27-szeresen múlja felül a természetes mértéket.

**A nyersanyagok kivonása és feldolgozása közvetve is rombolja a környezetet.** Az Egyesült Államokban az anyagfeldolgozás és megmunkálás 1994-ben az ország teljes energiafelhasználásának 14 százalékát igényelte. Ennek az energiának a többsége fosz-

szilis üzemanyagok elégetéséből származott, s ezek a termékek nap mint nap hozzájárulnak a globális éghajlatváltozáshoz. Ezen felül a világ szénkibocsátásának körülbelül 5 százaléka – amely szintén elősegíti az éghajlatváltozást – a cementgyártásból származik.

A 20. században a modern vegyipar új szintetikus vegyi anyagok gyártásába kezdett, nem számolva ennek következményeivel. 1995-ben a klórtartalmú szerves rovarirtó szerek elterjedését vizsgáló kutatók arról számoltak be, hogy szinte az összes általuk vizsgált szer „globálisan kimutatható” volt, a szél, a víz és az élelem útján a világ legtávolabbi pontjaira is eljutottak. Ennek az aggasztó jelenségnek az oka részben abban keresendő, hogy a környezetbe kikerült vegyi anyagok többsége már nem ellenőrizhető. Például a fagyasztóként és oldószerként már régóta használt klór-fluor-szénhidrogének felelősek a sztratoszférában növekvő ózonlyukért. **A mezőgazdaságban használt növényvédő szerek nagy része – mintegy 85-90 százaléka – céljukat sohasem éri el, hanem a levegőben, talajban, vizekben oszlanak el, s az állatok és az emberek zsírszövetekben rakódnak le.** Az Amerikai Tudományos Akadémia jelentése szerint a környezetben előforduló vegyi anyagok 95 százalékának egészségi hatásairól csak hiányos információk állnak rendelkezésünkre.

**3. táblázat. A világ érc- és meddő-kihozatala néhány fém esetében, 1995**

| Fém       | Kibányászott érc<br>(millió tonna) | Az érc meddőtartalma (1)<br>(százalék) |
|-----------|------------------------------------|--|
| Vas       | 25 503                             | 60                                     |
| Réz       | 11 026                             | 99                                     |
| Arany (2) | 7235                               | 99,99967                               |
| Ólom      | 1077                               | 97,5                                   |
| Alumínium | 856                                | 70                                     |

(1) Földet nem tartalmaz. (2) 1997. évi adat.

A 20. század közepe óta a nitrogén műtrágyák felhasználásának és a foszszilis tüzelőanyagok elégetésének növekedése azt eredményezte, hogy bolygónkon az ember termeli a legtöbb kötött állapotú nitrogént (növényi felhasználásra alkalmas forma), és ennek következtében lényegesen megnőtt a föld termőképessége. Ez egyes fajoknak kedvez, ámde mások kárára. Európa és Észak-Amerika füves térségei például ma már biológiailag kevésbé különbözőek, ugyanis a nitrogén-leakódás csak kevés, gyakran idegen fajnak kedvezett, mely azután más fajokat elnyomott. A tudósok is csak most kezdik megérteni, hogy **mit jelent a globális nitrogénáram megtörése**, mely pedig egyike annak a négy legfontosabb elemnek (a szénnel, kénnel és foszforral együtt), mely a bolygó rendszereinek a kenőanyaga.

A 20. században egész anyaghegyeket dobtak el, mindig a legolcsóbb módon. A Nemzetközi Tengerészeti Szervezet (IMO) 1991-es vizsgálata –

melybe 100-nál is több ország kapcsolódott be – szerint az országok több mint 90 százalékának nehézséget okozott az ipari hulladékok ellenőrizetlen elhelyezése. **Közel kétharmaduk a veszélyes ipari hulladékokat ellenőrizetlen helyeken rakta le**, körülbelül egy-negyedük a tengerbe süllyesztette. Az ipari hulladékok ellenőrizetlen kezelésének szörnyű környezeti, egészségi és gazdasági következményei lettek szinte az egész világon. Például az orosz népesség egynegyede olyan területen él, ahol a környezeti szennyezettség mértéke tízszeresen haladja meg a határértékeket. Az Egyesült Államokban mintegy 40 000, a veszélyes hulladékoktól sürgősen megtisztítandó terület tartanak nyilván, és becslés szerint 1400 ilyen kiemelt hely kitakarítása 31 milliárd dollárba fog kerülni.

A városi szilárd hulladék is számos problémát vet fel. A fejlődő országokban gyakran a városok közelében ássák el a kommunális hulladékot, veszélyeztetve a közelben lakók egészségét. Az ipari országokban ezt a szemetet földbe temetik vagy elégetik, de e két eljárásnak is megvannak a környezeti következményei. A földekre terített szemet például – hacsak nincs elszigetelve – savas folyadékot eresztve a mélyebb földrétegekbe szennyezi a talajvizet. **A rothadó szerves anyag gyakran egy üvegházgázt, metánt fejleszt, melynek a szén-dioxidhoz képest 21-szeres a globális melegítő hatása.** A metán energiaforrásként hasznosítható, de ez nem elterjedt gyakorlat. A

szemétteltelepekről származik az USA metán-kibocsátásának egyharmada, és világviszonylatban az emberi eredetű metánemisszió 10 százaléka.

A szemétteltávolítás másik gyakori módszere, az elégetés is számos teher-tétellel jár együtt. A városi szeméttelítők az USA északkeleti részén a legnagyobb higanykibocsátók, és a régióban az ember okozta higanykibocsátás feleért felelősek. A szemét elégetésével óriási hulladékhegyek tűntethetők el, viszont megnő a dioxin-, a POP-kibocsátás, és általában is nő a fennmaradó veszélyes hulladék töménysége.

Az intenzív anyagfelhasználásból eredő környezeti problémák az 1990-es évek elején felkeltették az ipari államokban a „dematerializáció” igényét: a felhasznált anyagok mennyiségének csökkentését. **Azokra a számításokra alapozva, melyek szerint az egész világon az ember okozta anyagáramlás kétszerese a természetesnek, német kutatók 1993-ban azt ajánlották, hogy felére kellene csökkenteni a világ anyagforgalmát,** mégpedig elsősorban a legtöbb anyagot fogyasztó, fejlett ipari államokban, mert a fejlődő országokban egyelőre növelni kell az anyagfelhasználást ahhoz, hogy az emberek elemi igényeit kielégíthessék. **A kutatók becslése szerint ehhez a 21. század első felében 90 százalékos csökkentést kellene az ipari államokban elérni.**

Az ipari forradalom óta az ipari államokban nőtt a hatékonyság. Utak, házak, hidak és más infrastrukturális beruházások során a nehezebb anya-



#### 4. táblázat. Eredmények és kudarcok az anyaghatékonyságban

| Termék                 | Eredmények   | Kudarcok   |
|------------------------|--|--|
| Műanyagok gépkocsikban | 1980–1994 között 26 százalékkal nőtt az USA-ban a gépkocsikhoz acél helyett használt műanyagok mennyisége, és 6 százalékkal csökkent az autók súlya. | Az autók 25-féle vegyileg inkompatibilis, nehezen újrafeldolgozható műanyagot tartalmaznak. Így e műanyagok zöme a szeméttelre kerül.  |
| Palackok és fémdobozok | Az alumínium dobozok ma 30 százalékkal könnyebbek, mint 20 éve voltak.   | A környezetbarát, újratölthető palackok helyett fém dobozokat használnak; 1960-ban a szódavizes üvegek 95 százaléka újratölthető volt.   |
| Ólomakkumulátorok      | Egy átlagos autó-akkumulátorban 1974-ben kb. 1,35 kg ólom volt, ma mindössze kb. 0,95 kg, és nagyobb a teljesítménye.                                | Az USA hazai akkumulátor-felhasználása ugyanebben az időszakban 76 százalékkal nőtt; ez több, mint a teljes megtakarítás.  |
| Radiál gumiabroncsok   | A radiál abroncsok 25 százalékkal könnyebbek, és kétszer akkora élettartamúak, mint a hagyományos abroncsok.   | A radiál abroncsokon nehezebb a futófelület felújítása. 1977 és 1997 között 2 százalékkal csökkent az USA-ban a személyautók újrafutóztatása.  |
| Mobiltelefonok         | 1991 és 1996 között egy tizedére csökkent a mobiltelefonok súlya.  | Egyidejűleg nyolcszorosára ugrott e szolgáltatásokat igénylők száma, majdnem megsemmisítve a kisebb súly előnyét. Ráadásul a mobiltelefonok nem helyettesítették a régebbi típusokat, hanem csak növelték az otthoni telefonok számát. |

gokat könnyebbekkel váltották fel, újrafelhasználási programokat indítottak el, és a gazdaságban egyre nagyobb teret nyertek azok a szolgáltatási ágak – például bankok, éttermek, biztosító társaságok –, melyek lényegesen kevesebb anyagot használtak fel, mint a gyárak. Ám azt, hogy a könnyebb anyagokból könnyebb termékek készültek, gyakran elhomályosították az újabb fejlemények, különösen a megnövekedett fogyasztás (l. 4. táblázat), és az óriási hatékonysági eredmények ellenére a teljes anyagfelhasználás folyamatosan felfelé kúszott.

Környezeti szempontból pedig az anyagfelhasználás abszolút mértéke a mérvadó. De még a jó kezdeményezések is kudarccal végződhetnek, ha nem változik az ipari szerkezet. **Az anyagfelhasználás akkor csökkenthető radikálisan, ha a gazdasági tevékenység elvállik az anyagtól.** A legforradalmibb lépés, ha valódi szolgáltató gazdaságot építünk fel. A vállalatok nem különböző javak (például mosógépek vagy gépkocsik) eladásával gazdagodnának, hanem valódi szolgáltatásokkal (ruhatisztítással, szállítással) foglalkoznának. Gondoskodnának a szolgáltatása-

## Xerox

A Xerox vállalatot gyakran követendő példaként mutatják be. A vállalat a hivatali fénymásoló berendezéseket többnyire lízingeli, újra fogalmazott küldetésének jegyében a másológépek eladása helyett inkább iratkezelési szolgáltatásokat nyújt. Ez a módszer arra ösztönözte a vállalatot, hogy gépei használati idejét maximalizálja; 1992 és 1997 között a Xerox 28 százalékra növelve megduplázta felújított másológépei arányát, és ezzel a stratégiával csak 1997-ben 30 000 tonna anyagot sikerült megvédeni attól, hogy a szemétként kerüljön. A felújított gépek ugyanazoknak a szabványoknak felelnek meg, mint az újak, azonos kivitelűek, és a vállalat az új gépekével azonos garanciát vállal a felújítottakra is. A Xerox éppen csak beindította ezt a programot; 84 százalékra kívánja feltornáznai felújított gépei arányát, az újra felhasznált anyagokét pedig 97 százalékra.

ikhoz szükséges anyagokról és termékekről, karbantartásukról, és végleges elhasználódásuk után vissza kellene venniük őket. A szolgáltató vállalatok így érdekeltek lennének abban, hogy tartós, könnyen javítható, felújítható, szétszerelhető és újra felhasználható, illetve újra feldolgozható termékekkel dolgozzanak. Így a szolgáltatók többsége inkább bérbe adná, mint eladná termékeit. (L. Xerox.) Anyagmegtakarítást jelentene, ha a szolgáltatásokkal főlegessé válnának a ritkán használt berendezések. Például ha az otthoni gépi mosás helyett a mosoda jönne dívatba, a mosásonkénti megtakarítás – a felhasznált anyagok sorsától függően – 10-80-szoros lehetne. Lehet, hogy a fogyasztók inkább saját otthonukban mosnak szívesebben (bár a mosógépek lízingelésével ez is megoldható), de más, ritkábban használt gépeket – például fűnyírókat – kölcsönzőktől, szolgáltatóktól lehetne igénybe venni.

Helyes ösztönzéssel az anyagmegtakarítás még jobban növelhető. Németországban 1993-ban lépett életbe egy forradalmi csomagolóanyag-hulladék rendelet, amely a termelőket teszi felelőssé majdnem az összes csomagolóanyagért. Az új törvény az 1992. évi 12 százalékról 1997-re mérsékelte 86 százalékra írta elő az újra feldolgozható csomagolóanyagok arányát.

Ennek nyomán például a műanyagok gyűjtése 19-szeresére ugrott, az 1991. évi 30 000 tonnáról 1997-ben 567 000 tonnára. És ami még ennél is kedvezőbb: a törvény a termelőket a csomagolóanyag-felhasználás csökkentésére ösztönzi, így a háztartásokban és a kisvállalatoknál 17 százalékos volt a csökkenés 1991 és 1997 között. Különösen csökkent a másodlagos csomagolás aránya – például az, hogy a tubusos fogpasztát még dobozba is helyezik. Hasonló törvényeket hoztak több országban, így Ausztriában, Franciaországban és Belgiumban is.

Más kreatív kezdeményezések a gyárakra is kiterjeszthetik az újrafeldolgozást. A dániai Kalundborgban a gyárak egy csoportja az ipari szimbiózis modelljét valósította meg: a gyárak használhatatlan hulladéka más gyárakban nyersanyagként szolgál. Millió koronákat takarítanak meg a nyersanyag-költségekben, és évente 1,3 millió ton-

na hulladék nem kerül a szeméttelpekre vagy a tengerbe, s 135 000 tonna szén és kén nem jut a levegőbe. Hasonló hulladékcsökkentő intézkedések vannak folyamatban olyan, egymástól igencsak különböző térségekben, mint Namíbia és Észak-Karolina.

Ha az anyagfelhasználás hatékonyságának mérése nem áll meg a gyárkapunál, hanem ezt a termék egész élettartamán át folytatják, rögtön fontossá válnak olyan tulajdonságok is, mint például a tartósság, vagy az újrahasznosítás lehetősége. Például egy gépkocsi hasznos élettartamának megkétszerezése valószínűleg nem jár együtt a gyár anyagfelhasználási hatékonyságának növekedésével, viszont az autó életében az egy utazásra jutó üzemanyag és hulladék a felére esik vissza – ez bizony az erőforrás-felhasználás hatékonyságában jelentős növekedés. Ezt felismerve **sok vállalat igyekszik tartósabb eszközöket használni**. Például a Toyota 1991-ben teljesen áttért az újra feldolgozható, 20 évig tartó hajókonténerek alkalmazására. Hasonló intézkedéssel a Xerox évi 2-5 millió dollár megtakarítást ért el.

**A termékek élettartama felújítással, javítással és a felhasznált anyagok újrafelhasználásával is meghosszabbítható.** Ez a stratégia szinte minden esetben hatékonyabb anyag- és energiafelhasználást, valamint kevesebb hulladékot eredményez, mintha a gyártáshoz elsődleges nyersanyagokat használnának fel. Ezen túlmenően **több munkaalkalmat is teremt**, mintha a termékek sze-

métre kerülnek. **Becslések szerint a számítógépek javításának és felújításának munkaerőigénye 68-szorosa egy szeméttelép működtetésének.** Igaz, hogy a munkabér drágítja a javítást és felújítást, viszont e modell általános elterjedése valószínűleg átrendezné a tőke és a munkaerő-költségek viszonyát.

Az anyagfelhasználás csökkentésébe a fogyasztókat is be kell vonni. Az anyagfelhasználást korlátozó ötletek erősítik a közösségi szellemet, pénzt takarítanak meg, és arra ösztönzik az embereket, hogy megosztozzanak a termékek felhasználásában. A Berlinben, Vancouverben és más városokban meghonosított autókölcsönzés saját gépkocsival nem rendelkezőknek is lehetőséget nyújt az autók használatára. Az autót kölcsönzők többnyire a tömegközlekedést és a biciklit használják, vagy gyalognak, de speciális utazásaikhoz autót vesznek kölcsön. Svájcban az utolsó 10 évben meredeken nőtt az autókölcsönzés, ezrek adták fel a saját autót, és ma már évente a felénél is rövidebb távolságot tesznek meg autóval, mint korábban. Jobb életminőség, nagyobb rugalmasság jár együtt a kölcsönzött autók használatával, és elmarad mindaz a feszültség, amit a saját autók okoznak. **Az európai városokban becslések szerint 6 millió gépkocsi válik feleslegessé, ha az autókölcsönzés összes piaci lehetőségét kihasználják.**

Az anyagfelhasználás gyakorlatának megváltoztatásához elengedhetetlen a fogyasztókat ösztönző politika.

Valószínűleg a legfontosabb lépés lenne azoknak a támogatásoknak a megszüntetése, amelyek olcsóvá teszik az elsődleges nyersanyagok felhasználását. A bánya- és fakitermelő vállalatoknak nyújtott juttatások ugyanis mesterségesen vonzóvá teszik az elsődleges nyersanyagok felhasználását, például az újrafelhasználás helyett. Ha az anyagkitermelés támogatását megszüntetik, a politikusok kétszeres haszonhoz juthatnak. Egyrészt jelentős környezeti előnyök születnek, hiszen a környezeti károk többnyire az anyagkitermelés során következnek be. Másrészt az államkincstárt gazdagítanák a még megmaradó bányászat és fakitermelés után fizetett összegek.

Így a hulladékképződés is jelentősen csökkenhetne, egyes iparágakban és nagyvárosokban pedig akár meg is szűnhetne. Néhány vállalat több telephelyén gyakorlatilag megközelítették a zéró-hulladékot, de a 70-90 százalékos hulladékcsökkentés sem elképzelhetetlen cél. **E célok megvalósításának kulcsa az, hogy a hulladék bármilyen formáját meg kell adóztatni, a kéményekből kiáramló füsttől kezdve a lerakóhelyekre kerülő szilárd szeméig.** Hollandiában például a környezet-szennyezési adók révén 1976-tól az 1990-es évek közepéig a vízbe kerülő nehézfémek 72-99 százalékkal csökkentek. Dániában a magas szemétlérakási adók következtében az építési törmelék újrafelhasználása nyolc év alatt 12-ről 82 százalékra nőtt; a legtöbb ipari államban 4 százalék felett

van az éves növekedés. Ilyesfajta adó például az USA-ban igen nagy anyagmegtakarításhoz vezethetne, hiszen a prognózisok szerint 2000 és 2020 között az építőanyag-felhasználás meghaladja a teljes előző évszázadét.

A fogyasztók esetében az adóteher nagyobb szemétyűjtési díj formáját ölthetné, vagy – ami talán még jobb – a szemét mennyisége alapján kellene a díjakat megállapítani. „Fizess azért, amit eldobsz!” programok keretében az emberek a szemeteszsákért, vagy a szemét térfogata után fizetnek, és így azonnal érzékelhető a kirótt adó hatása. A New Hampshire-i Dover és a texasi Crockett városokban például öt év alatt 25 százalékkal csökkent a háztartási szemét mennyisége az ilyen programok bevezetése után. Még hatékonyabb a rendszer, ha újrafeldolgozási programokkal párosítják: ha a szemét után adózni kell, akkor az emberek több anyagot adnak át újrafeldolgozásra. Tizenhét amerikai közösségből tizenegy – ahol az újrafeldolgozás aránya rekordot ért el – alkalmazza a „fizess azért, amit eldobsz” rendszert.

A hulladékadó módosított formája az a betétdíj, melyet fizetője visszakap, ha az adózott anyagot visszaviszi. Dániában az újratölthető üvegek drága betéti díjai következtében 98-99 százalékos a visszaváltási arány, és ehhez még tudni kell, hogy az üvegek 50-100 alkalommal használhatók fel.

A termelés és a fogyasztás változását egyéb kormányzati intézkedések is elősegíthetik. Például ha a termelőket

törvényileg is felelőssé tennék a felhasznált anyagokért azok teljes élettartama alatt, akkor ez ösztönözné az anyagfelhasználás minimumra csökkentését és tartós, újra feldolgozható anyagok alkalmazását. 28 országban a csomagolóanyagok visszaváltása már törvényileg kötelező, 16-ban az akkumulátorokat vissza kell venni, és 12-ben az elektronikus alkatrészekre is tervezik a visszavétel előírását. Az 1991-es kiváló német csomagolási rendelet nemcsak a csomagolóanyagok csökkenéséhez vezetett, hanem a tartós termékek gyártását is ösztönözte. Az anyagfelhasználást alapjaiban befolyásolhatja a termelői felelősség világméretű érvényesülése.

Ha a termékek újra felhasználható anyagtartalmát növelik, szintén csökkenne az elsődleges nyersanyagok felhasználása, és az újra hasznosítható anyagok értéke is emelkedne. Az Egyesült Királyságban – amely a világ ötödik legnagyobb papírfelhasználója – egy még vitatott törvényjavaslat az újságok újra feldolgozható anyagtartalmát 40-ről 80 százalékra emelné. És ha a fa épületelemek anyagának 70 százaléka újra feldolgozható lenne, akkor az Egyesült Királyság 20 százalékkal csökkenthetné az elsődleges faanyag felhasználását az épületelemekben.

Az építési előírások felülvizsgálatával növelhető az építkezésekhez használt újra hasznosított anyagok mennyisége. Az Egyesült Államokban például csak azért nem terjedt el az újra feldolgozott műanyagból készült csa-

tornacsövek használata, mert még nincsenek biztonsági és teljesítményszabványok. Az előírások felülvizsgálata – a biztonságot szavatoló tesztelést követően – kaput nyithat az újra feldolgozott építőanyagok és alternatív építési eljárások biztonságos és széles körű alkalmazásának.

Információs központok segíthetnek abban, hogy a hulladék anyagok eladóit és vevőit összehozzák; az ilyen hulladékcsere növelheti különböző anyagok újrafeldolgozhatóságát. Canberrai hatóságok az interneten indítottak regionális nyersanyagcsere kampányt, melynek célja, hogy 2010-re megszüntessék a hulladéktermelést. A kormány a helyi vállalatokat ösztönzi a meghirdetett cserére, a szerves hulladékoktól a kartonpapír dobozokig. A mexikói Metamoros és a texasi Brownsville magánkezdemenyezésére számítógépes modellen elemzik a régió több száz vállalatának hulladékait és anyagigényét, hogy olyan cserelehetőségeket tárjanak fel, melyeket a vállalatok addig nem vettek észre.

Kutatók eközben megkérdőjelezik az anyagfelhasználás valódi céljait is. 1954 és 1994 között a brit fogyasztók sokasága anyagi javakkal próbálta kielégíteni nem anyagi szükségleteit is – mint amilyenek az érzelem, az azonosulás, a részvétel és az alkotókészség – noha kevés a valószínűsége annak, hogy ez egyáltalán lehetséges. Ez a megkérdőjelezhető fogyasztási szokás az erőforrások pazarló, nem hatékony felhasználását példázza. A vallási cso-

portok alkalmasak arra, hogy a javak istenítésének veszélyére és ennek kétségbeejtő hatásaira felhívják a figyelmet. Ugyanakkor alkalmasak arra, hogy a fogyasztás pozitív oldalait is bemutassák, azt, hogy az egészséges fogyasztás – amely mértékletesen vásárol, és főleg a személyiséget fejlesztő javakat és szolgáltatásokat becsüli – erősíti a lelket és elősegíti az emberek teljes kibontakozását.

A közösségre és a szomszédságra épülő szervezetek segíthetik az anyagfelhasználás csökkenését célzó stratégiák kidolgozását. Egy nemzetközi szervezet (GAP) ökoprogramjában 8000-nél is több európai és 3000 amerikai szomszéd-csoport – mindegyikük öt-hat háztartást foglal magába – tart rendszeres találkozót, melyen megvitatják a hulladékcsökkentés, a víz- és energiatakarékosság módszereit és a „zöld” termékek használatát. E program nyomán a háztartások 42 százalékkal csökkentették szemetük mennyiségét, 25 százalékkal a vízfogyasztást, 16 százalékkal a szénkibocsátást és 15 százalékkal a közlekedési üzemanyag-felhasználást. Mindezzel háztartásonként 401 dollárt takarítottak meg évente.

Az anyagfelhasználásra azonnali hatást gyakorló politikai és magatartási változásokon túl a politikusoknak más olyan döntésekre is figyelemmel kell lenniük, melyeknek mély, bár közvetett hatásuk van az anyagfelhasználásra. **Évtizedekre befolyásolhatják az anyagfelhasználást olyan társadalmi**

**döntések, mint a földhasználat, az energia, a munkaerő és az anyagok ára.** Gondoljunk végig például a földhasználat kérdését. Az Egyesült Államok szellős elővárosaiban sok kilométerrel több útburkolatra, csatornára, víz- és telefonhálózatra, több iskolára, rendőr- és tűzoltó-állomásra van szükség egy adott népesség kiszolgálásához, mint ha sűrűbben lakott külvárosi modelleket terveznének. A chicagói Szomszédsági Technológiai Központ hét környező külvárost vizsgálva azt állapította meg, hogy a kis népsűrűségűekben lakosonként 2,5-szer nagyobb volt az anyagfelhasználás, mint a sűrűn lakottakban. Ily módon az Egyesült Államokban százmilliárd dolláros támogatások kendőzik el az autózás valós költségeit, és csökkentik a természetes ellenérdekeltséget azzal szemben, hogy nagy távolság legyen a munkahely és a lakás, valamint egyéb fontos célpontok között. Ezeknek a politikai döntéseknek és támogatásoknak az anyagfelhasználásra gyakorolt hatása súlyos infrastrukturális igényekben testesül meg: **a lakásoktól való távolság gyakran két kocsi tartását teszi szükségessé, a nagy lakások és udvarok arra buzdítanak, hogy minél több földi jóval töltsék meg azokat.**

Az anyagfelhasználást és környezeti következményeit erősen befolyásolja a munkaerő és a tőke viszonylagos költségének a hatása is. A fenntartható anyaggazdaság kulcselemei, mint például az újra felhasználható anyagok elkülönített gyűjtése és szétválogatása,

gyakran munkaigényesek, és olyan gazdaságban, melyben drága a munkaerő és olcsó az anyag, ezek a műveletek elviselhetetlenül költségesek. Az amerikai fogyasztókról 1998-ban készített felmérés szerint például a felszerelési tárgyakat kidobók fele a javítás nagy költségeire panaszkodott, egyharmaduk pedig a selejtezés fő okaként azt jelölte meg, hogy a régi helyett vett új felszerelési tárgy olcsó. Nagy hatásuk van egyéb politikai döntéseknek is: például annak, hogy egy társadalom autót vagy bicikli–vasút kombinációt választ-e közlekedési rendszere súlypontjának. Az energia

ára is fontos, mert az olcsó energia szinte mindent anyag alapúvá tesz a gazdaságban.

Az ésszerű, fenntartható anyaggazdaság felé vezető út első lépése az, hogy felismerjük az anyaggazdálkodási múlt abszurd voltát. És ha már felismerjük, akkor elérhető közelségbe kerül a gazdaság „dematerializálódása”, „anyagtalalnítása”. Száz év múlva majd úgy emlékeznek azokra a társadalmakra, melyek megtanulnak elszakadni a javaktól, és az emberek szükségleteire összpontosítanak, mint a történelem legtartósabb civilizációjának megteremtőire.