

## Fenntartható növekedés elméletben és a gyakorlatban

A fenntartható növekedés követelményeinek teljesítése a műanyagiparra is hárít feladatokat, elsősorban az erőforrások (pl. az energia) takarékos felhasználása és a hulladék-gazdálkodás terén. Az alábbiakban egy kis elméleti fejtegetés után a gyakorlati tennivalókról is olvashatnak. A különböző feldolgozási folyamatokban az energiateljesítés csökkentésének lehetőségeiről további részleteket fogunk közölni következő számainkban.

*Tárgyszavak: fenntartható növekedés; ökonómia; ökológia; erőforrás; energiateljesítés; műanyag-feldolgozás.*

A világ ökonómiai/ökológiai színvonalának fenntarthatósága a természeti, a pénzügyi, a társadalmi, és az emberi erőforrások hosszú távú megővésétől függ. Ebben az értelmezésben a fenntarthatóság a környezetre terjed ki, és ezért az Általános Rendszerelmélet tudományos módszereivel elemezhető. Sajnos a kiinduló pont rosszul meghatározott. Az *UNO Brundtland Bizottságának* 1987-ben kiadott állásfoglalása szerint „a jelen szükségleteit a fenntartható növekedés révén, a jövő nemzedékek igényeinek kockáztatása nélkül kell kielégíteni”. Ez azonban elégtelen meghatározás, melynek nyilvánvaló célja a gazdasági és a környezeti hatások összeegyeztetése, feltételezve, hogy a két jelenség között feszültség van. A folyóirat két legutóbbi számában a **DuPont**, a **Rohm and Haas** és a **Dow szakemberei új fogalomként határozták meg a „fenntartható növekedés” kategóriáját (megkülönböztetésül a fenntartható fejlődés kategóriától), mely „értékteremtő folyamat a társadalom és részvénytulajdonosok számára, miközben a környezeti terhelés csökken.”** Mindkét meghatározás nem csak különböző, hanem homályos is, és ezért egyes szerzők kísérletet tettek a fogalmak tisztázására.

Növekedés esetében a fenntarthatóság biztonságosan csak az alábbi szigorú feltételek teljesülése esetében érvényesülhet.

1. A megújuló erőforrásokat csak olyan mértékben szabad hasznosítani, amilyen mértékben azok megújulnak (a felhasználás növekedésének mértéke nem haladhatja meg a növekedés ütemét)
2. A nem megújuló erőforrásokat csak a helyettesítés mértékéig lehet igénybe venni (pl. alternatív energiahordozó alkalmazását kőolaj helyett).
3. Az emisszió mértéke nem haladhatja meg a környezet által elviselhető mértéket.

4. Változtatásokat csak alkalmas, a természeti változások mértékének megfelelő ütemben szabad végrehajtani.

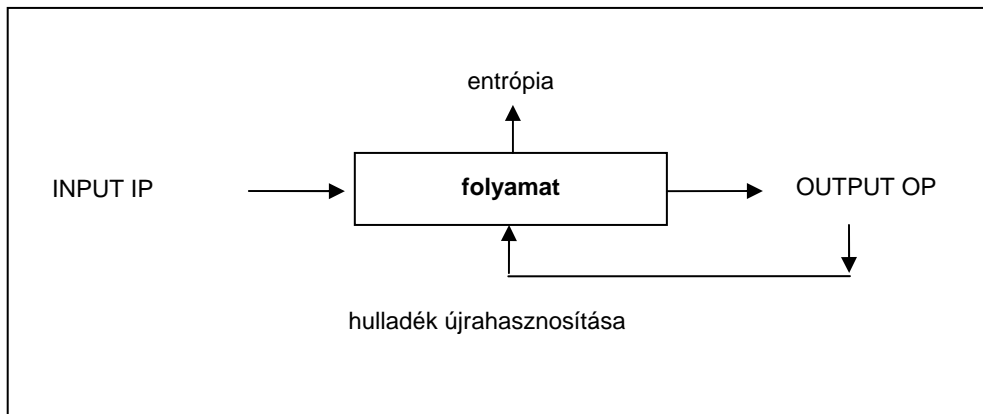
Vagyis tartózkodnunk kell kívánságaink túl vehemens ütemű megvalósításától. A fejlett iparú országoknak főképp a 2. és a 3. pontokban, a fejlődő országok számára viszont az 1. és a 4. pontokban megfogalmazott feltételeknek való megfelelés jelent gondokat.

Mások szerint a fenntarthatóság biztosítható, ha a növekedés enyhébb követelmények teljesítése mellett megy végbe, és pedig a természet erőforrásai például műszaki fejlesztés és újdonságteremtés révén; a tavak víztározókkal, az élővilág fajtagazdasága génbankokkal, a termőföldek üvegházakkal, az erdők szintetikus anyagokkal, a természetes anyagok műanyagokkal helyettesíthetők. És meg kell állapítani, hogy a fenntarthatóság jelenleg ilyen enyhébb követelményeknek megfelelő feltételrendszerben érvényesül.

*A fenntarthatóság célja a természeti (ökológiai), a gazdasági (ökonómiai), a társadalmi és az emberi erőforrások minden formájának megőrzése.* Minden alkotó (termelő) folyamat labilis, nyílt rendszernek tekinthető, mely az általános rendszerelmélet (General System Theory) módszereivel elemezhető. Az ilyen rendszer működésének lényege, hogy az erőforrások felhasználása (input) révén (tágabb értelemben véve) termékeket állít elő (output). Ha a felhasznált források és az eredmények értéke egyenlő, a rendszer működésének jellemzői változatlanok. A fenntartható rendszer lehet állandó (nincs növekedés), de nem feltétlenül kell annak lennie.

*Felmerül ezért a kérdés, hogy a növekvő, azaz nem stacionárius rendszer egyben fenntartható-e.* A kérdésre a feleletet a visszafordíthatatlan termodinamikai folyamatok, illetve annak a rendszerelmélethez történő általánosítása adhatja meg.

A termelési folyamatot az 1. ábra vázolja.



1. ábra. A termelés folyamatának vázlata

IP: energia, nyersanyag; OP: termék T és hulladék H; folyamat: nyersanyag- és energiafogyasztással termék előállítás, hulladék és entrópia keletkezése. A hulladék le-rakható, vagy legalábbis részben újrahasznosítható. Az entrópia hő formájában újrahasznosítható.

Ilyen rendszer az alábbiak szerint működhet:

Növekedés :  $IP > 0, \Delta T > 0$

Csökkenés :  $IP < 0, \Delta T < 0$

Stagnálás :  $IP = OP, T = \text{konstans}, \Delta T = 0$

Fenntartható :  $IP \geq OP$

Nem fenntartható :  $IP < OP$

Az állandóság, stagnálás kifejezheti a fenntarthatóságot is, a fenntarthatóságnak viszont nem feltétele az állandóság. A növekedés esetében a fenntarthatóság első feltétele, mint az az előbbieken már említést nyert, az erőforrások (az IP) növekedése. A rendszer fenntarthatóságának feltétele a természeti erőforrások csorbíthatatlansága, vagyis felhasználásuk mértékének korlátozása, illetve azok hatékonyabb hasznosítása; megújuló forrásokat kell feltárni; például a hulladékok keletkezésének mérséklése, illetve a hulladékok újrahhasznosításának növelése révén. További lehetőség a termelési folyamatok javítása, hatékonyságának fokozása.

Létezésünket a természeti törvények és a társadalom szervezetének törvényei, pl. a jogszabályok irányítják. A természeti törvények (pl. a gravitáció) kényszerítő erővel, állandóan éreztetik hatásukat A „rendszer-törvények” azonnali következmények nélkül megsérthetők, hosszú távon azonban a rendszer összeomlásához vezethetnek. (Ha nem eszünk hosszabb-rövidebb ideig élhetünk, végül azonban éhen halunk.) A természet anyagában zárt, energetikailag azonban nyílt, bonyolult rendszer, saját belső törvényeivel. Rugalmas, kisebb sérelmeket eltűr, de súlyosabb hatások lényeges változásokat idéznek elő, melyek az emberiség létezését is drámai módon érinthetik. Ilyenek például a klimatikus és ökológiai változások. A anyagában zárt rendszerek, mint pl. a Föld csak a stacionárius egyensúlytalanság állapotában lehetnek stabilak, de nem, ha növekednek vagy zsugorodnak. A stacionaritás jelentheti a fenntarthatóságot is, de ez fordítva nem igaz. A zsugorodó rendszer végül is elpusztulhat. Egy rendszer korlátlan növekedése ugyancsak sorvadáshoz vezethet, ha nyersanyagforrásai kimerülnek, vagy megfulladhat hulladékában. Korlátlan növekedés rejtett, túlhajtott fenntarthatósághoz, következképpen destabilizációhoz vezethet. Példa lehet erre korunkban a népesség robbanásszerű növekedése, mely jelenség mögött számos globális probléma húzódik meg. A korlátlan növekedés elkerülése érdekében a fenntarthatóságot szabályozni kell. *Célunk tehát a stacionárius fenntarthatóság.* Az igazi stacionárius rendszer kisebb zavarokkal szemben stabil, vagyis rugalmas. Ugyanakkor egy labilis rendszer a legkisebb zavar esetében is kibillenhet egyensúlyából, és a korábbinál rosszabb helyzetbe kerülhet.

A rendszerelméletből levezethető következtetések életünk súlyos gondjaira világítanak rá, azonban a mindennapi életben a gazdaság és a társadalom ezeket sokszor nem veszi figyelembe. A keletkező feszültségek veszélyeztetik a rendszer stabilitását és válsághoz vezethetnek, sőt, megfelelő intézkedések elmaradása esetén a rendszer összeomlik.

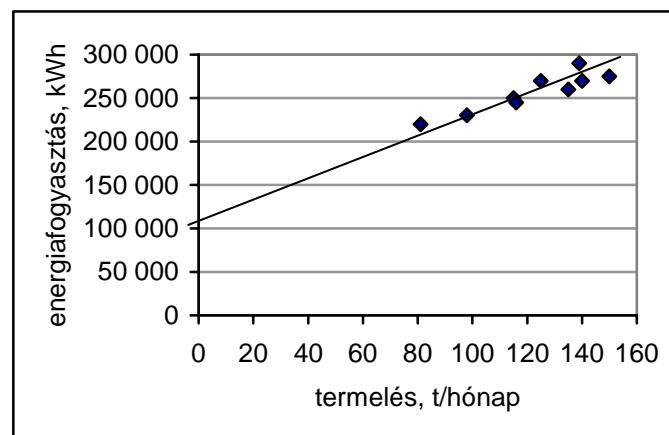
Műszaki területen teljes körű fenntarthatóság nem lehetséges. A fő probléma a növekedés, mely globális világunkban mind a fejlett iparú, mind a fejlődő országok

első rangú célkitűzése. *Elméletben a növekedés kizárja a stacionárius stabilitást, azonban összeegyeztethető a fenntarthatósággal. Ennek érdekében azonban a folyamatokba be kell avatkozni.* A rendszerelmélet nézőpontjából vizsgálva a problémát: a korlátok nélküli, illetve túl gyors növekedés szükségszerűen elpusztítja a rendszert. Ennek elkerülése érdekében, és továbbra is biztosítva mind a fenntarthatóságot, mind a mérsékelt ütemű növekedést, mint már említettük, *fokozni kell a lehetőleg megújuló nyersanyagok felhasználásának és a termelési folyamatoknak a hatékonyságát, csökkenteni kell a hulladékok arányát és törekedni kell újrahasznosításukra. Ezek a célok elsősorban a humán erőforrások kiaknázása, műszaki fejlesztés és újdonságteremtés révén érhetők el.* Mindezek a törekvések hatékonysága csökkenhet, ha a profitnövelés fokozására irányuló törekvés túlzott mértékben érvényesül. A rendszerelmélet nem tud választ adni arra a kérdésre, hogy mit kell tenni a hosszú távú fennmaradás érdekében, de tanácsokat adhat, milyen hibákat kell elkerülni a dinamikusan növekvő ökológiai/ökonómiai rendszer stabilitásának megőrzése érdekében.

*A fenntarthatóság követelménye a műanyagiparra is hárít feladatokat, például az erőforrások takarékos felhasználása és a hulladékgazdálkodás terén. A hatékony energiafelhasználás nem csak gazdasági, hanem ökológiai érdek is.*

## Energiaköltségek csökkentése

A műanyag-feldolgozó vállalatok általában az energiaköltségeket fix és megváltoztathatatlan ráfordításnak tekintik. Ez azonban nem igaz. Hatékonyabb energiafelhasználással a költségeknek akár 30%-a megtakarítható, és ennek révén a nyereség kb. 3%-kal növelhető. *A műanyag-feldolgozó vállalatok energiafelhasználását lényegében két tényező határozza meg: a fajlagos, vagyis az egységnyi termelésre felhasznált energia mennyisége és a termeléstől függetlenül felmerülő fogyasztás.* Mindkét területen számos fogyasztást mérséklő beavatkozásra van lehetőség.



2. ábra Egy műanyag-feldolgozó üzem energiafelhasználása a kihozatal függvényében  
 Alapfogyasztás: 100 000 kWh/hónap  
 Fajlagos fogyasztás: 1,25 kWh/kg

*Az első lépés annak feltérképezése, hogy hol, mikor, miért és mennyi energiafelhasználás jelentkezik. A legtöbb energiát a motorok, a meghajtó művek, a fűtő, illetve a hűtő és a világító berendezések üzemeltetése igényli. A fogyasztás csökkentése érdekében energiafogyasztást mérő térképet kell készíteni, mely minden egyes fogyasztót felmér. A kiugróan nagy fogyasztású helyeket érdemes ezután alaposabban megvizsgálni a megtakarítás érdekében. Az idő függvényében felvett energiafogyasztási görbe kimutatja a termelési idő alatti fogyasztást és az azon kívüli – alap – energiafelhasználást. A termelés esetében például az ütemidő csökkentése, a holt időben egyes berendezések kikapcsolása, vagy a fogyasztás mérséklése révén érhető el eredmény.*

*Ha a termelés mennyiségének függvényében méri ki az energiafogyasztást, a 2. ábrán bemutatott példa szerint, lehetőség nyílik az alapfogyasztás és a fajlagos termelésre jutó felhasználás mennyiségének meghatározására. A fajlagos energiafogyasztás értéke – a példában 1,25 kWh/kg – egy fontos adat, amely kiválóan alkalmas más üzemek teljesítményével való összehasonlításra (benchmark). A nulla termelési mennyiséghez tartozó energiafogyasztás adja meg a termelési időn kívüli alapfogyasztás mennyiségét.*

Összeállította: Dr. Szabó Ferenc

Schurz, J.: Sustainable growth – is it possible? = Polymer News, 30. k. 9. sz. 2005. p. 274–276.

Kent, R.: Reducing energy costs. The first steps. = Modern Plastics, 83. k. 5. sz. 2006. p. 76–77.

## Röviden...

### „2 literes ház” poliuretán szigeteléssel

Németországban az energiafogyasztást csökkentő államilag támogatott program keretében Münchenben egy ultra alacsony energiafogyasztású házat építettek. A külső falak hőszigetelését a **Hasit Trockenmörtel GmbH & Co. KG** (Freising) egy vékony, csupán 8 cm vastag PUR kemény hablémez és egy vákuumszigetelő panel összeépítésével oldotta meg. A hőhidak kiküszöbölésére *Purenit* PUR szerkezeti anyaggal öntötték ki a falszerkezetek üregeit, amelyekbe a PUR lemezek felerősítéséhez szükséges csavarokat rögzítették. *A ház energiafogyasztása évenként 1 m<sup>2</sup>-re vetítve 20 kWh, amelyhez mindössze 2 liter fűtőolaj szükséges.* Emiatt nevezték el a házat „2 literes háznak”. A PUR kemény hablémezek egyben helytakarékosak is, hiszen ugyanilyen mértékű hőszigetelést 11 cm vastag extrudált PS habbal vagy 12 cm vastag farostlemezzel lehetne elérni. Az ismertetett extrém kis energiafogyasztáshoz természetesen egyéb hőszigetelési (pl. az ablakoknál) és építészeti megoldások is szükségesek voltak.

Kunststoffe, 95. k. 1. sz. 2005. p. 101.

O. S.