

Az előadásban elhangzott még néhány szó a Smooth márkanevű filcről is. Ennél a típusnál a szerkezet kialakításának hatására, a speciális polimer szálak a papír felületének simaságát növelhetik, ezáltal jobb minőségű nyomatok állíthatók elő. Előnyei között szerepel, hogy képes a préselő erőt egyenletesen elosztani a papír felületen. Megnövelt tapadóképességgel és nagy szilárdsággal rendelkezik és jobb szálmegkötése miatt hosszabb élettartamú, mint a hagyományos filcek.

Az utolsó előadást (Marosán György: Európa jövője) később ismertetjük.

*Lindner György,
Károlyiné Szabó Piroska,
Bíró Szilvia,
Márkné Varga Zsófia*

Az előadások teljes anyaga elektronikus úton hozzáférhető a szerkesztőségben.

Milyen papír kell, és miért?*

Szöke András (Dunapack Zrt.)

Szívesen megosztom gondolataimat Önökkel, az MTA-bizottság tagjaival, mert mindig is meggyőződésem volt, hogy a tudomány és a technika, a gazdasági rendszerek folyamatos kölcsönhatásban vannak.

A papíriparnak és a magyar papíriparnak különösen néhány olyan kihívással kell szembenéznie, mely az elmúlt 30-50 év szempontjainak átértékelését kívánja.

A reálszféra folyamatait próbálom bemutatni. Remélem, hogy néhány kapcsolati hely is láthatóvá válik a tudomány, a kutatás felé.

A megújuló termelés lehetősége

Azt hiszem, Önöknek nem kell a papír nélkülözhetetlenségét bizonyítani de egy diagramot szeretnék felvetíteni, amely a terméket a jövőbeni rendelkezésre állás szempontjából mutatja be. **(1. ábra)** A ciklikusság minden iparágban jelentkezik. Ha azonban például az elmúlt 15 évben az író-nyomópapírgépek beruházásait a termék eladásának százalékában, mint a megújuló termelési lehetőség mutatójában rajzoljuk fel, 2013 októberére a felrajzolható egyenes a nullát éri el. Ez egy rettentő kényszer a lineáris

trendtől eltérő beruházás-politika megvalósítására, ami csak a megtérülési mutató (ROCE) radikális változásával érhető el. Okozhatja ezt a problémát az a tény is, hogy a papír egy termék értékláncában alulbecsült áron realizálódik. Példaképpen mondhatom el, hogy egy könyv fogyasztói ára elérheti a 6 800 €/t-át. Az ahhoz felhasznált fa 600 €/t értékű és a papír is csak ennek legfeljebb két-háromszorosa.

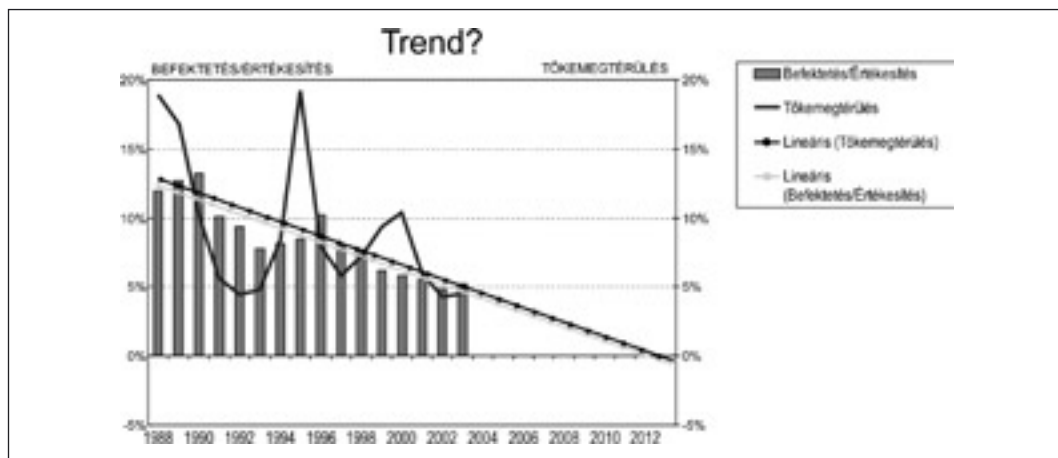
Termelés és fogyasztás

A fentiekkel szemben áll az a tény, hogy a világ papírfogyasztása folyamatosan növekszik. Bár ez a növekedés százalékban csökken, abszolút értékében az évi három millió tonnáról 8 millió tonna fölé nőtt. **(2. ábra)**

De ne legyünk ilyen sommásak, hisz nekünk a mi helyzetünk a fontos. Nézzük tehát, hogy milyen a régiónkénti eltérés a termelésben, a fogyasztásban, a növekedésben.

A világ papír- és kartontermelésének növekedését a **3. ábra** mutatja be. Mintegy 50 év alatt több mint ötszörösére nőtt a termelés. De Európában csak négyeszeresére, Észak-Amerikában nem egészen háromszorosára, míg Ázsia-Óceániában 25-ször annyit termelnek, mint ötven éve. Latin-Amerika és Afrika e két szélsőség között, de messze a világ átlag felett nőtt.

* A Magyar Tudomány Napja alkalmából 2006. nov. 7-én, a PNYME-ben elhangzott előadás az MTA Természetes polimerek munkabizottságának ülésén.



1. ábra. Író-nyomópapír-gépek beruházásainak tőke megtérülése



2. ábra. A világ papír- és kartonfogyasztása 1950-2004



3. ábra. A világ régióinak papírtermelése



4. ábra. A világ régióinak papírfogyasztása



5. ábra. A világ néhány régiójának egy főre jutó papírfogyasztása

Mutatkozik-e ugyanez a fogyasztásban? (4. ábra) Sajnos, csak 1980-tól találtam adatokat, melyek összehasonlíthatóak. 25 év azonban már egy emberöltő, tehát amellett, hogy jelentős változások voltak sok régióban, nem eseti kiugrásokról van szó. Több mint kétszeresére nőtt a fogyasztás. Tulajdonképpen ugyanúgy, mint a termelés. Európa és Észak-Amerika fejlődése ettől elmaradt, Latin-Amerika átlagosan és Ázsia-Óceánia kiemelkedően, közel négyszeresére nőtt. Megmaradt továbbá az a helyzet, hogy Észak-Amerika és Európa nettó exportőr, a többi régió nettó importőr. Érdekes megjegyezni, hogy Észak-Amerika feleslege alig nőtt, míg Európáé (ebben az értelemben Oroszországgal együtt) arányosan nőtt.



6.1. ábra. Papírfogyasztás néhány országban



6.2. ábra. Papírfogyasztás néhány országban

Ha ezt lefordítjuk egy főre jutó fogyasztásra, akkor az időbeli változás eltérései jobban szembevetődnek. (5. ábra) A világtalán közel azonos abszolút lépésekkel nő. A népességnövekedés következtében természetesen a mennyiségeknél lassabban, csak mintegy másfélszeresére. Észak-Amerika már túljutott a „csúcson”, igaz, sokszorosan magasabb szinten, mint az átlag. Európa kis kilengésekkel, de növekszik, a többi régió növekedése töretlen.

Most a globális számból kilépve bemutatom Magyarország helyzetét. Nem széles körben ismert tény, hogy 100 évvel ezelőtt a magyar papírfogyasztás 3,6 kg/fő/év volt. Mai helyzetünkről a következő ábrák (6.1.-6.2. ábra) mutatnak néhány számot. Kérdezhetnék, miért ezeket az országokat választottam. Mert úgy érzem, a fejlődés irányainak szempontjából érdekesebbek, mint mások. Csak megjegyezni kívánom, hogy 2003-ban az EU bővítés előtti országaiban lakosként (15 ország) átlag 202 kg-ot, a belépő 10 ország lakosai 81 kg-ot fogyasztottak. Magyarország 88 kg-os rátájával az átlag felett volt.

Mit lehet ebből látni? Hasonló nagyságú ország, mint mi, Belgium négyszer magasabb fogyasztású és az elmúlt tíz évben megelőzte Észak-Amerikát. A bürokrácia hatása? Vagy ha Kína hasonló ütemben fejlődik, nemcsak a világtalán ér el pillanatok alatt, hanem hamarosan eléri a közép-kelet-európai országok átlagát. És azt, hogy kár leírnunk a papírt, mint terméket, árut, hisz Latin-Amerikában, Indiában alig nőtt a fogyasztás a népszaporulat és a jelenlegi élet-színvonalhoz tartozó fogyasztási struktúra miatt.

Hol hever a kutatási téma?

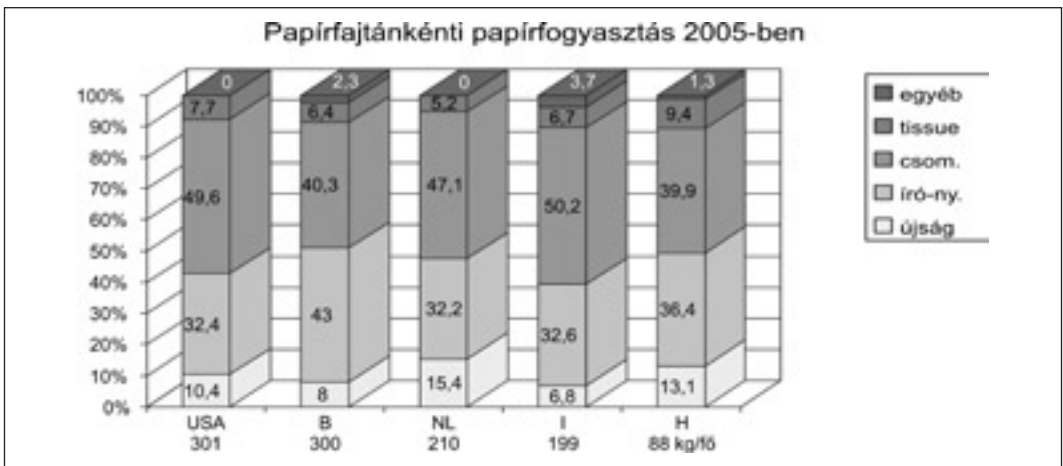
Ha még az így is sommás számokat tovább részletezzük, és a kiválasztott országok fogyasztási összetételét nézzük meg, még közelebb kerülünk a kérdés megválaszolásához: Hol hever a kutatási téma?

Ha a fogyasztás összetételét nézzük, (7.1. ábra) akkor a magas, 200 kg/fő és a feletti országok (Olaszország, Hollandia, USA és Belgium) sok vonatkozásban hasonlóak. Talán Belgium lóg ki a sokkal magasabb író-nyomó papír

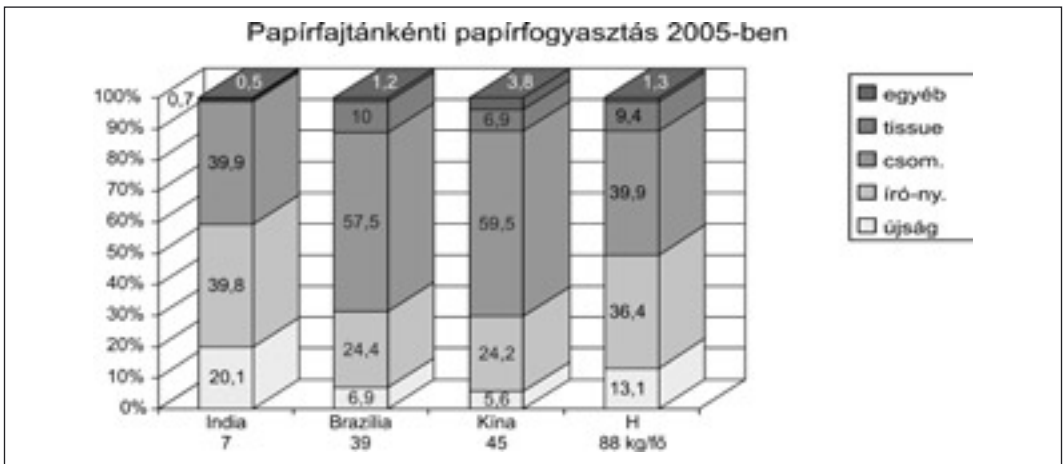
felhasználásával (Ez lehet az EU adminisztráció hatása is, ha a fejlődési ütemet is figyelembe vesszük.) Ott a többi 32%-ával szemben ez 43%. A csomagoló célú papír- és kartonfelhasználás 50% körüli, nagyobb a szórás az újságnyomó papírnál. Magyarország csomagoló ipari papírfelhasználása csak 40% körüli, kiugróan magas az újságnyomó papírfogyasztás (13%), a fejlett országokkal szemben közel duplája a háztartási és textilhelyettesítő papírok fogyasztása.

Brazília és Kína felhasználási (7.2. ábra) arányszámai és az abszolút kg/fő fogyasztás is

igen hasonló. 60% körüli a csomagolási célú, 24% körüli az író-nyomó és 6% az újságnyomó papír fogyasztása. India igen alacsony fajlagos papírfogyasztásában magas az újságnyomópapír-, a fejlett országokkal egyező az író-nyomópapír és a legalacsonyabb a csomagolópapír- és -kartonfogyasztás. Érdekes tehát vizsgálni, a fogyasztási szokások vagy a kínálat okozza a különös magyar fogyasztási összetételt. Más célra használják az újságpapírt? Milyen tulajdonsága miatt? Alulcsomagolunk-e vagy a papír szorul vissza a többi anyaggal szemben?



7.1. ábra. Papírfajtánkénti papírfogyasztás 2005-ben



7.2. ábra. Papírfajtánkénti papírfogyasztás 2005-ben

És akkor még mindig fel kell tenni a kérdést, hogy a 2005-ben használt papírfajta azonos-e a korábbival? Nem, hiszen ismerjük azokat a változásokat, melyek szerint:

- a klasszikus újságpapír 1970-ben még 52 g/m²-es volt, 1985-re már 45 g/m²-re csökkent és azóta is lassan vékonyodik
- jelentős szerephez jutott a folyóiratkiadásban a korábban alig ismert LWC
- az író- nyomó papírok között ma dominál az ofszetnyomó és a másolópapír. A klasszikus fatartalmú papír kihalt. A mázolt fajták ugyancsak számos változatban, eltérő felületi tulajdonságokkal lépnek elő és hódítanak tért
- a csomagolópapírok és -kartonok felületfelmeg-csökkentése óriási. A korábbi 3-4-rétegű zsákokat ma egy-két rétegben állítják elő, a kartondoboz, a hullámdoboz felületfőmege 20–40%-kal csökkent. Kartont hullámmékkal helyettesítünk. Anyagkombinációk tűnnek fel és el (italos dobozok). Ugyanakkor a kartonok felhasználásában a máz használata már döntő hányadban elengedhetetlen
- az egészségügyi és textilhelyettesítő papírtermékek terjednek és változnak (szalvéta, toalettpapír, papírpelenka)
- a különleges felhasználási területek szinte felsorolhatatlanok (elektronikus adathordozó, rezgéscsillapító térkitöltő, mágnesezhető hordozó).

Hol van igény a kutatásra?

Csak három fő gondolatcsoportot veszek elő, amely számtalan lehetőséget nyújt:

- nyersanyag
- technológia
- termék.

Nyersanyag

Vegyük a nyersanyagot. A legfontosabb kiinduló nyersanyag ma is a természetes rost. A kémiai és mechanikai úton előállított rostok mennyiségének változását a következő ábra mutatja be (8. ábra.). Míg a papírgyártás 50 év alatt ötszörösére, addig a rostgyártás nem egé-

szesen négyszeresére nőtt. Ismert az a tény, hogy a cellulózgyártás vonul dél felé, a gyorsabban növő fafajták termésterületére. Ezért csökken a klasszikus túlelű hányad aránya és nő a lombosfáé. Ma az eukaliptusz például kiemelkedő jelentőségű. A papírhulladék hatékony felhasználhatóságának is köszönhető, hogy a mechanikai rostok hányada a világ rostfelhasználásában 1965-től 1980-ig 19%-ról 15%-ra csökkent. Ez Nyugat-Európában magasabb szinten, kisebb mértékű volt, 23%-ról 21%-ra esett vissza. Ez a tendencia tovább folytatódik. A következő (9. ábra) mutatja, hogy lassan csökken a kémiai rost aránya, nagyobb mértékben a mechanikai előállítású rosté és mindkettő helyét a papírhulladék veszi át. Ma a rostalapanyag közel fele regenerált rost. Az egyvári növények felhasználása csak regionális jellegű és különleges papírokhoz jellemző. A szalma, a gyapot, a nád, a len felhasználása széles körben nem honosodott meg.

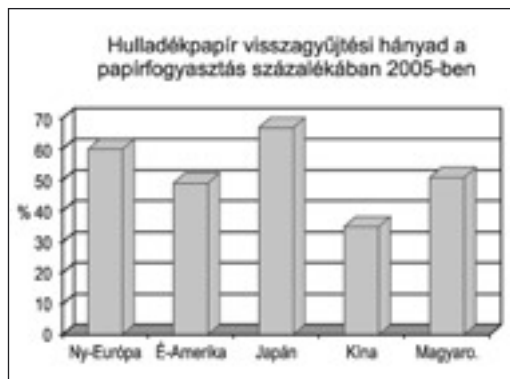
A papírhulladék fontosságáról, mint nyersanyagról, nem lehet eleget mondani, hallani. Elterjedése osztályozott alapanyagként 50-60 évvel ezelőtre tehető, és mint egyik legbiztosabban újratermelődő anyag, hosszú távon aránya csak nő. A regionális különbségek jelenleg itt is jelentősek (10. ábra). Nem elhanyagolható nehézséget jelent a tisztaság biztosítása, a mázolt és társított vagy kombinált anyagok hasznosítása, de az új vagy digitális nyomtatási eljárásokhoz kialakított festékek leválasztása sem.



8. ábra. A világ régióinak rosttermelése



9. ábra. A világ rostfogyasztása fajtánként



10. ábra. Hulladékpapír visszagyűjtési hányad a papírfogyasztás százalékában 2005-ben

Mindkét nyersanyag-csoportban jellemző eszköz az alkalmasság növelésére a nanotechnológia.

A technológiai fejlődés folyamatát szeretném a **Kondratyev** ciklusokhoz kötve felidézni.

- A harmadik, az 1900–1950 közötti időszak két forradalmi eleme, az elektrotechnika és a kémia érintette többek között a cellulóz-és papíripart. Az előző következ-

ményeként alakult ki a nagyobb, összetett géprendszerek hajtása a kúpos és egyenes tárcsás mechanikai átvittel, majd ezek helyettesítőjeként a tiriszoron alapuló csoport-hajtás. A kémia segítette az ECF/TCF, a peroxidos fehérítés elterjedését, a retenciós szerek és a felületi mázak széleskörű alkalmazását.

- A negyedik, az 1950–1990-ig terjedő ciklus a petrokémiáé, az autóiiparé volt. A petrokémia szülötte lett a szintetikus szita, nemez, a teherbíró és jól alakítható hengerbevonatok. Az autóiipar a logisztika, a szállítási folyamatok forradalmához, a technológiába való beépüléséhez vezetett.

- A jelenlegi ciklus az információs technológiáé. Ekkor vált a mérésből szabályozás, majd vezérlés. Elterjedtek a PLS elemek, a szabadon programozható építőkövek. De átalakult ennek következtében a szervezeti működés is. A különböző MMS, QCS, stb. rendszerek más vezetési módszereket támogattak. Ez a ciklus még nem zárult le, a felsorolást nem kell lezárni.

Ugyanakkor el kell mondani, hogy a fejlődés azt mutatja, hogy míg korábban a cellulóz-és

papíripar volt a fejlesztés húzóereje, addig mára a beszállítók és a gyártók kooperációja jellemző.

Technológia

Ha más gondolatmenetből kiindulva keressük a kutatás helyét és eredményét, feladatát a technológián belül, ezt az alábbi csoportosításban lehet összefoglalni:

- a felhasznált alapanyagok eredeti funkcionális tulajdonságainak megőrzése, javítása (cellulózfézés fejlődése, mechanikai rostgyártás, hulladékpapír-osztályozás, festéktelenítés, légtelenítés, lapképzés, préselés, felületkezelés préssel, simítóval, mázzal)
- az erőforrások jobb kihasználása (hozamnövelés a rostnál, hő- és villamosenergia-, víztakarékosság, termelékenységnövelés, sebességnövelés)
- minőségjavítás és -biztosítás
- környezetvédelmi követelmények (regenerálás, kibocsátás-csökkentés, klór és egyéb veszélyes anyagok helyettesítése, diszpergálás).

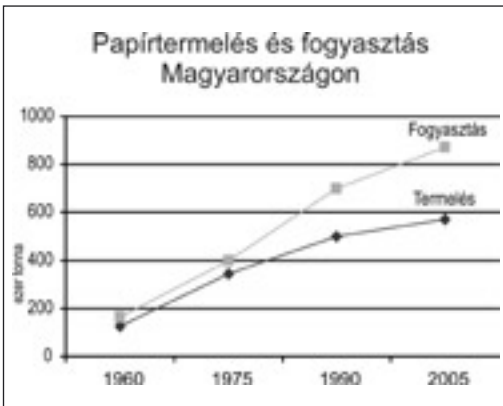
Termékkutatás

Bár a magyar fogyasztással kapcsolatban néhány számot bemutattam, egy másik nézőpontot is mutathatok. Hogy mit lehet/kell kutatni, az attól is függ, hogy:

- alapkutatást
- alkalmazott kutatást, ezen belül is
- fogyasztás-szemléletű vagy
- technológia-, gyártásszemléletű kutatást akarunk folytatni.

A magyar papírgyártás (**11. ábra**) 1960 és 2005 között több mint ötszörösére nőtt, tehát a világtárlaghoz hasonlóan fejlődött. 1960 és 1975 között gyorsabban, mint az azt követő 30 évben. Ez részben visszavezethető a rendszerváltás hatására. Ha ezt a számsort összehasonlítjuk a fogyasztás változásával (**12. ábra**), szerkezetével óriási eltérést tapasztalunk. Míg fogyasztásunk a világtárlag felett, majdnem a termeléshez hasonlóan több mint ötszörösére nőtt, addig a gazdaságosság nyomása alatt a termelési struktúra **más fajtákat** preferált. A csomagolópapíroknál a termelésből 37% marad itthon, a fogyasztás 57%-a import, az író-nyomópapíroknál a termelés 18%-a marad itthon, ami a fogyasztás 14%-át teszi ki. Az **import tehát 86%**! A teljes termelésből a hazai fogyasztásnak csak 18%-a fedezhető, míg a kapacitások összesen a fogyasztás 65%-át tennék ki. Ez egy érdekes helyzet. Változtathatatlant?

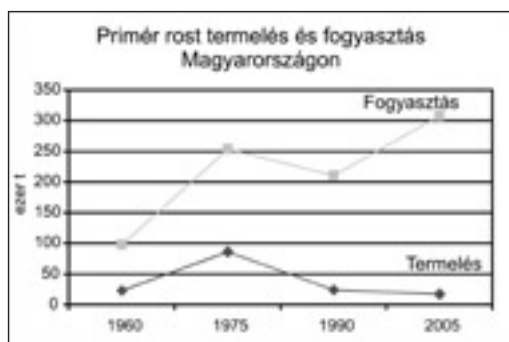
Primerrost termelésünk 2005-re (**13. ábra**) gazdaságossági és környezetvédelmi okokból eredően az 1970-es évek csúcsáról az 1956 éves szint alá csökkent. A felhasználás ugyanabban az időszakban háromszorosára nőtt. Szinte teljes körű az importra utaltság.



11. ábra. Papírtelermelés és -fogyasztás Magyarországon



12. ábra. A papírtelermelés és -fogyasztás szerkezete Magyarországon



13. ábra. Primér rost termelés és fogyasztás Magyarországon

A jövő alternatívái

Ha mindezek után azt kérdezzük, hogy a magyar papíripar (14. ábra) ill. a magyar papír-fogyasztás hová tart, nehéz helyzetben van a válaszadó.

Nyersanyag tekintetében szerintem, bár a papír hulladék minőségromlása a cellulóz igényt növelheti, számunkra valószínűleg csak a speciális felhasználási célú gyártás jöhet számításba. Hazai rostforrásként középtávon minden bizonnyal a papír hulladék marad, amit azonban célszerű és szükségszerű maximálisan gyűjteni és osztályozni, felhasználni.

Papírfelhasználás tekintetében a feltörekvő és felzárkózó országok között vagyunk. Nálunk sem csökken még az újságosbódék száma, a papírmentes iroda sem terjed el. Az internetes vásárlás, a logisztika fejlődése sem csökkenti a csomagolási célú, környezetbarát felhasználást. Életminőségünkben adódóan a háztartási és textilhelyettesítő termékek nem szorulhatnak ki. Speciális papírok tekintetében fogyasztói követő pozícióban vagyunk. Ezekből következően a világ telítettebb piacain mutatkozó éves 0,5%-os fejlődéssel szemben várható a 3-4%-os növekedés. Bár egyre több helyen szakad el a GDP növekedésétől a papírfogyasztás növekedése, számunkra szerintem még korai erről beszélni. Nem elhanyagolható, hogy a papírkereskedelem folyamatosan nő annak ellenére, hogy a gyártás próbál egyre erősebben a fogyasztó felé közeledni. Valószínű, hogy az egyes felhasználási célokra eltérő ütemű igénynövekedés követke-

Magyarországi papírgyárak 2005-ben		
Cég neve	Termelési kapacitás (t/év)	Termékek
Dunapack	275 000 25 000	Hullámalapp. Zsákpapír
Mondi Business Paper	205 000	Grafikai papír
Balatonfűzfő	30 000	Író-nyomó
Piszke Papír	65 000	Háztartási
Szentendre	7 000 3 000	Író-nyomó Csomagoló
Diósgyőr	2 000	Biztonsági papír

14. ábra. Magyarországi papírgyárak 2005-ben

zik és középtávon a fejlettebb nyugat-európai országokéhoz fog hasonlítani. Elképzelhető, hogy a termelés összetétele elsősorban a gondolatátvivő papíroknál nem tudni fogja követni az igényeket. Az importalapú export termelése pedig a folyamatos komperatív előnyök megléte alapján lesz jelen.

Ha nem felejtjük el, hogy a papír – éppúgy, mint egy autó vagy egy hajó – kompatibilis elemekből épül fel, nyilvánvaló, hogy úgy leszünk versenyképesek, ha ezeket az elemeket jól válogatjuk meg és az összeszerelést is jól, versenyképesen végezzük el az egyedi igények kielégítésére. **Vitázzunk erről!***

Eközben azonban nem szabad összekeverni a felhasználót a fogyasztóval. Ez utóbbi igénynek kielégítése és fő problémájának megoldására való koncentráció a fő cél. Kantot idézve „Döntésünk messzebb nyúlik, mint tudásunk”, de gondolkodni, kísérletezni és dönteni az innováció megkezdése előtt kell. Elengedhetetlen tehát a kutatás és a reálszféra alkotó együttműködése.

Az ábrákon szereplő adatok forrásai:

Jaakko Pöyry
Pulp and Paper International
Papíripari Kutatóintézet
CEPI statisztikái

*Várjuk véleményüket, hozzászólásukat a szerkesztőségbe.