

A hírvivő és a kutatásra mozgósító „Papíripar”

Zsoldos Benő



Előszó

Mielőtt a kedves olvasó áttekintené a kutatás-fejlesztéssel foglalkozó papíripari közlemények néhány kiemelt, sokszor nem is olyan könnyen értelmezhető cikkekenkénti összefoglalóját, kisebb magyarázattal tartozom.

– A Papíripar időbeli történetének 1980–2000 éveket magában foglaló 20 évével foglalkozom, aminek az oka, hogy a lapnak ez a legszebb fiatal időszakát jelenti hiszen a 24-40 éves Papíripar a kutatási közleményei alapján ítélve talán ekkor élte az adolescenz korát.

– Az itt bemutatottnál természetesen jóval több hazai és külföldi kutató tollából született publikáció látott napvilágot, de mindegyikőjük ismertetésére a korlátozott terjedelem miatt sem nyílt lehetőség. A sok értékes közül a tőlem való kiemelés nem jelent rangsort vagy a téma fontosságát, hatását mérlegre tévő minősítést. A témák szerint csoportosított cikkek száma utalhat arra, hogy a jelzett időben mi volt a kutatás tényleges fő iránya. Számos cikkben értesülhetünk ugyan a konferenciák előadásaiból, a papíripar legfelső vezetőitől, a hazai papíripari kutatást irányítóitól a rövid és hosszabb távra szóló megcélzott K+F irányokról, de nem biztos, hogy valamennyi ténylegesen végzett munka az elképzelt irányokba beleillik. Az ipar szerkezetének változása miatt egyes kutatási témák veszítettek ugyan jelentőségükből, a vizsgálati eljárások, a kutatás módszerei, az eredmények statisztikai feldolgozása és interpretálása azonban tanulságul szolgálhat.

– Ha leszámítjuk azokat a tudományos jellegű cikkeket, amelyek valamely téma szak-

irodalmi összefoglalását adják, vagy a múltba tekintve a jövőbeni prognosztizált műszaki, gazdasági mutatók értékeit becsülik, illetve iparstratégiai koncepciókat vázolnak fel, szóval ha ezeket nem foglaljuk be a kutatói publikációk körébe, akkor is figyelemre méltó a kémiai, fizikai, műszaki kísérleteken alapuló kutatásokat ismertető publikációk nagy száma. A hazai, hajdan egységes, trösztbe tömörülő gyárak privatizáció általi autonómiája okozhatja, hogy mind az alap mind az alkalmazott kutatásokról szóló ismertető előfordulási gyakorisága a bemutatott 20 évvel szemben ma már jelentősen lecsökkent. A piaci verseny és a konkurencia fékezőleg hat a kutatási eredmények gyárak közötti átjárhatóságára, a témák kidolgozásában való együttműködésre, a kutatási eredmények közkinccsé tételére, amelyben a lapnak kimagasló szerepe és érdeme volt.

– A piac neurotizáló hatása miatt a rövid távú, gyakran napi érdekeket preferáló szemlélet széles körű elterjedése következtében a papíriparban parázsló tudományos élet lángra lobbanását a szaklapunk nagymértékben elősegítheti. Példaképpül szolgálhat a finn intézet, amely a különböző tulajdonú és érdekű gyárak műszaki-gazdasági problémáinak megoldásában vesz részt, miközben a „végtermék” mellett keletkező „intermedierek” alap kutatásra és ennek évek múltán történő eredményének hasznosítására adnak lehetőséget. A COST és az OTKA pályázatokban való részvételünk nemcsak gyakorlati hasznot hozó témák kidolgozására ad lehetőséget, de ezek a munkák sok esetben alap kutatás jellegű feladatok megoldását is igénylik. Mindezekről a kutatásokról az utóbbi években a Papíriparban már két nyelven is közölt cikkekből tájékozódhatunk.

– Igyekeztem bemutatni olyan tudományos közléseket is, amelyek valamely hazai vagy külföldi tudományos intézet, vagy egyetem kutatóinak együttműködésével készültek, ezáltal is bizonyítva a kutatás nemzetköziségét és ennek a szellemnek a lap általi támogatottságát.

– Talán személyes élményemnek is hangot adhatok a lap ismertségének bizonyítására. A 70-es évek egyikén a finn Papíripari Kutatóintézetben dolgoztam néhány hónapig, amikor az egyik ottani kutatóval való beszélgetés közben döbbsentem rá arra, hogy a „Papíripar” nemcsak a könyvtár polcán szunnyad, de olvasottságát igazolandó, partnerem a papír felületi energiájának meghatározásával kapcsolatos ott megjelenő hazai publikációra „fejből” hivatkozott. Egy másik eset: a Paper Analysis c. amerikai kiadású könyv irodalmi hivatkozásai között fedeztem fel a „Papíriparban” megjelent keményítő-meghatározási módszeremet. Mindez azt igazolja, hogy a hazai cikkek élővé válnak a nemzetközi tudományos világban.

– A szaklapunkban megjelenő több mint 80 publikációm, a PKI-ban eltöltött 20 évi munkásságom, szerkesztő bizottsági tagságom talán felhatalmaz arra, hogy a hazai papíripari szakemberek, elméleti és alkalmazott kutatással foglalkozók nevében köszönetet mondjak lap-íróknak írói munkásságukért, a lap szerkesztéséért, a mindenkor széles olvasó tábor szakembereinek pedig kitartó türelméért, nem lankadó érdeklődéséért, amellyel a lap életét figyelemmel kísérik.

– Szomorú szívvel emlékezem meg és hajtók fejet azok előtt a kiváló, tudósok előtt, akik részben tanítóim, részben kutatótársaim voltak, és akikre ma már a lapban megjelent tudományos munkájuk, kutatási eredményeik hívják fel a fiatalabb generáció figyelmét.

Az elmondottak előrebocsátásával tekintsük át a Papíriparban 20 év alatt megjelenő tudományos cikkek több mint száz publikációt bemutató reprezentánsait.

A kezdeti kor és alapvetései

A Papír és Nyomdaipari Műszaki Egyesület 1948-ban alakult meg, és a két szakma közös lapja a „Papír és Nyomdatechnika” első száma 1948. november 1-jén, a „Papíripar” 1. száma 1957-ben jelent meg. A „Papíripar” szerkesztőségének és írógárdájának bázisa, hasonlóan a

külföldi szaklapokhoz – nálunk is a Papíripari Kutatóintézet (PKI). A legjobb szakíró munkáját az egyesület *Földi László* irodalmi díj átadásával ismeri el. A lap nemzetközileg is elismert rangos folyóirattá vált, amelyet a legfontosabb nemzetközi referáló lapok, mint az IPC Abstracts Bulletin, Chemical Abstracts, a finn, a német és más szakmai lapok rendszeresen referálnak. A lap életének első 30 évében mintegy 700 önálló, nagyrészt tudományos publikáció jelent meg magyar szerzők tollából a külföldi cikkírókon kívül. A lap többek között publikációs lehetőséget nyújt hazai kutatóinknak elért eredményeinek közzétételére, bemutatja a legcélszerűbb fejlesztési irányokat és évente beszámol a papíripari kutatások eredményeiről [1].

A kutatási témák között szerepel a mázanyagok reológiája, a rostok fehéritési problémái, a rostos féltermékek aktív felületének meghatározása, és mérése. A papír valóságos szerkezetéről viszonylag kevés ismereteink voltak. Már abban az időben is több cikk foglalkozott ezzel a témával és a nyomdaipar megnövekedett papír-minőségi igényeinek kielégítésével. [2].

A 70-es évek fontosabb témakörei voltak többek között a lombosfa-cellulózok felhasználhatóságának javítása, a hullámalappapírgyártás technológiájának kidolgozása, a papírgyári elfolyóvizek rosttartalmának hasznosítása, papír-kombinációk előállítás, felületileg kezelt papírok technológiájának kidolgozása, papíripari ragasztóanyagokkal kapcsolatos kísérletek. Mindezekről olvashatunk az akkori Papíriparban.

Bár a lap sokrétű témák közreadásával jelenik meg kéthavonta, e cikk írója arra vállalkozott, hogy a teljesség igénye nélkül bemutassa a „Papíripar” jelentős szerepét a Papíripari Kutatóintézeti és az üzemi kutatás, fejlesztés terén elért eredményeinek közkinccsá tételében a hazai és külföldi olvasó tábor számára.

A papíripari kutatás sohasem volt öncélú tevékenység, mivel az egész ágazat célkitűzéseit szolgálja. Annak az igénynek kíván eleget tenni, amely gyorsítani kívánja a kutatási eredmények gyakorlati megvalósítását. A kutatási témák kiválasztásánál a gyakorlati alkalmazás a kritérium. A kutatási témák több mint a fele ipari bevezetésre került. Szoros együttműködés

volt a gyárakhoz kihelyezett kutatócsoportok és a kutatóintézet között. A szaklapunk ismerteti más hazai és külföldi intézetek, kutatóhelyek, egyetemek, főiskolák papíriparban hasznosítható kutatási eredményeit is. A 80-as év végén például 7 külföldi kutatási intézménnyel együttműködési megállapodása, 4 intézettel információk kapcsolata volt a PKI-nek pl.: a pozsonyi Papírkutatóval (VUPC), a szovjet intézettel (CNIIB), a finn intézettel. A kiadványok cseréje már az 50-es években megkezdődött. A gyárakban lefolytatott kísérletekkel járulnak hozzá 4 egyedi nagyberuházás (Nyíregyházi hpl doboz és zsák, budafoki kartongép-csere, látatlanlani vékonypapírgyár, a dunaújvárosi Hullámvertikum) sikeres befejezéséhez. A népgazdaság egészét érintő kutatások finanszírozásához a könnyűipari minisztérium és az OMFB járult hozzá. A kutatási költségek viselője kétharmad részben a PV, egyharmad részben központi forrás (Ipari Minisztérium, OMFB). Minderről, valamint a papíripari kutató-fejlesztő munka és az akkori szabályozó rendszer összefüggéseiről a lap tájékoztatást ad [3].

A Papíripar évenként összefoglalja a papíripari kutatások előző évi eredményeit a PNYME rendezésében tartott műszaki-tudományos szimpózium, a Kutatói Nap keretében [4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12.] Ezáltal a lap olvasói tájékozódhatnak az éves kutatás elért eredményeiről és a jövőbeni irányokról. Az egyes gyárak K+F tevékenységéről a Dunapack Hullámtermékgár kivételével általában nem találunk beszámolót a lapban [13., 14]. A 80-as évek végén a kutatási-fejlesztési tevékenység egyik fő iránya az importkiváltó technológiai megoldások kidolgozása, rostanyag és vegyi segédanyagok importkiváltása volt. Ezen túl fontos feladat a papír hulladékból kinyert szekunderrostok minőségének javítása, a hűtőházi csomagolókarton gyártástechnológiájának kidolgozása, a fehérpapírok színárnyalat-ingadozásának kiküszöbölése. A hullámtermékekkel kapcsolatban sokirányú kutatás folyt pl. a hidrofób és oleofób kikészítésű hullámpapírlemez-felületek ragasztási problémáinak megoldására.

Skandinávia, az EGK, Ausztrália és Ázsia adatai egyaránt azt mutatják, hogy a 90-es

években szinte valamennyi régióban az alkalmazott kutatás dominanciája várható, csupán Európában képzelhető el az alapkutatás valamelyes térhódítása. Ebben az időszakban a magyar papírkutatás előterében az alkalmazott kutatás állt, amely esetenként visszanyúlt az alapkutatás szférájába is. A Papíriparban megjelent cikkek is ezt támasztják alá [15].

1991-ben becslés szerint a kutatási témák 25-25%-a a szekunderrost-felhasználás elősegítésére, ill. papírfeldolgozásra (ragasztás, mázolás, színezés), 15% papírgyártással kapcsolatos kutatásra (egynyári növények, papírporzása) és környezetvédelmi problémák megoldására irányult. Nemzetközileg elismert papíripari szakemberek véleménye szerint a kutatás fő iránya: a cellulóz klóros fehéritése, rostforrások felkutatása, a papír felületi tulajdonságai, az őrlés energiaigénye [16].

Érdekes megfigyelni hogy a laboratóriumi, üzemi kísérletekkel verifikált kutatási eredményekről szóló tudományos cikkek a 94. 95. évben – az ojtásos polimerizáció kivételével – hiányoznak a korábban már megszokott rövid, tömören összefoglaló kutatási eredmény-beszámoló köréből. A szaklap cikkíróinak, általános összefoglaló, múltat értékelő, a jövő helyzetet jelző, más tanulmányokat feldolgozó terjedelmes írásai dominálnak, pl.: a magyarországi favagyon hasznosítása, a magyar papíripar fejlődése, beruházási program alternatívák, létfenntartási rendszerünk dinamikája, a privatizáció helyzete és külföldi visszhangja, recesszió utáni globális stratégiák ismertetése, a papír-újrafelhasználás európai országokénti lehetőségei, a csomagolóipar helyzete, a papír dinamikájának változása (PRIMA konferencia) stb.

1995-ben az USA-beli hullámtermékgyártók egyesülete által szervezett San-Franciscói konferencián a kutatók úgy vélték, hogy évente legalább 2,5%-kal kellene a hpl termékek árait csökkenteni az ipar tartós fennmaradása érdekében. A 21. sz. stratégiáját illetően a hangsúlyt a gazdaságos termékellátásra, az innovációra helyezte. Mindez meghatározza a további évek kutatásának irányát [17].

A vállalati működés és szervezet korszerűsítésekor a Papíripari Kutató Kft. csak szervezeti-

leg válik önállóvá. Működésének feltétele, hogy kapcsolatait még hatékonyabban szervezze a termelő vállalatokkal – írja cikkében az intézet ügyvezető igazgatója, majd folytatja azzal, hogy a kutató-fejlesztő munkákkal az intézet hozzá tud járulni a papíripar nemzetközi szinten is versenyképes környezetbarát termékeinek kialakításához. A papíripari vizsgálatok eddigi hitelességét tovább erősítette az a tény, hogy 1992 júliusától akkreditálási okirattal rendelkezik a PKI Kft Papíripari Anyag- és Termékvizsgáló Laboratóriuma [18., 19.]. A CEPI Összehasonlító vizsgálati szolgálata 2000. áprilisában vette fel a minősítő laboratóriumai közé a PKI akkreditált vizsgáló laboratóriumát, ami a kutatási vizsgálati eredmények megbízhatóságát növeli [20].

A rövid- és hosszabbtávú kutatási irányok

A CEPI megbízásából, a Finn Kutatóintézet által készített 1995. évi tanulmány megállapítja, hogy a K+F tevékenységet a jelenlegi színvonalhoz képest legalább a kétszeresére kellene növelni, alkalmazkodva a piac változó körülményeihez. A kutatás kulcs-tényezői között említi a következőket: a rostok jobb megismerése, a rostok és a papírlap közötti alapvető összefüggések meghatározása, a rostszerkezet alapvető tulajdonságainak ismerete, a papír és különböző vegyi anyagok hatása a mázolásra és nyomdafesték-felvételre, új technológiák a primer és szekunder rostok előállítására és felhasználására, biotechnológiai folyamatok kidolgozása a rostok modifikálására, új mezőgazdasági nyersanyagok a jelenleg felhasznált nem megújuló anyagok helyettesítésére. [21]. Vegyük észre, hogy az itt felsorolt kutatási irányok nagy része az alap kutatás szférájába tartozik.

Szaklapunk közli a Cambridge-ben megtartott hetedik fundamentális kutatási szimpóziumon több tudós és ipari szakember megállapítását, hogy a papíripar korszakváltás előtt áll. *L. Göttching* szerint a papíriparban intenzív és fundamentális kutatásra van szükség ahhoz, hogy fenn tudjon maradni.

Meghatározásra kerültek a papíripari kutatások irányai az ezredfordulón. Itt említem meg,

hogy számos tudományos előadásra került sor az EUCEPA és más nemzetközi fórumon, amit a Papíripar kissé rövidítve, de mindig ismertet. A nagy 5-8% nyúlású papírok gyártása nemzetközi viszonylatban általánossá válik, minthogy ez anyagmegtakarítást jelent a zsákpapíroknál. A környezetvédelmi kutatások keretében a zárt vízrendszerekről írnak és a zaj-csökkentést irányozzák elő. Arra kell törekedni, hogy a papíriparban az új termékek aránya 10-15% legyen. Kutató munkát igényel továbbá a mázolt és kombinált anyagok: papír-műanyag, ill. papírfémfólia kombinációk gyártása. A kutatás fontos területe még a ragasztóanyagokkal kapcsolatos ismeretszerzés. A kutatóknak lépést kell tartaniuk az újfajta nyomóeljárások, mint pl. az elektrosztatikus nyomtatás, az ink jet printing terjedésével, amelyekhez kvázi homogén lap-szerkezet szükséges [22].

Steenberg professzor a XX. EUCEPA konferencián szóvá tette, hogy a kutatók kevés figyelmet szentelnek a legolcsóbb, legváltozatosabban használható töltőanyagok a kalcium karbonátnak. Bírálja, hogy régi, nem korszerű módszereket alkalmaznak a vizsgálatokra, ezért nagy szükség van új műszerekre. A papírgyártásban és a nyomdászatban alapprobléma az adhézió: a rostnak rosthhoz, festéknek papírhoz való kötődése.

„Annak ellenére, hogy kb. 78 felület-elemzési módszert ismerünk, mégis majdnem kizárólagosan csak a pásztázó (scanning) elektromikroszkópos vizsgálatot használjuk. A papír- és a nyomdaiparnak vérátömlesztésre van életbevágóan szüksége és a legkiválóbb elmék frissességére. A konferenciák nem azért vannak, hogy az eredményeket felsoroljuk és megnyugtassuk magunkat, hanem azért hogy olyan kutatók tűnjenek fel, akiknek van képzelőerejük, akiket szenvedély fűt a papír és nyomdaipar fejlesztésére” [23].

Nagyon hasznosak a Papíriparban az olyan összefoglaló cikkek, amelyek áttekintést adnak a papíripar fejlődési irányzatairól, mivel ezzel segítik a papírgyárok és a kutatók összehangolt munkáját valamely probléma megoldásában, és így a nemzetközi gyakorlat figyelembevételével meghatározhatók a fejlesztés irányai. Megállá-

pítják, hogy a szintetikus rost nagyobb mértékben kerülhet felhasználásra, a töltőanyag részaránya a papírban növekszik akár 40-50%-ra. Növekvő mértékben és hatékonyabban fognak felhasználni adalékanyagokat a retenció növeléséhez és a víztelenedés javításához, az őrlés gyorsításához, a nyálka leküzdéséhez. A mázösszetevők kölcsönhatásának jobb megértése a nyomtathatóság javulását eredményezheti.

Kutatási együttműködés

A PKI együttműködik a BME különböző tanszékeivel, az ELTE Kolloidkémiai Tanszékével, a korábbi KMF-el, a Soproni Erdészeti és Faipari Egyetemmel, a ma már megszűnt ACSI-val. Külföldi szaklapokban megjelenő publikációkkal is hozzá kívánnak járulni a hazai papíripar nemzetközi elismertségéhez [24]. A PKI privatizáció utáni helyzetéről, a COST kooperációról, az intézeti kutatás legfontosabb eredményeiről számol be a lap hasábjain az intézet igazgatója. [25]. Számos cikk jelent meg, az OTKA támogatásával készült kutatási eredményekről [26., 27., 28.]. OTKA támogatással valamint a BME és a PKI együttműködése révén kerülhetett sor például az enzimek és mikroorganizmusok papíripari alkalmazhatóságának vizsgálatára is [29].

Az egyetemi intézetek és a papíripari kutatók együttműködésének jó példája, hogy papíripari növényi nyersanyagok mikromorfológiájának bemutatására scanning elektronmikroszkópos nagyon szép fényképfelvételek készültek, amelyek a rostanyag elemzéséhez sokkal jobb összehasonlító alapot adnak, mint az általánosan használt, grafikusán ábrázolt rostmorfológia [30].

A papíripari kutatás nemzetközi eredményéről több alkalommal számol be a lap, így többek között az NDK-beli testvéregyesületünk a KdT papír és nyomdaipari szakmai egyesületének rendezésében a különböző lapképző eljárásokról, hulladékpapír-felhasználásról, környezetvédelemről, valamint a mázolt papírok nyomtathatósági tulajdonságai vizsgálatának eredményeiről. Ez a konferencia is hozzájárult

ahhoz, hogy az akkori cellulóz- és papíripari megoldandó problémákra külföldi szakértők együttműködésével az országok iparon belüli együttműködését segítse [31]. Kifejezésre juttatták, hogy a cellulóz és papíripar 0,8%-ot költ kutatásra, míg az információfeldolgozó-ipar 4-6%-ot, a vegyipar 2-3%-ot [32].

A nemzetközi együttműködés egyik példáját látjuk, amikor is a budapesti és a heidenai papíripari kutató intézet mázolt ofszetnyomó papírok gyártásához az alappapír és a pigment rendszert optimalizálta. A kutatásba bekapcsolódott a drezdai IGT nyomdaipari kutatóintézet is, mivel az ofszetnyomógépén határozták meg a kísérleti papírok nyomtathatóságát és feldolgozhatóságát. A kísérletek eredménye szerint a felületileg szintetikus vegyülettel enyvezett, nagy feltépődési szilárdságú (IGT-vel mérve), kis pórusterfogató és 1 mm alatti pórusokat nagy részarányban tartalmazó alappapír felhasználása a kedvező [33].

A rostanyagok és a papír szerkezetének megismerése

A mázolatlan és a mázolt papírok pórusszerkezete és a papírok nyomtathatósága közötti összefüggést vizsgálták. A pórusszerkezetét BET módszerrel ill. Hg-poroziméterrel mérték. A papírok összes pórusterfogata szoros korrelációt mutat az IGT olajabszorpcióval, a mikrokonturteszt eredményével és a Beck-féle simasággal [34]. Nagyon érdekes az a cikk, amely beszámol arról, hogy a szilárd felület és a folyadék rövididejű kölcsönhatása során fellépő folyamatok a felületkezelés végső minőségére döntően hatnak. A kölcsönhatás vizsgálatban a peremszög-hiszterézisnek kitüntetett szerepe van. A papírfelületek nedvesedési tulajdonságainak vizsgálatához a felület mikrogeometriáját Perth-O-Meterrel és fénymikroszkópos felvételekkel jellemzi, a papír látszólagos kritikus felületi feszültségét Zisman-féle egyenlettel határozza meg [35].

Az egészségügyi papírtermékek tulajdonságait a bratiszlavai Papírkutató Intézetben is vizsgálták. Lágyságot és folyadék-felvételi tulaj-

donságokat mértek. A cikk felhasználja a hazai vizsgálati eredményeket is [36., 37].

Az alap kutatásnak az energia-megtakarítás is fontos területe. Egyes kutatók szerint a molekulák közötti erők jobb megismerése hozzájárulhat az energiafelhasználás csökkenéséhez.

Érdekes az a megállapítás is, hogy az újabb lapképző eljárások és felfutószekrények a papírostok térhálós szerkezeti tulajdonságáról tartott előadás után, 1954-ben kerültek kifejlesztésre. Ezzel a szerzők felhívják a figyelmet a tudományos kutatómunka eredményének a gyakorlati életben való hasznos felhasználására.

Meg kell említeni, hogy a szaklapunk olyan elméletileg fontos alap kutatás jellegű kérdések tárgyalásának is helyt ad, mint például a kolloidstabilitás, hidratációs erők. A kutatók a kísérleti eredmények bemutatásával igazolják, hogy minden olyan folyamatnál, ahol felületek kölcsönhatásáról van szó – mint ahogyan a papírgyártás különböző adalékanyagokat tartalmazó rostsuszpenziója esetében ez nyilvánvaló – a hidratációs energia hatását az eddigieknél jobban figyelembe kell venni [38]. Hasonló alap kutatásnak számító munkának tekintjük a lapban megjelenő azon cikket, amelyben a kutató a szilárd felületeket mikrokcalorimetriás módszerrel minősíti [39]. Kísérleteikben a papírok immerziós hőjét mérték desztillált vízzel történő nedvesítés során.

A rostsuszpenziók fajlagos felülete összefügg a víztelenedő-képességgel, a töltőanyagretencióval, a papír mechanikai szilárdságával. A leggyakrabban alkalmazott felületmérési vizsgálatok a permeabilitásmérés, mikroszkópos meghatározás, színezék-adszorpciós eljárás. Az új felület-meghatározási eljárás kidolgozásakor a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ és TiO_2 adhéziós Langmuir típusú izotermáit határozták meg. A diszperz részecskék a rost felszínét homogéne borítják. Mivel a két vegyület fajlagos felületigénye eltérő, ezért általuk mérhető a rostok kolloid és külső fajlagos felülete [40., 41].

A papír mikroszerkezete az átlagos pórusmérettel, a pórustérfogattal és a felületi mikroérdességgel jellemezhető. A kutatók megállapították, hogy a pórusszerkezetnek lényegesen nagyobb hatása van az ofszetnyo-

mat minőségére, mint a mikroérdességnek. A vizsgálatok szerint a 0,1 μm átmérőjű pórusok számának növelése a mázrétegben a papírok nyomtathatóságára előnyösen hat [42].

A kutatók különböző papírminták nedvesedését és szívóképességét vizsgálták. Megállapították, hogy a kapillaris szívás adataiból számítható peremszög nem függ sem a papír minőségétől, sem a folyadék felületi feszültségétől. A papír folyadékfelvétele nem függ sem a porozitástól, sem a dinamikus peremszög értékétől [43]. A későbbiekben a tenzidek szerepét vizsgálták a papír folyadékfelvételére és szilárdság-vesztésére. Megállapították, hogy már az egy perces áztatás során létrejön a papír szilárdságcsökkenése, mivel a tenzid film lazítja a cellulóz rostok közötti másodlagos kötéseket [44].

Rostanyagok előállítása és felhasználása

• Szalmacellulóz

A szalmacellulóznek a papír tulajdonságaira gyakorolt hatását éveken át több kutató vizsgálta. Azzal a feltételezéssel is számolnak, ha a szalmacellulóz gyártást leállítják, úgy kb. 20 et cellulózt kell importálni, és ezáltal nélkülözzük a szalmacellulóznek a papírra gyakorolt különleges és kedvező tulajdonságait [45., 46., 47].

A szalma lúgos közegű feltárásában antrakinson alkalmazását az indokolja, hogy ezáltal javul a szalmacellulóz hozama és a delignifikáció sebessége. Kevesebb vegyszer szükséges a feltáráshoz és növekszik a reakciósebesség [48].

A szulfátos feltárású búzaszalma-cellulózt a hagyományos CEH lépcsők szerint fehérítik. A ligninkiolódás miatt 82-85% fehérségű szalmacellulózt kapunk író-nyomó papírok gyártásához. A kutatás során az a H_2O_2 + NaOCl (singlet oxigén keletkezése), valamint az utolsó H lépcső előtti sósavas kezelés hatására az alkalmazott oxidálószerkezet mennyisége 30-50%-kal csökkenthető a cellulóz tulajdonságainak lényeges megváltozása nélkül [49].

Kísérletet végeztek a búzaszalma-cellulóz fehérítése E lépcsőjének tisztítására membránszűrő segítségével. Hatására közel 50%-kal

csökkent a KOI. A pórusméretet 0,05 μ m-ig csökkentve az adszorbeálható szerves halogénvegyületek eltávolításának hatékonysága nőtt. A kloridtartalom csökkenése 20% [50].

• **Papírhulladék feldolgozása és felhasználása**

A papírhulladék felhasználásához szükséges szuszpendálás eredményessége érdekében felül kell vizsgálni a hulladékpapír feldolgozó pulpereket, hogy optimális fordulatszámmon dolgoznak-e, ugyanis az optimális fordulatszám történő működtetéssel jelentős energiamegtakarítás érhető el, mivel a szuszpendálásra fordított munka csökken [51].

Az 1984. évi helyzet szerint a szekunder rost az összes felhasznált rostmennyiség 45-48%-a.

A felhasználási kör további szélesítését a kutatók a szekunder rostok színezésében látták. Megállapították, hogy a szekunder rostok értéke színezéssel növelhető, azonban az elérhető színhatárok korlátozottak a rost alapszíne és színingadozása miatt [52].

A kartonok merevségének növelésére a KMF, a Budafoki és a Dunaújvárosi gyár kutatói közös munkát végeztek, mivel a papírhulladék felhasználása miatt a kartonok merevsége kifo-gásolható volt. A legkedvezőbb merevséget akkor mérték, amikor a papírhulladék rétegek a jól kiőrölt félcellulóz rétegek között helyezkednek el [53].

• **Rostanyag feltárása, cellulózszerűségek és tulajdonságaik**

Búzaszalma, nyárfa szubsztrátumon 30 ligninbontó mikroorganizmus hatását vizsgálták. Kiválasztott 4 törzssel előkezelték a szubsztrátumot, majd a kezelés után azt állapították meg, hogy a kezelés a tömegvesztést nem növeli, kis mértékben rontja a fehéríthetőséget, viszont javítja a delignifikációt. [54].

A papíripari nyersanyagbázis növelését igényli, hogy csökkenjen a fakészletek és fokozódnak a környezetvédelmi követelmények. A 80-as években hazánkban 5-7 ezer tonna kenderkóró keletkezett, amelynek ipari hasznosítása nem megoldott. Lúgos-oxigénes feltárási kísérleteket

végeztek, azonban a hozam és a Kappa-szám között nem találtak összefüggést. 86-109 Kappa-számot közepes, illetve nagy vegyszermennyiségek használata esetén kaptak [55]. A kenderből kinyerhető holocellulóz hozamot elsősorban a vegyszermennyiség határozza meg. Az SR^o, a Kappa-szám és a vizsgált reakcióparaméterek között nem tudtak matematikai modellel leírható összefüggést megállapítani [56].

Környezetvédelmi és hulladék-hasznosítási szempontból jelentős az a kutatási eredmény, hogy a cellulózyári rostiszap felhasználásával gipszkötésű rostlemezek állíthatók elő, amelyek beltéri építkezéshez (pl.: tetőtér beépítéseknel) előnyösen, gazdaságosan felhasználhatók [57].

Kis mennyiségű vinil-acetát monomer ráójtásával a cellulóznak számos, új előnyös tulajdonságot adnak. A kutatók korábban a drága Ce⁴⁺-sókkal, majd Fe²⁺/H₂O₂ redox rendszer felhasználásával végezték a ráójtást. Vizsgálták a monomer és a H₂O₂ koncentrációjának hatását a tömegnövekedésre. Az ojtás bekövetkezését IR felvételekkel ellenőrizték [58]. A legnagyobb tömegnövekedés a következő paramétereknél volt megfigyelhető: pH=3 T=70°C, reakció idő t>30 perc, őrlési idő: 20-30 perc [59].

A cellulóz hatóanyag-megkötőképességét monoklór-ecetsavval történő karboxi-metilézés útján kívánták fokozni. A karboxil tartalmat Zn²⁺ ion szorpcióval határozták meg. Jód-szorpciós kapacitás meghatározásával kiderült, hogy több mint háromszorosára növekedett a cellulózhhoz való hozzáférhetőség [60]. A nagyobb hatóanyag-megkötőképesség érdekében végzett kezelés a módosított rostokból készült lapok szilárdságát rontja ugyan, azonban ezt polietilén-imines kezeléssel kompenzálják [61]. Az erélyesebb körülmények között karboxi-metilézett mintán a növényvédőszer metanolos oldatából jelentős, 22% szorpciót mértek, ami meghaladja az irodalomban leírt hordozókapacitás értékét [62].

Juta- és kendercellulózok keverékéből előállított cellulózoknál a juta mennyiségének növelésével javul a lapképzés, a lapok átnézete és a szilárdsági értékei. Mivel a jutahulladék nehezebben fehéríthető, ezért a mennyiségé-

nek növelésével csökken a fehérség. A cellulózyártási paraméterek megfelelő beállításával a vevői követelményeket kielégítő fehérségű papír állítható elő [63].

A PKI és a Dunaújvárosi Finompapírgyár kutatói kidolgozták a tavaszi árpaszalma feltárási és fehéritési technológiáját. Az árpaszalmát a búzaszalmával együtt érdemes feltárni és így előállítani fehéritetlen, illetve fehéritett cellulózt [64]. A Fűzfői Papírgyár és a PKI kutatói vizsgálták a szekunder rostok zsu-gorodási, hólyagképződési tulajdonságait. A papír hólyagosodásának elkerülésére célszerű vizsgálni a szekunder rostok WRV értékeit, a vízfelvételi, -leadási sebességet, és ehhez beállítani a gyártandó papír szárítási sebeségét [65].

A szaklap cikksorozatát közöl a fenyő, nyár bükk, búzaszalma rostcellulózok főbb jellemző-iről, tulajdonságairól [66., 67., 68., 69.].

A papírgyártás technológiájára vonatkozó kutatások

Az innovációtól nagy az idegenkedés. Az új dolgokat kizárólag a tudományos munkával hivatásszerűen foglalkozó kutatóktól, fejlesztőktől várják. Nem a felfedezések és kutatási eredmények száma kevés, bár ez is lehetne több – hanem azok gyakorlatba történő átültetése. Ez már az egész vállalati kollektíva szellemi részvételét, hozzájárulását igényli [70].

Az őrlési energia csökkenthető szacharid típusú adalékanyagok alkalmazásával [71].

A szolnoki beruházás keretében felállításra kerülő Voith gyártmányú gépen kívüli mázólo berendezésben a legkorszerűbb késes mázólo kerül beépítésre és a hazai viszonyokra kell adaptálni a külföldön jó eredménnyel alkalmazott gyártás-, gyártmányvizsgálati módszereket. Emiatt került sor a lapban a késes mázólo berendezések ismertetésére [72].

A papírszárítási technológia egyes elemeinek vizsgálatáról szól több cikk, amely a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyiparigépek Tanszékével közös kutatásról és annak eredményeiről számol be [73].

A hullámlemez szabatok gépi feldolgozása során jelentkező felületi hámlás komoly minőségi problémát okoz. A Könnyűipari Műszaki Főiskola Papíripari tanszéke és a Csepeli Papírgyár közös kutatása a feldolgozás során jelentkező papírhámlás megakadályozására vonatkozott. Fontos megállapítás volt, hogy a hámlás jelentősen csökkenthető, ha a lemez nedvesség tartalmát 10% alá csökkentik [74]. Más kutatások szerint a felületi feltépődési szilárdság mérésére szolgáló Dennison viasz 11 száma jelenti azt a küszöbértéket, amelynél csak a nagyobb feltépődési szilárdságú hpl termékek dolgozhatók fel hámlás nélkül [75].

A papír töltőanyagtartalmának visszatartására (retenciójára) hazai és külföldi kutatások egyaránt irányultak. A szófiai Papírkutató intézet munkatársai megállapították, hogy a kationaktív poli(etilén-imin)t és poli(amid-amin)t a rostanyagra számított 0,1 ill. 0,01% mennyiségben együtt adagolva jobb hatást értek el, mintha csak az egyik komponenst használták volna. A poli(etilén-oxid) 0,01% adagolt mennyisége esetén a 6% töltőanyagtartalom 16%-ra, a retenció 20%-ról 50%-ra növekedett [76].

A papírgyártás irányításának feladatai elektrokinetikai vizsgálatok elemzése alapján című cikkben azt az érdekes megállapítást teszi a kutató, hogy a papír g/m² tömege, nedvességtartalma nemcsak a rostsuszpenzió koncentrációjának ingadozásától függ, de az adhézió megváltozása miatt is eltérhet az előírtól. A korszerű számítógépi irányítási rendszertől ma már elvárható, hogy a beavatkozás előtt ellenőrizze az adhéziót módosító adalékok jelenlétét, akár pH méréssel, a lap vastagsága vagy víztelenedő képessége alapján, vagy az elektrokinetikai potenciál mérésével [77].

Új hazai kartontípusok kifejlesztésével kapcsolatos kutatásról számol be a lap hasábjain a Budafoki Papírgyár kutatója. A csomagolás változatos körülményeinek megfelelő kartonok közül a 250 és 500 g/m² tömegű hajtogatott dobozkartonok hazai gyártási lehetőségével és új típusának kifejlesztésével foglalkozik [78].

Volumenpapírok gyártástechnológiáját dolgozták ki 2,2 cm³/g fajlagos térfogatú fatartalmú és 1,8 cm³/g famentes volumen papír gyár-

tására. A famentes papír felületi szilárdságának növelésére adalékanyagot permeteztek a papír felületére. A volumenpapírt a pécsi Szikra Nyomda dolgozta fel jó eredménnyel [79].

A kutatók figyelmét nem kerüli el a gyártástechnológiához szorosan kapcsolódó problémák megoldása sem. Vizsgálták a gépsimító hatását befolyásoló tényezőket. Megállapították, hogy a vonalnyomás növelésének hatása a papír simaságára nagyobb, mint a térfogattömegére. A fatartalmú papírok nagyobb vonalnyomást igényelnek a famentesekhez képest. A nagyobb (25%) töltőanyagtartalmú papír esetén azonos vonalnyomással nagyobb simaság érhető el. A töltött papírok simasága jelentősen növelhető, ha a töltőanyag egy részét talkummal, vagy kalcinált kaolinnal helyettesítjük [80].

A Papíripari Vállalat kutatás-fejlesztési céljai között fontos helyet foglal el a fajlagos energiafelhasználás csökkentése. Ennek egyik lehetőségére mutat rá 3 papírgépen végzett 13 kísérlet-sorozat, amely azt bizonyította, hogy ha egy magasabb hőmérsékletű szárítóhengert egy alacsonyabb hőmérsékletű követ, akkor ezen a hengeren a nedvesség párolgása minimálisra csökken vagy teljesen leáll. Ideális hengerhőmérsékleti görbe beállítása esetén a szárítás fajlagos hőszükséglete 6,4%-kal csökken [81].

A gyártástechnológiát segítő elméleti alap kutatás eredményeiről számol be a lap. A nedves préseles a papírgyártás egyik fontos részfolyamata. A préseles matematikai modellezésére irányuló kísérletek ez ideig kudarccal végződtek. A préselesre vonatkozó követelmények meghatározására két szimulátor került megépítésre. A préseles során mérendő paraméterek közül a papírlap vastagságát és a hidraulikus nyomást mérték. Mérési módszert dolgoztak ki a nemez permeabilitása, a préseles alatt a nemez pórusainak eloszlása, a papír finomanyaga és a papír sűrűsége Z-irányú eloszlásának meghatározására [82].

A papírgyártási vízben lévő koloid és oldott anyagok (DCM) egyre nagyobb koncentrációt érnek el, döntően a hulladékpapír fokozott felhasználása miatt. Ennek a következménye, hogy a víztelenedési idő megnő, az iniciál nedves szilárdság a DCM koncentráció növekedé-

sével csökken, amelyet a körvíz zárása fokoz és emiatt a futtathatóság romlik [83].

A hulladékpapír fokozott felhasználásával a kioldódó anionos zavaróanyagok (ATM) mennyisége nő. A témával foglalkozó külföldi irodalmi adatokkal ellentétben a PKI kutatói szerint a vízvisszaforgatás számának növelésével a retúrvízben feldúsuló anyagok koncentrációja telítési görbe szerint változik. Az oldott anyagok mennyisége a magazin papírok feldolgozása esetén a legnagyobb, a mázrétegből kioldódó kötőanyag nagyobb mennyisége miatt. Ez az oka a nagyobb KOI-nak. A szakító igénybevételrel összefüggő mutatók változása 20-25% [84].

A papírfeldolgozóiparban a felületnemesítés technológiájának korszerűsítéséről [85], az ataktikus polipropilén (APP) papíripari alkalmazhatóságának vizsgálatáról olvashatunk. A cikkből kiderül, hogy az APP bevonatok különlegesen alkalmasak olyan feladatok megoldására, ahol két felület egymáson való elcsúszását meg kell akadályozni pl. dobozok, zsákok szállítása közben [86].

• *Adalékanyagok a minőség javítására*

A Fűzfői Papírgyárban végzett kísérletek alatt akril-amid bázisú kationos 0,2% hatóanyag tartalmú polimer oldatot gépkádba adagoltak. A papír szilárdsága 25%-kal javult, csökkent az elfolyó víz kémiai oxigénfogyasztása, ellentétben a mannogalaktán típusú anyagok negatív hatásával. A célul kitűzött 7% anyagtakarékosság miatti g/m² csökkentés és a lényegesen nagyobb hamutartalom ellenére sem csökkent a papír szilárdsága [87].

A Papíripar helyt ad a külföldi kutatók által elért eredmények közlésére is. Ilyen a zsákpapír szilárdsági tulajdonságainak javítására vonatkozó – a szófiai Kémiai Főiskola Papíripari tanszékének munkatársai által végzett – kísérletek publikálása. A módosított anionos karbamid-formaldehid gyanta és a hidrolizált poli(akril-nitril) együttes 0,5:0,25% absz. száraz rostra számított adagolása adta a legkedvezőbb szilárdsági eredményt [88].

A kationos keményítő javítja a papír minőségét és a helyi kationossá tétellel féláron lehet megfelelő adszorbenshez, illetve töltő-

anyaghoz jutni. A kationos keményítő használata a leghatásosabb a KOI csökkentésére. Az enyvezőpréssén alkalmazott oxidált keményítő koncentrációját az üzemben 150 g/l értékre növelték famentes nyomó és másolópapírok gyártásához. [89].

A felületkezelő egységgel nem rendelkező gyárakban az ofszet papírok porzása csökkenthető, anyagában adagolt segédanyagokkal (keményítő és származékai, CMC, polivinil-alkohol) vagy ezen anyagoknak a papír felületére permétezésével, aminek hatására a Dennison szám 7-ről 18-ra nő, a Taber dörzsállóság 16 mg-ról 1 mg-ra csökken [90]. A testliner (T 135) hullámalappapír anyagába adagolt 2% kationos keményítő a CMT₃₀, a hajlítómerevség és az SCT értékeket növelte a legnagyobb mértékben, az anionos keményítővel és szintetikus szilárdságnövelő szerrel szemben. [91].

• *Papír, papíripari anyagok, gyártási vizek vizsgálati módszereinek kidolgozása*

A fatartalmú archív papírok kormeghatározására igen érdekes cikket olvashatunk. Ismerteti a vizsgálati módszert, amelynek segítségével például az impresszum nélküli nyomtatványok, könyvek megjelenési ideje pontosan meghatározható [92].

A papírok statikus és a dinamikus sűrűládsági tényezőjének vizsgálatára a KMF kutatói vizsgálati módszert ismertettek, amellyel mérve a papír sűrűládsági tulajdonságai jól reprodukálhatóak, és jól követhető a különböző sűrűládságnövelő adalékok hatása is [93].

Az elektronsugaras meghatározási módszerek alkalmazását a papíriparban a töltőanyagok morfológiai és kémiai vizsgálata, a töltőanyagok azonosítása, a papírgépi lerakódások analízise indokolhatja. Az ismertetett eljárás egy felületelemző módszer, mivel a vizsgálat alatt a felület néhány ezred milliméter vastag rétegéből érkeznek az információk. Az eljárás a mikroszkópiai vizsgálattal azonosan, pl. 250×-es nagyítás esetén 0,15 mm² felületre terjed ki [94].

Az alkalmazott energiadisziperzív röntgenanalízisnek (EDXA) több előnye van a töltőanyagok vizsgálatában a röntgendiffrakciós

eljárással szemben, nevezetesen: a vizsgálat a morfológiai információ mellett az amorf szerves és szervetlen töltőanyagok is azonosíthatók [95., 96].

A fénymásolópapír gyártásához szükséges vegyszerek ellenőrzéséhez nem volt kidolgozott vizsgálati módszer. Emiatt az előforduló hiba csak a késztermék ellenőrzésekor derült ki. Ez indokolta a vékonyréteg-kromatográfia és a spektrofotometria alkalmazását. A fénymásolópapírok diazó és kapcsoló vegyszereinek minőségi azonosítását teszi lehetővé a vizsgálat. A mennyiségi meghatározásra a spektrofotometria, a vékonyréteg-kromatográfia pedig a vegyszerek tisztaságának ellenőrzésére alkalmas eljárás [97].

Vizsgálati módszerekre vonatkozóan számos közlést találunk a lapban, így például a papír egyenletességét összehasonlító elemzéssel határozzák meg. A video-denzitométeres vizsgálat, valamint a pozsonyi kutatóintézetben a Formation Tester mérési eredményeit ismertetik [98].

A Fűzfői Papírgyár kutatása nyomán olyan egyszerű fotométert állítottak össze, amely alkalmas üzem közben a facsiszolat őrlésfokának, a szennyvíz és a szitavíz anyag-tartalmának optikai úton való gyors és egyszerű meghatározására [99].

Hajlékonyfalú csomagolóanyagok vizsgálatára gáz-permeaméter készüléket készítettek, amely alkalmas különböző szerves gőzök és gázok, valamint CO₂ felhasználásával aromazárás mértékének meghatározására [100].

A BCT érték becslésére használt McKee egyenlet konstansát 0,535 értékben állapították meg. A 4-pontos hajlítómerevség mért értékeit az eredeti McKee egyenletbe helyettesítve nem javult a BCT_M / BCT_{SZ} arány. Az egyszerűsített és az eredeti egyenlettel számítva, tehát mindkét esetben, a becslés pontossága ±8-10% [101].

A PAPRICAN Mikro-Scanner képelemző rendszer PKI általi beszerzése előtt a papír formációját denzitométerrel mérték és a kapott eredményt matematikai-statisztikai módszerrel értékelték. A mikro-scanner formációt elemző programja a papír optikai sűrűségét, topografikus eloszlását határozza meg a kame-

ra által leképzett és az intenzitás szerint digitalizált mérési területen [102].

Neutronaktivációs analízissel 30 µg/g, mikrocoulometriás módszerrel pedig 3 µg/g szervesen kötött halogénvegyület mutatható ki. A mikrocoulométerrel adszorbeálható és extrahálható, valamint kihajtható szerves halogén és adszorbeálható szerves kén mennyisége meghatározható. A meghatározásuk elősegíti a környezetbarát termékek nagyobb mértékű elterjedését [103].

A papíripari szennyvizek vizsgálatára a KOI, BOI és a TOC mérése használatos. Megállapították, hogy a KOI és a BOI között nincs, a KOI és a TOC között egyértelmű összefüggés van. A KOI ISO szabvány szerinti meghatározása készülék- és időigényes, ezért fotometriás eljárást dolgoztak ki. Az ISO és a fotometriás eljárás közötti korreláció $R^2=0,984$ [104].

A papíripari elfolyó vizek, valamint a papírok keményítő-tartalmának meghatározásához kalibrációs görbe felvétele szükséges. Az egyes keményítő típusok abszorbenciája között nagy az eltérés. Ha a vízben vagy a papírban lévő keményítő típusa nem ismert, úgy célszerű a kalibrációs görbét több keményítő típus összekeverésével kialakított minta vizsgálati eredménye felhasználásával meghatározni [105].

A papír hulladékban lévő szekunder rost mennyiségi és minőségi meghatározására a PKI mérési módszert dolgozott ki. A vizsgálatban az újrarostosítás után kapott szuszpenzióból meghatározható a rosthozam, a rost minősége és a szennyvíz jellemzői. A mérési eredmények alapján a hulladékfeldolgozás teljes anyagmérlege felállítható [106].

• *Papíripari töltőanyagok és hatékony felhasználásuk*

A gyakorlatban előnyösen használható eljárás szép példája a papíripari töltőanyag előállítása hazai nyersanyagokból. Nedves technológiával előállítható töltő kaolin retenciója segédanyag hozzáadása nélkül az eddigi legjobb eredményt adja, a papír szilárdságát nem csökkenti, fehérséget és opacitást biztosító hatása jobb, mint az addig használt kaolinoké [107]. Optikai fehéřítőhatást vizsgáltak külön-

böző összetételű mázanyagokban. A kísérletek során olyan máz-receptet alakítottak ki, amely olcsóbb kaolint tartalmaz, kevesebb kötőanyagot igényel, de optikai fehéřítő hozzáadását teszi szükségessé [108].

A szegi kaolint szállító bányák készletének kimerülése után a PV a töltőanyag szükségletét importból kénytelenül biztosítani. A kutatók az import töltőanyagok helyettesítésének a lehetőségét keresték. Kísérleteikkel megállapították, hogy van olyan hazai nyersanyag, amelyből a világszerte alkalmazott nedves kaolindúsítási eljárásoknál nem bonyolultabb technológiával jó minőségű papíripari töltőanyagot lehet előállítani. Ennek feltétele azonban egy dúsítóanyag létrehozása [109].

Az aktív töltőanyag alkalmazásával a gyártási vízrendszer megtisztul a finomrosttól, az enyvező és a töltőanyagtól. Növekszik a papír szárazanyagtartalma, javul a papír kétoldalsága és a felületi szilárdság, csökken a papír porzási hajlama [110].

A szinte korlátlan mennyiségben rendelkezésre álló hazai kalcium-karbonát felhasználásának feltételeivel foglalkozik a Fűzfői Papírgyár, annak okán, hogy az összes töltőanyag szükséglet 96%-a tőkés importból származott. Előnye hogy a szitakoptatási értéke is kedvező, a kaolinnal elérhető 15% hamu helyett 20% hamutartalmat biztosítottak. Hexametafoszfáttal a 10 µm alatti szemcseméret-tartományt 30%-ról 70%-ra lehetett módosítani [111].

A KMF kutatói vizsgálták az aktív töltőanyag alkalmazásának a különböző enyvezési technológiákra gyakorolt hatását. Vizsgálati eredmények alapján megállapították, hogy az aktív töltőanyag hatása az enyvezésre, a hamutartalom emelkedése ellenére is kedvező, az alumíniumszulfát mennyisége jelentősen csökkenthető, illetve el is hagyható [112].

A kutatók megállapították, hogy az importot helyettesítő hazai CaCO₃ őrlmények minőségi követelmény miatt nem felelnek meg, ezért hazai nyersanyagok hasznosításával kedvező optikai tulajdonságú precipitált CaCO₃ töltőanyagot állítottak elő [113].

A szulfátos szalmacellulóz-gyártás vegyszer-regenerálási lépcsőjében melléktermékként

CaCO_3 , un. precipitált mészszipap keletkezik, amely a papír töltésére alkalmas kalcium-karbonátot teljes mértékben helyettesíti [114].

Az ELTE kutatói a töltőanyag visszatarthatást eddig nem ismert módon a részecskék felületi hidratációjának csökkentésével kívánták növelni, amelyhez HPB vegyszert használtak. A töltőanyag-eloszlást a papírban a hidrofobizálás nem rontja. Levonták azt a lényeges következtetést, hogy a retenció növekedésének elsődleges oka a hidrofilitás csökkentése és nem az izoelektromos állapot bekövetkezése [115].

A papír töltőanyag-tartalma szilárdság-vesztés nélkül növelhető a töltőanyag kationos diszpergálása révén. A zéta-potenciálban mutatkozó különbség jelentősen növeli a töltőanyag-retenciót. A pozitív zéta-potenciálú töltőanyag az alábbi előnyökkel jár: javul a lap enyvezettség, csökken a körvíz terhelése, csökkennek a károsgyanta-problémák, csökken a szennyvíz rostanyag-tartalma [116., 117]. A Fűzfői üzemi kísérletekkel igazoltan a rostra számított 2% kationos töltőanyag használatakor a távozó szitavíz KOI-ja 10%-kal csökkent, az enyvezőanyag-megtakarítás több mint 30%-os, a retenciószerszükséglete pedig 20%-kal kevesebb [118].

Világszerte a CaCO_3 töltőanyag elterjedése figyelhető meg, és egyre több papírt gyártanak precipitált kalcium-karbonáttal (PCC), amely jó optikai tulajdonságú fehér pigment, és nagy opacitású vékony papírok gyártásához gazdaságosan használható. A kísérletek tanúsága szerint a rozetta alakú kristályok szitakoptató hatása kedvezően kisebb [119].

• *Mázanyagok összetétele, tulajdonságai, reológiája*

Az enyvezőprésszel felhasználható mázanyagok reológiai tulajdonságait a kutatók már 1967-ben vizsgálták [120]. A kutatás középpontjában volt a módosított keményítők fajtájának és adagolt mennyiségének a hatása a tixotrópiára [121]. Egyes műanyag diszperziók a gyári felhasználhatóság szempontjából fontos tulajdonságot, a tixotrópiát jelentősen javították [122].

A papírmázakban a keményítő oldatok viszkozitása és vízvisszatartó képessége jelentősen megnő az alginát-fém komplexek jelenléte ese-

tén. A komplex alginátokból kevesebb mennyiség is elegendő a jobb vízvisszatartó-képesség eléréséhez. Az enyvezőprésszel mázolásnál a hőmérséklet és a nyomás emelésével egyaránt csökken a komplex és a nem komplex alginátok vízvisszatartó képessége. Ca^{2+} /alginát komplexet a nátrium-hexametafoszfát megbontja, ezért használatát kerülni kell [123]. A mázak szintetikus pigment tartalma jelentősen javítja a papír optikai tulajdonságait, nő a mázak festékmegkötő képessége. Adagolását a karbonát alapú mázakhoz javasolják [124]. A mázanyagok reológiai viselkedésének jellemzésére a folyásgörbe felvételére van szükség. A vizsgálatokban a kis sebességgradienshez a Brookfield, a közepes nyírásgradiensekhez a rotációs Rheotest, a nagy sebességgradiensekhez a nagy nyomású kapilláris viszkozimétert használták [125].

• *A papír optikai tulajdonságának kutatása*

A papírok enyvezőprésszel felületi színezése több előnyt nyújt az anyagában színezéssel szemben, nevezetesen csökken a gyártás során az átállási idő, kisebb a festékszükséglet, megszűnik a környezetszennyezés, lehetőség van a papír egyoldali színezésére [126].

A papírok egyenetlen átnézetének fő oka a g/m^2 egyenetlen eloszlása, amelyet fényabszorpciós vizsgálattal detektálhatunk. Az eloszlás értékelését korlátozza, ha a papírban különböző optikai tulajdonságú komponensek vannak. Ezek a hátrányok 5 g/m^2 érzékenységgű béta abszorpció vizsgálat alkalmazásával kiküszöbölhetők [127].

A nyomdai felhasználásra kerülő fehér könyvpapírok színárnyalatának azonossága fontos minőségi követelmény. 12 különböző fehér papír színíngadozását CIELAB skálán értékelve vizsgálták Momcolor D típusú színmérő berendezésen. Megállapították, hogy a színtelítettségnek, azaz a krómának (C_{ab}) van a legnagyobb szerepe [128].

A papír optikai tulajdonságainak előrebecslésére olyan módszert dolgoztak ki, amelynek segítségével a számos befolyásoló tényező együttes hatásaként kialakuló fehérség és opacitás prognosztizálható. A lapszerkezet

fehérségi fokának előrebecsléséhez az alapanyagok kiindulási fehérsége és a hamutartalom-változás a döntő [129].

Az ISO TC 6 által koordinált felhatalmazott laboratóriumok körébe való tartozásunk lehetővé teszi a fényreflexió mérésén alapuló vizsgálo műszereknek nemzetközi szintű hitelesítését. A cikk ismerteti a papír színárnyalatának a mérését is, valamint a különböző mérőkészülékek optikai geometriáit. Megtudhatjuk, hogy a reflektométerek nemzetközi hitelesítésének 3 szintű eljárása van: 1. szabványosító laboratóriumok, 2. felhatalmazott laboratóriumok, 3. üzemi vizsgálo laboratóriumok hitelesítési eljárásai [130., 131].

Az író-nyomó papírok színárnyalata és fehérsége színezés és optikai fehérités egyidejű alkalmazásával jelentős mértékben és kedvező irányban volt módosítható, így a CTMP kedvezőtlen szín- és fehérségcsökkentő hatása korrigálható [132].

• **A papír öregedésének tanulmányozása**

Vizsgálták a 40 és 110 év közötti életkorú papírokat, és a Rigidiméteren mért értékekből számították a Young (E) modulust. Megállapították, hogy az E érték jelentős mértékben függ a papírok korától, és maximumát 70 év körül éri el. Az E-érték növekedésének oka a vízfelvétel, és ennek következtében a képlékenység csökkenése, továbbá a rostok közötti kereszt-kötések miatt a kötőerő növekedése [133].

A papíröregedés és vizsgálata széles körben érdekelte a kutatókat. Megállapították, hogy az eredeti és polietilénlaminált újságy-nyomó papírok öregedéssel szembeni ellenállása laminálással a várható élettartam több mint háromszorosára növelhető. A várható élettartamot a papír hővel történő öregítésével és az Arrhenius-egyenlet alkalmazásával számították [134].

Az időálló papírok gyártásával kapcsolatos kísérletekben a rostösszetételt, a töltőanyagot, az enyvezőanyagot változtatták, semleges enyvezés körülményeinek megtartása mellett. A kaolin helyett alkalmazott kréta esetén a papír hővel és nedvességgel történő öregítése után is enyhén lúgos kémhatású

maradt. Szükség esetén a vas szennyeződés miatt 0,5% EDTA örlés alatti hozzáadása eredményes volt [135].

Egyes papírféleségek relatív tartósságának a meghatározására vizsgálati módszert dolgoztak ki abból a célból, hogy az archiválásra szánt papírok tartósságát növeljék. A könyvtári és múzeumi pótolhatatlan kultúrtörténeti emlékek tönkremenetelét ugyanis ezen vizsgálatok eredményeinek felhasználásával meg lehet akadályozni. A tartósságot a Zsurkov-féle termofluktuációs szilárdsági elmélet alapján jelezték előre. A vizsgálat viszonylag egyszerű és gyors. A kísérleti öregedésálló papírok relatív tartóssága az egysegül szolgáló finn irodai papír tartósságának 200-szorosa [136].

A papír öregedése termoanalitikai módszerrel (ammónia-szorpció, fejlődő gáz analízise, dinamikus termomechanikai analízis /DMA/) is meghatározható. A Du Pont TEA készülékével egy speciális gázanalízis végezhető, amely a papírmintából hő hatására felszabaduló gázokat elemzi. Ez alkalmas az öregedés során keletkező szerves bomlástermékek kimutatására. A DMA vizsgálati eredmények szerint nem várhatunk teljes analógiát a természetes és a mesterséges öregedés között. A kutatást összefoglaló cikkért a szerző Földi László Irodalmi Díjban részesült [137]. A cellulóz molekula degradációja többek között a papír öregedése során is végbemegy. A termikus degradáció során a glükózidos kötések bomlása véletlenszerű és láncszakadáshoz vezet. A molekula-tömeg-eloszlás vizsgálata a feltételezett véletlenszerű bomlást igazolta. A depolimerizáció két mechanizmus szerint játszódik le: az un. peeling reakcióban a láncvégről egy-egy molekula hasad le, más esetben a láncmolekula ketté válik és két kisebb hosszúságú molekula képződik. [138].

• **A papír ragasztásával összefüggő kutatások**

A papíripari ömledékragasztók ragasztó hatását vizsgálják a PKI munkatársai, együttműködve a BME Szerves Kémiai Technológiai Tanszékével. Egyszerű, gyors, az üzemi labora-

tóriumokba is bevezethető módszert dolgoztak ki az üzemi ragasztási folyamat előre becsülésére. A kidolgozott eljárás összehasonlító vizsgálatként alkalmas a különböző hotmeltek nyitott idejének és a kritikus tapadási erő értékének, valamint egyes papírfajták ragaszthatóságának vizsgálatára [139].

A papíripari diszperziós ragasztók ragasztóképeségének vizsgálatával foglalkoztak a BME Szerves Kémiai Technológiai Tanszékének kutatói. A módszer alkalmas egy adott papírfajta ragasztásához megfelelő ragasztó kiválasztására [140].

A PKI munkatársai a hazai nyersanyagokra épített búza- és kukoricakeményítő bázisú hullámpapírlemez ragasztó koncentrátumok előállításával és viselkedésük részletes tanulmányozásával foglalkoztak. A kísérletekhez a Brabender-féle viszkoamilográfot, a hullámpapírlemez ragasztás körülményeinek szimulálására a PIRA-típusú adhézióvizsgáló berendezést használták [141].

Hajtogatott dobozkarton ragasztási kötészilárdságot vizsgálták PIRA Adhesions Tester készülékkel. Megállapították, hogy a kialakult kötőerőt jelentősen befolyásolják a kartonfelület jellemzői. Ha a felület szívóképes és a nyitott idő hosszú, úgy gyenge kötőerőt kapunk. A kartonfelület minőségének ingadozásából származó hátrány nem kompenzálható nagy kötőerejű ragasztókkal [142].

A nagy szárazanyagtartalmú (29-30%) ragasztó készítését az indokolta, hogy a ragasztó vízálló adalék komponense csak ekkor fejti ki hatását, másrészt kevesebb vizet kell elpárologtatni, emiatt a gépsebesség növelhető. A kidolgozott receptura alapján készült 29% szárazanyagtartalmú ragasztó viszkozitása (1 500-2 000 mPas) azonos a normál (23-24%-os) ragasztó viszkozitásával [143].

Kutatás a papírok, hullámpapírlemez minőségének javítására, gazdaságos gyártására

- **Hullámalappapír, hullámpapírlemez**

A hullámalappapíroknak legnagyobb merevséget (CMT₀) olyan félcellulózok biztosítják,

amelyben a kétkomponensű fakeverékek aránya: nemes nyárfa 25 és 50%, a bükkfáé pedig 50 és 75% között van. A legnagyobb szakítómunka értéket a nagy fűzfatartalmú keverékek adják. A kutatómunka eredménye alapján kimondható, hogy össze kell hangolni a fakeverékek összetételét és a félcellulóz minőségi paramétereit. A kutatást az indokolta, hogy abban az időben a PV 300 millió m² hullámterméket gyártott [144].

Gazdaságossági szempontok miatt fehérített cellulóz helyett növekvő mennyiségben használnak facsiszolatot mázolatlan és mázolt alappapírok gyártásához. A kutatás eredménye szerint a facsiszolat tartalom 40%-ról 60%-ra növelése nem okozza a papír számottevő szilárdságcsökkenését. A feltépődési szilárdság és a töltőanyag-retenció javítását kationos keményítő anyagában való adagolásával érték el. A nagyobb hamutartalommal két szín nyomtatására alkalmas papír volt gyártható 60% facsiszolat tartalommal [145].

A hullámközépréteg papírok minőségének javítására a papírt lignoszulfonát tartalmú oldatokkal enyvezőprésszel felületileg kezelték. A hazai használt lúgok besűrítés után az import lignoszulfonát származékokkal egyenértékűek. A kezelés előnye, hogy olcsó rostösszetétel mellett magasabb minőségi kategóriába tartozó fluting papír előállítását teszi lehetővé, illetve a félcellulóz elhagyásával 100% vegyes papírhulladék bázison gyárthatók a hullámalappapírok [146]. A BME Szerves Kémiai Technológiai Tanszék és a Szolnoki Papírgyár kutatói módszert dolgoztak ki a keményítő nátrium-hipoklorit oxidációjára. Az oxidált polimer papíripari felületkezelő, mázoló segédanyagként, illetve ragasztószerként használható, és importkiváltást tesz lehetővé. A kezelés hatására a hullámközépréteg CMT₀ értéke a kezeletlenhez képest 75%-kal nagyobb [147].

A hullámalappapírok SCT értékének növelésére a kutatók a 40-50% fehérítetlen búzaszalma cellulóz adagolását javasolják. Az SCT további növelése őrlés útján plusz 10-15 SR° emelésével lehetséges [148].

A kutatók vizsgálták a mélyhűtés hatását a hpl dobozok szilárdsági tulajdonságaira.

Megállapították, hogy a mélyhűtés a dobozok szilárdságát csak igen kis mértékben befolyásolja. A szilárdságcsökkenés kisebb mint 5%. Az alkalmazott nedvességtaszító felületkezelés nem nyújt előnyt. A dobozok BCT értékeinek szórása nagyobb, mint a mélyhűtésből származó teherbírás csökkenése [149].

Gyártás közbeni nedvességtartalom gyors ellenőrzésére L&W Celluref készüléket használtak, megállapítva, hogy a hpl egyensúlyi nedvességtartalma 24-36 órán belül beáll. A lemezek túlszáritása esetén azonnal be lehet avatkozni a száritási teljesítmény csökkentésével, de kedvezőbbnek találták a vizes permetezést, ami 1-2%-kal növelte a lemezek nedvességtartalmát. A hpl alappapírok törési ellenállásának feldolgozás előtti vizsgálatával a lemez gyártás alatti fedőréteg-repedése kizárható (150).

• Író-, nyomópapírok

A több-szines ofszetnyomatáskor a papír keresztirányú nedves méretváltozása megnehezíti a pontos nyomatillesztést, amely lineárisan csökkenthető a töltőanyag-tartalom növelésével, valamint nedves szilárdító segédanyag adagolásával. A nedves méretváltozást kedvezőtlenül befolyásolja az őrlésfok növelése [151].

A papírok töltőanyag-tartalma növekedését szorgalmazzák, részben a rostanyag magasabb ára, másrészt a töltőanyagoknak a papír optikai tulajdonságára gyakorolt pozitív hatása miatt. A kutatás arra irányult, hogy a töltőanyag-növelés negatív hatását csökkentsék, a retenció, a futtathatóság és a szilárdsági jellemzők megtartása mellett. Koflokkulációs anyagként az 50 SR° -ra kiőrölt szalmacellulóz szolgált. Ezzel az eljárással a papír szilárdsága javult és a fehérsége csak kis mértékben csökkent [152].

• Egészségügyi papírtermékek

A kutatók megállapították, hogy a kapillárisok folyadékfelvételét leíró Lucas, valamint a felületen a folyadék vízszintes terjedését meghatározó Lucas-Washburn egyenlet nem veszi figyelembe az egészségügyi papírter-

mékek felépítését, a légréseket, a kapillárisok közötti kölcsönhatást. Különböző termékek (vatták, pelenkák, tamponok, tisztasági betétek, egészségügyi betétek) vízvisszatartását, sóoldat-visszatartását, a sóoldat áteresztését terhelés alatt, jó szorpciós kapacitást határoztak meg, amelyből becsülték a cellulóz fajlagos felületét (m^2/g) a jó-d-molekula helyigényéből számított felülettel ($1 \text{ mg jó-d } 0,7116 \text{ m}^2 \text{ felület}$). Megadják a vizsgált egyes termékek jellemzőit [153].

Zárszó

L. Ericsson az STFI elnökhelyettese így nyilatkozik: „Állítom, hogy a cellulóz és a papír- ipar a világ leginkább tudásigényes szektora. Egyetlen más iparág sem terjed ki a tudomány és a technológia ilyen sok fejlett területére” ... „a papír gyártása a legmagasabb tudásszintet igényli a kémia, a fizika, mechanika, biotechnológia, információtechnika, mérési technológia területén”

A Papír- ipar a legteljesebb mértékben betölti többek között azt a szerepét is, hogy a legújabb hazai és külföldi papír- ipari kutatásokról, azok eredményeiről, módszertanáról tájékoztat. Ezt a célt szolgálja a tudományos kutatással foglalkozó cikkek széles köre és nagy száma.

Felsővezetőink részéről annak belátása szükséges, hogy K+F célok, programok, feladatok megoldása nélkül holnap is azt tesszük, amit ma – és ez a piaci versenyben ma már nem elégséges. Szakembereink feladata, hogy kapcsolódjanak be a fejlesztő munkába, működjenek együtt a „hivatásos” kutatókkal, és a kutatás eredményeit a gyakorlatban hasznosítsák, üzemi tapasztalataikkal kiegészítsék és továbbfejlesszék. A kutatási eredmények alkalmazása ugyanis javíthatja a minőséget, csökkentheti a költséget, mérsékelheti a környezetszennyezést és jelentősen hozzájárulhat a vállalatok sikeréhez.

Megjegyzés: Az irodalmi hivatkozások – terjedelmi okokból – a következő, Bibliográfia fejezetben szerepelnek (szerk).