

Marcus Wallenberg díj

A legjelentősebb nemzetközi technológiai díj idén *Paul Olof Meinandert*, a finn POM Technology Oy cég elnökét illeti, akinek a svéd király össze fogja átnyújtani a Marcus Wallenberg díjat.

Meinander innovációja a papírgép nedves szakaszát sokkal kompaktabb és egyszerűbb felépítésűvé teszi. A vízrendszer, illetve az áramló térfogat a jelenlegi szint 70-90%-ával csökkenthető.

Meinander így ír a kompakt nedves szakasz jelentőségéről. a papírgép hatékonyságának vonatkozásában: e szakasz feladata az, hogy megfelelő időben biztosítsa a megfelelő anyagot, zavarás (keveredés) nélkül. Az anyag akkor megfelelő, ha sebessége állandó, nem tartalmaz gázt, szennyet vagy nyálkát, ami megzavarhatja a folyamatot, szakadást okozhat. A szabályozó rendszernek gyorsnak és egyszerűen kezelhetőnek kell lennie. A futtathatóság legfontosabb tényezője a stabil áramlás.

A POM-rendszer lényege az, hogy az anyagösszetételt a lapképző rendszerhez minél közelebb kell beállítani, és a stabilitás és a gyors stabilizáció érdekében a keringető rendszernek a lehető legközvetlenebbül, leghatékonyabban kell működnie (ld. ábra).

Mindezek megvalósítása a POMix behordó processzor (holtideje: 1 perc) alkalmazá-

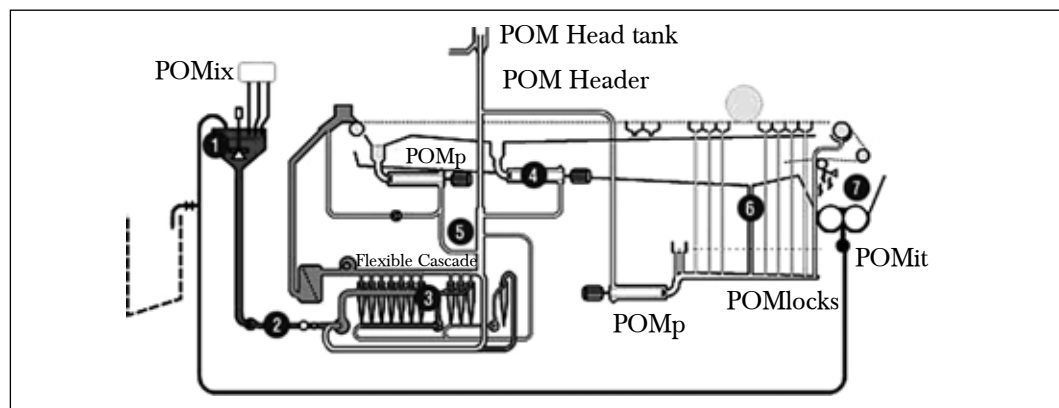
sával lehetséges. A bevitt levegőt a POMps centrifugális gázmentesítő távolítja el, mindjárt a folyamat elején, és egyben nyomással a körvízrendszer-elosztóba (POM Header) táplálja a vizet. Ez az elosztó egy olyan csőrendszer, mely hierarchikus sorrendben fogadja a körvíz-frakciókat, a legsűrűbbet a fenékről, a leghígabbat a felső részről. Ezután úgy osztja el a vizet a hígítási pontokra, hogy a legsűrűbb a felfutószekrényhez kerül, és csak a leghígabb hagyja el a rendszert a túlfolyón keresztül. Ily módon a retenciós veszteség nagyon hamar visszakerül a lapképzőre. Ez az elosztó kiküszöböli a turbulenciát.

A gáz eltávolítása a korábban említett centrifugális gázmentesítő szivattyúval történik, amelyből a behordási kapacitás függvényében többet, maximum 6 egységet alkalmaznak papírgépenként.

A POM-rendszer jelentősen növeli a hatékonyságot. Németországban, az Albruck gyárban 3% hatékonyságnövekedést idézett elő az első POM-rendszer felszerelése. A további alkalmazások 10%-os javulást jelentettek.

Forrás: Paper Making & Distribution 3 (1) 11 (2004-febr.) www.pom.fi

P. É



1. ábra. Technológiai folyamatára

Szekunderrostok minőségének javítása α -amilázos kezeléssel*

Dr. Hernádi Sándor, Lele István, PKI Kft. Budapest

Összefoglalás

A szekunderrostból gyártott papír szilárdsági tulajdonságainak javítására nagyon gyakran különböző keményítő-származékokat használnak fel. A keményítő a rost-víz rendszerben speciális ragasztóként működik, amely a rostokat egymáshoz köti. Ezen hatás elérése érdekében a keményítőnek adszorbálódnia kell a rost felületén. Mivel a rostfelület különböző anyagokkal telített (töltőanyagok, enyvezőanyagok, fibrillák, törmelékrostok, keményítő-származékok), a keményítő adszorpciójára alkalmas rostfelület nagyon korlátozott.

Ezen okok miatt a már előzőleg keményítőt tartalmazó rostszuszpenzió esetében a keményítőszármazékok adagolása a nem kielégítő adszorpció miatt sikertelen lehet.

Ezt jól szemléltetik azok a kísérleti eredmények, ahol ugyanazt a rostot egymás után hét alkalommal használtunk fel papír előállítására és újbóli rostosításra, minden alkalommal azonos mennyiségű kationos keményítőt és enyvezőanyagot alkalmazva. Megállapítottuk, hogy az ismételt papírgyártás-rostosítás során a szilárdsági tulajdonságok fokozatosan romlottak. A csökkenés oka egyéb más okok miatt a keményítő gyenge adszorpciója, más szóval kedvezőtlen retenciója,

Mivel az adott körülmények között a keményítő retenciója az első esetben több mint 85%-os volt a rostok újabb és újabb felhasználásakor, annak ellenére, hogy ugyanolyan mennyiségű keményítőt adagoltunk, a retenció fokozatosan csökkent és a hetedik újra rostosítás és lapképzés után a retenció csak 15%-os volt.

Ennek a negatív hatásnak a kiküszöbölésére a keményítő adszorpciójának javítására a rostok α -amilázos kezelését végeztük el.

A kísérletek során meghatároztuk a legjobb kezelési körülményeket (enzimadagolás,

hőmérséklet, kezelési idő, pépsűrűség) megfelelő keményítőadszorpció elérése és az újra-gyártott papír szilárdsági tulajdonságainak javítása szempontjából.

Bevezetés

A szekunderrostok növekvő felhasználása szükségessé teszi újabb technológiák kifejlesztését annak érdekében, hogy ezekből a rostokból jó minőségű papírokat lehessen előállítani. Ennek érdekében igen gyakran keményítőt, illetve keményítőszármazékokat használnak fel a papír adalékanyagaként. A keményítő a rost-víz rendszerben mint speciális ragasztóanyag működik, amely a rostokat egymással összeragasztja. Ahhoz, hogy a keményítő ezt a hatást kifejtse, először adszorbeálódnia kell a rostfelületen. Mivel a szekunderrostok felületét már előzetesen különböző anyagok elfoglalták (töltőanyagok, enyvezőanyagok, fibrillák, törmelékrostok, a papírgyártás során adagolt különböző segédanyagok) a szabad hely, amelyen a keményítő adszorbeálódni képes, erősen korlátozott nagyságú. Ezen okok miatt a keményítő adagolása olyan rost szuszpenzióhoz, amely már korábban tartalmazott keményítőt, a nem megfelelő keményítő-adszorpció miatt nem mindig sikeres.

Először a keményítő adszorpcióját tanulmányoztuk olyan rostokon, amelyekből már néhányszor egymás után papírt állítottunk elő papírgyártás-rostosítás-papírgyártás ciklusban, minden egyes ciklusban ugyanannyi kationos keményítő és enyvezőanyag hozzáadásával. Ezt a műveletet hatszor ismételtük meg egymás után, minden egyes gyártott papírt bevizsgáltunk a fizikai tulajdonságok és keményítőtartalom meghatározása céljából. Mint ahogy az várható volt, mind a keményítő retenció, mind a fizikai-mechanikai tulajdonságok csökkentek ugyanazon rostok ismételt használata esetén.

* „A biotechnológiai papíripari alkalmazása” c. COST E23 akció keretében megrendezett Workshop-on elhangzott előadás. 2003. nov. Viterbo, Olaszország.

Improving the recycled fibre performance by means of α -amylase treatment*

Alex Hernadi – Istvan Lele, Paper Research Institute

Abstract

For the improvement of strength properties of paper produced from recycled fibres very often different starch derivatives have been used. The starch in the fibre-water system acts as a special glue which bonds the fibres to each other. To perform this action starch at first has to be adsorbed on the fibre surface. As the fibre surface is occupied by different substances (fillers, sizing agents, fibrils, debris, derivatives of starch, etc.) the site on which the starch can be adsorbed is very limited.

For this reason addition of the starch derivatives to the pulp slurry having starch already in its composition may be not successful because of unproper adsorption.

It is well demonstrated in the experiments where the same fibres were used consequently seven times producing and repulping the paper, adding in each case the same amount of sizing agent and cationic starch.

It was found that strength properties gradually decreased during repeated use of the same fibres. The reason of this decrease was among others the poor adsorption or in other words low retention of the starch.

As in the given circumstances the retention of the starch in the first case was more than 85%, in the following reuse of the fibres, despite of the fact that the same amount of starch was added, its retention was gradually reduced and in case of the seventh repulping and papermaking it was only 15%.

To eliminate this negative effect, for the improving of adsorbability of the starch on the fibre surface an α -amylase treatment of the fibres was performed.

During the trial the best treatment parameters were established (enzyme dosage, temperature, duration and pulp consistency) to get appropriate starch adsorption and strength properties of the newly produced paper.

* Contribution on the Workshop of COST E23 action: „Application of biotechnology in the paper industry”. 2003. nov. Viterbo, Italy

Introduction

The rising utilization of secondary fibres makes necessary to develop new technologies to make these more suitable for manufacturing of good quality papers. For this reason very often starch and starch derivatives are utilized in paper. The starch in the fibre-water system acts as a special glue which bonds the fibres to each other. To perform this action starch at first has to be adsorbed on the fibre surface. As the surface of secondary fibre has been previously occupied by different substances (fillers, sizing agents, fibrils, debris, different chemical aids used in papermaking processes) the free site on which the starch can be adsorbed seems to be very limited. For this reason addition of the starch derivatives to the pulp slurry having starch already in its composition may not be successful because of improper adsorption of the starch.

At first starch adsorption on the pulp surface was studied using the same fibres several times producing paper from them by repulping the produced paper adding in each case the same amount of sizing agent and cationic starch. This procedure was repeated six times. Each paper was tested for starch content and physico-mechanical properties. As it was expected starch retention as well as the physico-mechanical properties were reduced at each reuse of the same fibres.

To clean up the fibre surface and this way to improve the retention of starch an enzymatic treatment was used. It is well known that starch can be easily eliminated from the surface hydrolysing it to small water soluble molecules e.i. glucose or oligosaccharides which have no absorption affinity to the surface. This practice is well known in the textile industry where during spinning and weaving a so called sizing agent very often starch or its derivatives are used and serves as protection of the yarn during mechanical manipulation. It is than removed by hydrolysis performed by treatment of acids or hydrolysing enzymes such as α -amylase.

A rostfelület megtisztítása és a keményítőre-tenció javítása érdekében enzimatikus kezelést alkalmaztunk. Jól ismert tény, hogy a keményítő a rostok felületéről könnyen eltávolítható olyan módon, hogy a keményítőt kisebb, vízben oldódó molekulákká, glükózzá vagy oligoszaharidokká hidrolizáljuk, amelyek nem mutatnak adszorpciós affinitást a rostfelülettel szemben. Ez a gyakorlat jól ismert a textiliparban, ahol a fonás és a szövés során ún. írező anyagot használnak, mely sok esetben keményítő vagy származéka, és a szerepe a szál védelme a mechanikai műveletek során előforduló károsodásokkal szemben. A fonás, illetve szövés után ez az írező anyag savas kezeléssel vagy hidrolizáló enzimekkel, pl. α -amilázzal távolítható el.

Az amilázok felhasználásáról a hulladékpapír újrarostosításakor, valamint a szekunderrostokat használó rendszerben a szitavíz tisztítására vonatkozó alkalmazásról az irodalomban csak korlátozott adatok találhatóak [1,2]. Egy az enzimek felhasználásával foglalkozó összefoglaló tanulmány is megemlíti, hogy az amiláz enzim felhasználható a különböző visszagyűjtött papírok keményítő-tartalmának csökkentésére [3]. Néhány korábbi kutatási munkában szintén beszámoltunk a keményítő rostokhoz való adszorpciójának problematikájáról. [4,5].

Anyagok és módszerek

A kutatómunkát két részre bontottuk. A tanulmány első részében kísérleti papírgépen 100% szulfátcellulózból fenyőgyantával enyvezett, 1% kationos keményítőt tartalmazó papírt állítottunk elő. Előállítás után ezt a papírt újra rostosítottuk és ismét fenyőgyantával enyvezettük és kationos keményítőt adagoltunk. Ezt a folyamatot egymás után hatszor ismételtük meg, minden egyes alkalommal mértük a papír keményítőtartalmát és a papír fizikai-mechanikai paramétereit. A kereskedelmi amiláz (Gamalpha P 120L) hatását vizsgáltuk a munka második részében, ahol változtattuk az enzim mennyiségét, a kezelési időt, a pH-t és a kezelés hőmérsékletét. Figyelembe véve a későbbiekben megvalósítható nagyüzemi technológiát is, az előzetes kísérletek adatai alapján

a kezelési hőmérsékletet, a kezelési időt és a közeg pH-ját a további kísérletekben állandó értéken tartottuk. Ezek szerint ezeket a paramétereket az alábbi értéken tartottuk: hőmérséklet 50°C, kezelési idő 60 perc, a rostsuszpenzió pH-ja 6-6,5. A felhasznált enzim mennyisége 0,1, 0,3, 0,5 és 1 ml kereskedelmi enzim 100g rostra számítva. A felhasznált enzim aktivitása 120000 GPU/ml.

A kezelés után az enzimreakciót a rostsuszpenzió szobahőmérsékletre hűlésével megszakítottuk. Az enzimesen kezelt rostsuszpenzióból az alábbi vizsgálatokat végeztük el: őrlési fok, víztelenedési idő, WRW érték, illetve keményítőtartalom. A fenti értékeket összehasonlítottuk a kezeletlen rost hasonló paramétereivel.

Az enzimes kezelés után a rostokat 100-as szitán leszűrtük és a szűrletben meghatároztuk az összes szárazanyag-tartalmat (TDC), a lebegőanyag-tartalmat (TSS), a pH-t, a vezetőképességet, a zavarosságot, a redukáló cukor mennyiségét, a keményítőtartalmat, valamint a hamutartalmat.

Végezetül nagyobb mennyiségű, keményítőt tartalmazó hulladékpapír rostosítását és enzimes kezelését végeztük el 1ml enzimet adagolva 100g rostra, majd az enzimes kezelés után az enzimreakciót leállítottuk és 1%, illetve 2% kationos keményítő adagolásával próbalapokat állítottunk elő. Az előállított próbalapokban meghatároztuk a keményítő mennyiségét, valamint a lapok fizikai-mechanikai tulajdonságait.

A kapott eredmények értékelése

Az egymás után kétszer rostosított és újra felhasznált rostokból előállított papírok fizikai-mechanikai paramétereit az **1. táblázat** adatai mutatják. Látható, hogy az ugyanazon rost ismételt felhasználása során gyártott papírok fizikai tulajdonságai fokozatosan romlanak.

A legnagyobb változást az első újra felhasználás, majd azt követően a 4. felhasználás után tapasztaltuk. A szakítás és a repesztés értékei igen jelentős mértékben csökkentek, ugyanakkor a tépési mutató csak a 6. újra-használat után csökkent. Az enyvezettség (Cobb₆₀ érték)

About the use of amylases to improve desintegration of waste paper as well as cleaning of white water in the secondary fibre utilization system there are only limited data in the literature [1,2]. One article which deals with enzyme utilization in the pulp and paper industries in general also mentions that currently amylase is used for starch removal from various recovered paper processing systems [3], some earlier research work of ours also has dealt with starch adsorption problems [4,5].

Methods and materials

The study was divided into two different parts. In the first part paper was made on the experimental paper machine from 100% craft pulp sized with rosin size and having 1% cationic starch in its composition.

After preparing this paper was repulped and again rosin size and cationic starch were added. This procedure was repeated six times, and after each step sample was taken and analysed for starch content and physical properties.

The effect of a commercial amylase (Gamalpha P120L) was evaluated in the second part in which the variables were enzyme dosage, temperature, pH, and treatment time. Taking into consideration the later industrial application, after the preliminary experiments the temperature, time of the treatment and the pH were kept unchangeable in the further experiments. Values

of the variables were as follows: temperature 50°C, treatment time 60 min, pH of the pulp slurry was kept between 6-6,5. The dosage of the amylase enzyme was 0,1 0,3 0,5 and 1ml commercial enzyme per 100 g of dry pulp. The activity of the enzyme was 120.000 GPU/ml.

After the treatment enzyme reaction was stopped by cooling the pulp slurry to room temperature. The following pulp properties were studied after enzyme treatment: freeness, drainage time, WRV and starch content, and these were compared with untreated pulp properties.

After enzymatic treatment the fibres were filtered through wire mesh 100 and the filtrate was tested for TDC, TSS, pH, conductivity, turbidity, reducing sugars, starch content and ash.

Finally a larger quantity of the waste paper was repulped and treated with enzyme at dosage 1ml enzyme for 100g pulp and after treatment enzyme reaction was stopped and handsheets were prepared by adding 1% and 2% of cationic starch. The prepared handsheets were tested for physico-mechanical properties and starch content.

Results and discussion

The change in the properties of papers produced consecutively from the same pulp seven times is shown in **table 1**. It can be seen that physical properties decreased gradually during repeated utilization of the same pulp.

Number of recycling*	g/m ²	Tensile kN/m	Burst kPa	Tear Nm	Cobb ₆₀	Air permeability Gurley, sec	Ash %	Starch content %
None	80,0	6,67	400	864	20	63,4	1,9	0,75
1	78,6	4,78	298	928	20	24,5	3,0	1,4
2	78,6	4,62	261	956	20	16,7	3,8	1,85
3	79,4	3,78	209	941	26,5	13,5	4,9	2,00
4	79,3	3,47	159	933	29	10,1	6,2	2,15
5	77,4	2,48	90	977	38,5	6,7	7,0	2,35
6	80,5	1,9	69	776	58,5	5,4	9,1	2,50

Table 1. Changing of paper properties during repeated recycling

* Paper was made repeatedly from the same pulp such way that the paper was produced and repulped and again produced and repulped etc. At each new step 1% of cationic starch and 0,7% rosin size were added and the paper was made on the experimental paper machine.

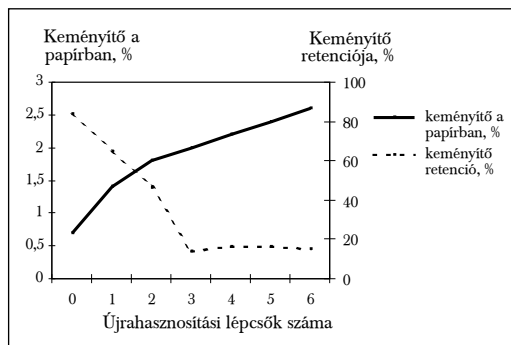
Újra-hasznosítás száma*	g/m ²	Szakító-szilárdsága kN/m	Repezítés kPa	Tépőerő Nm	Cobb ₆₀	Lég-áteresztés Gurley ,sec	Hamu %	Keményítő-tartalom %
0	80,0	6,67	400	864	20	63,4	1,9	0,75
1	78,6	4,78	298	928	20	24,5	3,0	1,4
2	78,6	4,62	261	956	20	16,7	3,8	1,85
3	79,4	3,78	209	941	26,5	13,5	4,9	2,00
4	79,3	3,47	159	933	29	10,1	6,2	2,15
5	77,4	2,48	90	977	38,5	6,7	7,0	2,35
6	80,5	1,9	69	776	58,5	5,4	9,1	2,50

1. táblázat. A papír tulajdonságai ismételt újrahasznosításnál

a 2. újra-használat után kezdett romlani. A légáteresztés és a hamutartalom nagy mértékben növekedett, a légáteresztés növekedése 10-szeres volt, a hamutartalom növekedése pedig 4-szeres volt. A keményítőtartalom, ahogy várható volt, az első újra-használat után 0,65%-kal, a második után 0,45%-kal, míg ezt követően csak 0,15-0,20%-kal növekedett, ami azt jelenti, hogy a beadagolt keményítőnek csak a 15-20%-a adszorbeálódott a rostok felületén.

Hasonló eredményt mutat az 1. ábra is, ahol az összes keményítőtartalom, valamint a keményítőtartalom növekedése látható az egyes újrahasznosítási lépések után.

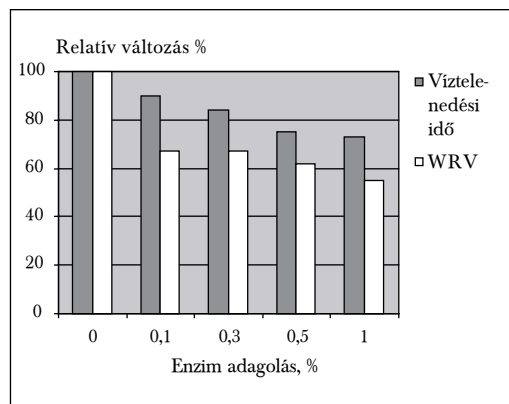
Az 1. ábrán lévő görbék közül látható, hogy az adott rendszerben a keményítő tartalom egy határértékhez közelít, ami az adott esetben nem több mint 3%.



1. ábra. Keményítőtartalom és keményítő-retenció az újrahasznosítási lépések számának függvényében

		Kezeletlen rostanyag	Enzimadagolás, %			
			0,1	0,3	0,5	1,0
Őrlésfok	SR°	47	47	46	46	45
Víztelepedési idő	sec	60,4	57,2	53,7	48,4	47,4
WRV	%	213,1	152,4	155,8	136,7	127,7
Keményítőtartalom	%	3,49	1,51	1,07	0,87	0,7

2. táblázat. Rosttulajdonságok enzimes kezeléskor



2. ábra. Összefüggés az enzimidagolás, a víztelepedési idő és a vízviszataradási érték között

The biggest change was observed at the first reuse, than after the 4th reuse. The tensile and burst changed very significantly while tear didn't decrease and decreasing was observed only after the 6th reuse. The sizing (Cobb value) worsened after 2nd recycling. The air permeability and ash content increased very significantly, air permeability increased more than ten times and ash content more than four times. The starch content as expected increased at first recycling by 0,65% than by 0,45 and after that only by 0,15-0,2% which means that only 15-20% of the added starch was adsorbed by fibres.

The same finding is shown on **fig. 1.** where the total starch content and the starch surplus after each recycling step can be seen. From the curves on **figure 1.** it can be seen that the starch content in a given system approaches a limiting value which seems to be not more than 3%.

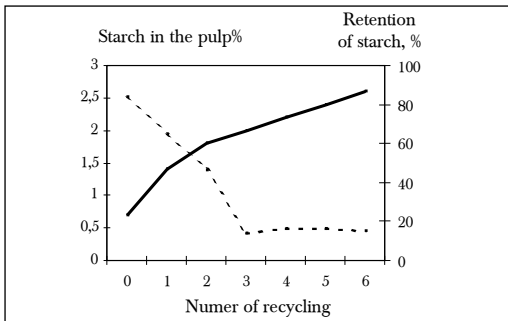


Figure 1. Starch content and starch retention vs. number of recycling

The pulp properties after enzymatic treatment are shown in **table 2.** and on **fig. 2.** In **table 2.** it can be seen that due to the action of the amylase enzyme

Parameters		Untreated pulp	Enzyme dosage in %			
			0,1	0,3	0,5	1,0
Freeness	SR°	47	47	46	46	45
Drainage time	sec	60,4	57,2	53,7	48,4	47,4
WRV	%	213,1	152,4	155,8	136,7	127,7
Starch content	%	3,49	1,51	1,07	0,87	0,7

Table 2. Pulp properties after enzyme treatment

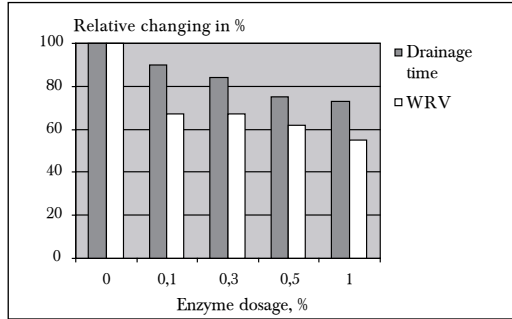


Figure 2. Correlation between enzyme dosage and drainage and WRV of pulp

pulp properties undergo very significant changes. All of the measured parameters changed to a great extent except for the freeness which changed only slightly. The changes of drainage time and WRV expressed in percent of the untreated pulp are shown on **fig. 2.** It can be seen that WRV decreased by 40% and drainage time by 23% in case of 1% enzyme dosage, but when using smaller enzyme dosage the decrease was still considerable and even 0,1% enzyme dosage caused 5% decrease in drainage time and 28% decrease of WRV.

The significant action of the amylase is demonstrated by drastic decrease of starch content in the pulp after enzymatic treatment as it is shown on **fig.3.** It can be seen that even 0,1% of the enzyme reduced starch content more than by half (3,5% starch occurred in the untreated pulp, it decreased to 1,5% after adding 0,1% of amylase). Further enzyme dosage caused further starch decrease and when the enzyme dosage reached 1% the remaining starch was only 0,7%.

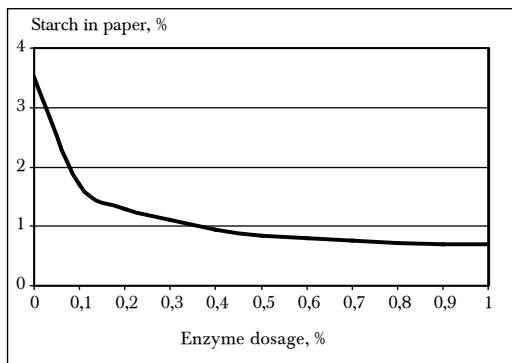


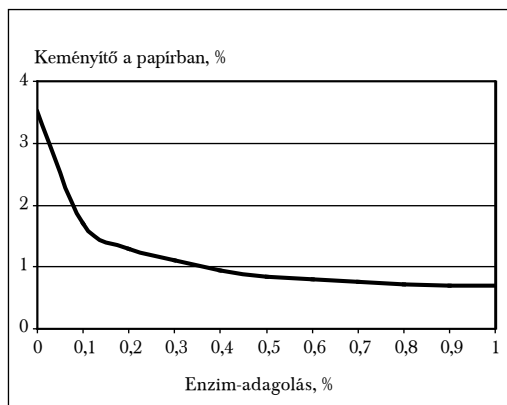
Figure 3. Starch content vs. enzyme dosage

A rostok tulajdonságait az enzimatikus kezelés után a **2. táblázat** és a **2. ábra** szemlélteti. A **2. táblázatban** látható, hogy az amilázos enzimes kezelés következtében a rosttulajdonságok igen nagy mértékben megváltoznak. Valamennyi vizsgált paraméter az őrlésfok kivételével – amely csak kisebb mértékben változott – igen jelentős mértékben változott. A víztelenedési idő és a WRV érték a kezeletlen rostanyag paraméteréhez viszonyítva látható a **2. ábrán**. Látható, hogy a WRV érték 1% enzimadagolás hatására 40%-kal, a víztelenedési idő pedig 23%-kal csökkent, de a kevesebb enzimadagolás esetében a csökkenés fokozatosan kevesebb volt, de még 0,1%-os enzimadag esetén is a víztelenedési idő 5%-kal, a WRV értéke pedig 28%-kal csökkent.

Az amiláz lényeges hatását mutatja a rost keményítőtartalmának drasztikus csökkenése az enzimes kezelés következtében, ahogy ezt a **3. ábra** mutatja.

Látható, hogy már 0,1% enzimadagolás több mint a felére csökkenti a pép keményítőtartalmát (a kezeletlen rost szuszpenzió 3,4% keményítőtartalmával szemben 0,1% enzim hatására a keményítőtartalom 1,5%-ra csökkent. A további enzimadagolás tovább csökkentette a rostsuszpenzió keményítőtartalmát és amikor az enzim adagolás elérte az 1%-ot, a rostban visszamaradó keményítő mennyisége csak 0,7% volt.

A rost enzimes kezelése nem csak a rostjellemzőket változtatta meg, hanem a szita-



3. ábra. A keményítőtartalom és az enzimadagolás összefüggése

víz tulajdonságai is lényegesen megváltoztak, ahogy ezt a **3. táblázat** adatai is mutatják. Az összes szárazanyagtartalom (TDC) csak kisebb mértékben változik, de az összes lebegőanyag (TSS), amelyet főleg a finomrost, illetve a kolloidális anyagok mint például a keményítő alkotják, igen nagy mértékben változik, és 1% amiláz adagolásakor a TSS csökkenése közel 80%-os. Ez a TSS-csökkenés megmutatkozik a zavarosságon is. A kezdeti zavarosság a 2620 NTU értékről 1255-re csökken. A TSS és a zavarosság jó korrelációban van egymással, mint ahogy ez a **4. ábrán** is látható.

Az enzim hatásosságát a glükóz vagy más redukálóanyag képződésével jellemezhetjük, mivel az enzim hidrolizálja a keményítőt és

		Kezeletlen rostanyag	Enzimadagolás, %			
			0,1	0,3	0,5	1,0
Össz oldott anyag	g/l	4,85	5,00	4,67	4,42	4,29
Össz szárazanyag	g/l	1,45	1,18	0,92	0,42	0,33
pH		7,38	7,32	7,37	7,4	7,39
Vezetőképesség	mS/cm	1,37	1,52	1,53	1,62	1,75
Zavarosság	NTU	2620	2500	2060	1475	1255
Redukáló cukor	g/l	0,64	1,20	1,57	1,93	2,07
Keményítő tartalom	g/l	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07
Hamu, 600°C	%	30,7	29,9	28,8	26,2	24,9

3. táblázat. A szitavíz tulajdonságai enzimes kezelés után

The enzyme treatment of the pulp changes not only the pulp characteristics, but the white water properties also change very significantly as it is shown in **table 3**. The total dry content (TDC) changed only moderately, but the total suspended solid (TSS), which consisted mainly of fines and colloidal substances such as starch, changed very significantly and in case of 1% amylase addition TSS decreased nearly by 80%. This TSS decrease is seen on the turbidity value as well. The initial turbidity from 2620 NTU decreased to 1255. The TSS and turbidity correlate to each other as it can be seen on **fig 4**.

The efficiencies of the enzyme can be characterised by generation of glucose or other reducing sugars as the enzyme hydrolyses starch or its derivatives.

This reducing sugar appears in white water during enzymatic treatment and at the same time starch content of the white water will decrease. It is clearly seen on **fig.5**. where starch content and reducing sugar in white water and enzyme dosage are put together. The more the applied enzyme dosage the more reducing sugar and the less starch can be detected in the water.

Finally it can be said that treating the starch containing paper with amylase facilitates starch removal from the fibre surface in such a way which improves sheet making behaviour of pulp gained from waste paper.

The strength properties of recycled pulp from waste paper without enzyme treatment and after enzyme treatment were compared. In addition to

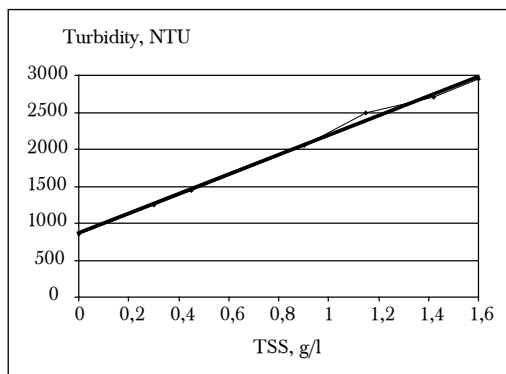


Figure 4. Correlation between turbidity and TSS of white water after enzyme treatment

the pulp after enzyme treatment 1% and 2% cationic starch were added and handsheets were produced and tested.

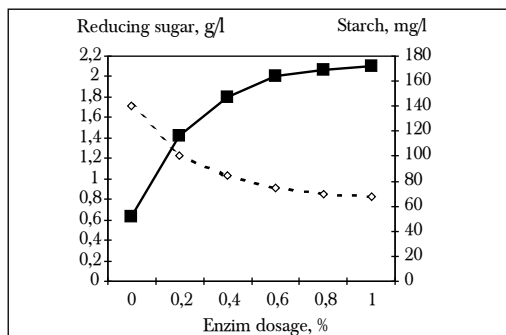
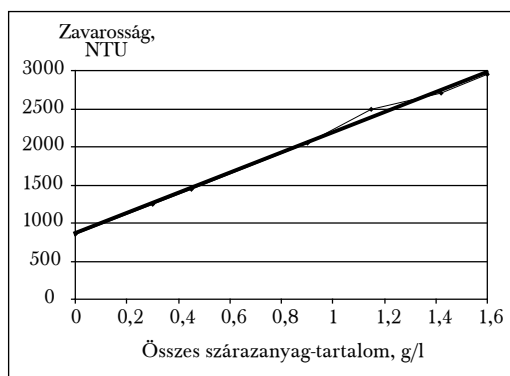


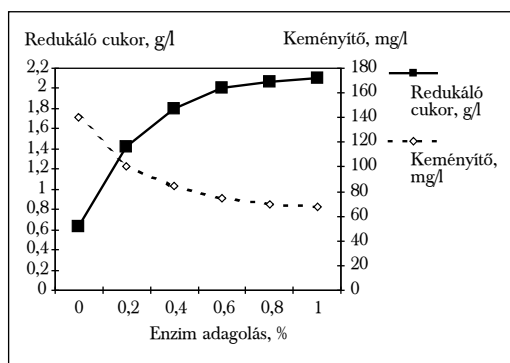
Figure 5. Concentration of starch and reducing sugar in white water after enzyme treatment

Parameters		Untreated pulp	Enzyme dosage in, %			
			0,1	0,3	0,5	1,0
TDC	g/l	4,85	5,00	4,67	4,42	4,29
TSS	g/l	1,45	1,18	0,92	0,42	0,33
pH		7,38	7,32	7,37	7,4	7,39
Conductivity	mS/cm	1,37	1,52	1,53	1,62	1,75
Turbidity	NTU	2620	2500	2060	1475	1255
Reducing sugar	g/l	0,64	1,20	1,57	1,93	2,07
Starch content	g/l	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07
Ash, 600°C	%	30,7	29,9	28,8	26,2	24,9

Table 3. Characteristic of white water after enzymatic treatment



4. ábra. A zavarosság és az összes lebegőanyag kapcsolata



5. ábra. A keménység és a redukáló cukor koncentrációja a körvizben

származékait oligoszaharidokká, illetve maltózá és végül glükózzá.

Ez a redukáló cukor megjelenik a retúrvízben és ezzel egyidőben a retúrvíz keménységtartalma csökken. Ez világosan látható az **5. ábrán**, ahol a keménységtartalmat és a redukálócukortartalmat az enzimkoncentráció függvényében együtt ábrázoltuk. Mivel nagyobb volt az enzimdózis, annál több redukáló cukor és kevesebb keménység található a retúrvízben.

Végezetül megállapítható, hogy a keménységtartalmú papírok amiláz enzimmel való kezelése elősegíti a keménység eltávolítását a rostfelületről és ilymódon javítja a hulladékpapírból kinyert rostok lapképző tulajdonságait.

A hulladékpapírból kinyert rostok szilárdsági tulajdonságait hasonlítottuk össze enzimkezeléssel, illetve enzimkezelés nélkül előállított papírok vizsgálatával. Az enzimkezelés után 1%, illetve 2% kationos keménységet adagoltunk és próbalapokat állítottunk elő és meghatároztuk azok fizikai-mechanikai tulajdonságait.

A kapott eredményeket a **4. táblázat** mutatja. A **4. táblázat** adataiból megállapítható, hogy az enzimkezelés a próbalapok szilárdsági tulajdonságait 10-20%-kal rontja. (a TEA érték 20%-kal, a szakító érték, a repesztő érték, az SCT és az RCT mintegy 5-10%-kal, a

		Kezeletlen rostanyag	Enzimkezelés, 1% enzim		
			Kationos keménység adagolás		
			nincs	1%	2%
Négyzetméter-tömeg	g/m^2	85,8	83,9	87,5	84,3
Vastagság	mm	0,144	0,145	0,146	0,154
Tépési mutató	Nm/g	38,0	36,0	38,6	39,9
TEA-érték	J/kg	541	438,8	545,6	562,0
Nyúlás	%	2,1	1,95	2,06	1,99
Tépési mutató	$\text{kPa m}^2/\text{g}$	2,13	1,95	2,20	2,25
Repesztési mutató	mNm^2/g	8,8	8,8	8,7	8,1
SCT	kN/m	1,5	1,4	1,7	1,7
RCT	N	80,4	74,7	80,8	83,3
CMT30	N	70,4	59,8	72,3	77,7
Keménység tartalom	%	3,45	0,75	1,70	2,6

4. táblázat

		Untreated pulp	Enzyme treatment, 1% enzyme		
			Addition of cationic starch		
			none	1%	2%
Grammage	g/m ²	85,8	83,9	87,5	84,3
Thickness	mm	0,144	0,145	0,146	0,154
Tensile index	Nm/g	38,0	36,0	38,6	39,9
TEA	J/kg	541	438,8	545,6	562,0
Elongation	%	2,1	1,95	2,06	1,99
Burst index	kPa m ² /g	2,13	1,95	2,20	2,25
Tear index	mNm ² /g	8,8	8,8	8,7	8,1
SCT	kN/m	1,5	1,4	1,7	1,7
RCT	N	80,4	74,7	80,8	83,3
CMT ₃₀	N	70,4	59,8	72,3	77,7
Starch content	%	3,45	0,75	1,70	2,6

Table 4. Physico-mechanical properties of handsheets produced from enzymatically treated pulp

The results are shown in **table 4**. From the data of **table 4** it can be concluded that enzyme treatment decreases strength properties of the handsheets by 10-20%. (TEA decreased by 20%, tensile, burst, SCT and RCT by approximately 5-10%, CMT by 15%). This decrease can be eliminated by adding fresh starch additives, where the properties of the handsheets reach the original values or even more. The starch content of the untreated, enzymatically treated and enzymatically treated and adjusted with cationic starch demonstrates that after enzyme treatment fibres are capable to retain starch on their surface again. (See the last row in the **table 4**.)

Conclusions

Enzymatic treatment of secondary fibres gained from starch containing waste paper improves sheet-making properties of such fibres. The ability to adsorb starch is restored due to enzyme action as it removes the already adsorbed starch from the fibre surface and from the white water as well. As the colloiddally suspended starch fragments and the fines and crills are responsible for the slow dewatering, partial removal of these improves this important parameter which determines paper machine speed.

Acknowledgements

DUNAPACK Co. , Csepel is highly acknowledged for supporting this research.

Literature

- [1.] *D. Lopez – T. Vidal*: Treatment with amylases before the desintegration for deinking operation. Proceeding of the 8th international conference on biotechnology in the pulp and paper industry., 2001. Helsinki.
- [2.] *E. Lascaris – L. Mew*: Drainage improvement of recycled fibres whitewater following α -amylase bio-modification., APPITA 50(1)51, 67(1997)
- [3.] *Jian H Ma – Chengliang Jiang*: Enzyme application in the pulp and paper industry. Progress in paper recycling., 11(5)36(2002)
- [4.] *A. Hernádi*: Accumulation of the starch in bag paper in case of repeated use of the same fibres several time., Research Report PRI 24p. (1998)
- [5.] *A. Hernádi – P. Völgyi*: Adsorption of different starches on the pulp surface., Papíripar XXIII(2)51(1979)

CMT érték 15%-kal csökken. Ez a csökkenés friss keményítőadagolással kivédhető és a próbalapok szilárdsága eléri az eredeti értéket, vagy még jobb lesz.

A kezeletlen, az enzimesen kezelt, az enzimesen kezelt és kationos keményítővel adagolt rostok keményítőtartalma igazolja, hogy a rostok az enzimes kezelés után újra képesek a felületükön a keményítő megkötésére. (Lásd a **4. táblázat** utolsó sorát).

Következtetések

A keményítőtartalmú hulladékpapírból kinyert rostok enzimes kezelése javítja ezen rostok lapképző tulajdonságait. A rostok keményítőadszorbeáló képességüket az enzimes kezelés hatására visszanyerik, mivel az enzim hatására a rostokban már korábban adszorbeálódott keményítő mind a rostfelületről, mind pedig a retúrvízből eltávolítható.

Mivel a kolloidálisan szuszpendált keményítőrészecskék, valamint a finomanyag és a törmelékrost felelősek a rossz víztelenedésért, ezek részleges eltávolítása javítja e fontos paramétert és ezzel növelhető a papírgép sebessége.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Dunapack Rt. Csepeli Csomagolópapírgyárának a kutatás támogatásáért.

Irodalom

- [1.] *D. Lopez – T. Vidal*: Treatment with amylases before the desintegration for deinking operation. Proceeding of the 8th international conference on biotechnology in the pulp and paper industry., 2001. Helsinki.
- [2.] *E. Lascaris – L. Mew*: Drainage improvement of recycled fibres whitewater following α -amylase bio-modification., APPITA 50(1)51, 67(1997)
- [3.] *Jian H Ma – Chengliang Jiang*: Enzyme application in the pulp and paper industry. Progress in paper recycling., 11(5)36(2002)
- [4.] *A. Hernádi*: Accumulation of the starch in bag paper in case of repeated use of the same fibres several time., Research Report PRI 24p. (1998)
- [5.] *A. Hernádi – P. Völgyi*: Adsorption of different starches on the pulp surface., Papíripar XXIII(2)51(1979)

Cellulózrost minőségének érzékelője



A DAS400FV az első on-line műszer, amely egyesíti a rosthossz- és a rostfelületmérést facsiszolóban és őrlő berendezésben. Az érzékelőt a feltaláló nevére (Suvajit Das) nevezték el; a három online érzékelő a következő: DAS400 víz-telenítő és rostfelületmérő, a rost megjelenési formáját és rosthosszt elemző műszer,

valamint a törmelék-meghatározó műszer. A mért értékek magukban foglalják a fajlagos felületet, a fajlagos térfogatot, a rost tömöríthetőségét, az őrlésfokot, a vízvisszatartást, a porozitást, a vákuum-ellenállást, a rosthossz és

-szélességet, a finomanyag-tartalmat, a rost törmelékét és a minitörmelékét. A DAS-technológia alapján az érzékelő berendezés lehetőséget biztosít az alaptulajdonságok és a kész papír tulajdonságainak: szakítás, sűrűség, porozitás meghatározásához.

Az első ilyen érzékelőt sikerrel helyezték üzembe az USA észak-keleti részén egy nagy teljesítményű facsiszolóban. Az egybegyűjtött adatokat olyan modellbe táplálják, melynek segítségével a rostok és a cellulóz tulajdonságaiból előre meghatározhatók a papír jellemzői.

CyberMetrics.Alpharetta,Ga.USA

Forrás: International Paper World 2,11(2204)

Dr. Morvay Sándor

Számítógépek a papíriparban – a Neumann-év kapcsán

2003-ban egész éves ünneppsorozat keretében emlékezhettünk meg *Neumann János*ról, aki tavaly lett volna éppen száz éves. Jelen cikkemmel kívánok – a Papíripar hasábjain – emléket állítani ennek a kivételes tudós egyéniségnek, akinek életműve mind a mai napig hatással van életünk valamennyi területére. Bárnan kijelenthető, hogy *Neumann János* ajtót nyitott a XXI. század előtt. Írásomban egy portré közlése után tárgyalom a számítógépek napjainkban is tartó fejlődését a papíriparban.

Portré

Neumann János 1903 december 28-án született Budapesten jómódú értelmiségi család sarjaként. Már kisgyermekkorában kitűnt matematikai zsenialitása. Középiskolai tanulmányait a farsori Evangélikus Gimnáziumban végezte, akárcsak a korszak sok híres tudósa. Az érettségit követően Budapesten tanult matematikát, valamint Berlinben és Zürichben kémiát. 1926-ban egyszerre lett matematikus és vegyészmérnök.

1927-től 1931-ig Németországban a berlini, majd a hamburgi egyetemen volt tanár. 1931-ben hívták meg a az Egyesült Államokba, ahol a Princetonban kutatót és tanított. 1937-ben került kapcsolatba az amerikai kormány katonai tevékenységével. Ettől kezdve vett részt az atombomba előállításában és atomenergetikai programokon is dolgozott. Közgazdaságtudományi kérdések megoldásával – Játékelmélet – korszakalkotó eredményeket ért el.

1945-től kezdve érdeklődése az elektronikus számítógépek felé fordult. Ebben az évben jelent meg fő műve, amely a számítástechnika alapja. Leírta a tárolt programú, elektronikus, digitális számítógép felépítését, jellemzőit és működési elvét (Neumann-elv). A legutóbbi időkig minden kereskedelmi forgalomba került számítógép Neumann-elvű, csak az alkalmazott műszaki megoldások változtak.

Neumann János 1957 február 8-án, nagyon fiatalon, 54 évesen halt meg Washingtonban.

Élete utolsó napjaiban is tudománnyal foglalkozott, legjobb barátjával, a közelmúltban szintén eltávozott *Teller Edével*.

Számítógépek papíripari megjelenésének okai

A papíripar nagyteljesítményű gépeinek kezelése, és a felgyorsult technológiai folyamatok nyomán követése, emberi felügyelettel és beavatkozással már egy idő után kezdett lehetetlenné válni. A nagysebességű papírgépeket ellátó anyagelőkészítő rendszerekben a szuszpenzió zárt csővezetékben áramlik, a berendezésekbe (kádák, pulperek) már nem lehet beelátni. A nagy sebesség miatt a lassú és körülményes emberi beavatkozás a folyamatokba nagy selejtarányt eredményezett. A múlt század második felében kialakult fogyasztói társadalomban az egyre nagyobb teljesítményre irányuló igény a papíripart sem kímélte. Az egyre bővülő piac szigorú minőségi követelményeket is támasztott.

A papírgyártásnak számos olyan területe van, amelynek megközelítése a nagy hőmérséklet, a kifújó gőzvezetékek (szárítóhengerek közelében) és a csöpögő vegyi anyagok miatt veszélyes. Az ilyen területeken munka- és balesetvédelmi okokból következőleg szükség van távműködtetésre.

Mindezen tényezők miatt már a 1950-es évek végén és 60-as évek elején kezdtek el kutatni a számítógépek papíripari alkalmazásait külföldön és hazánkban is.

Számítógépes folyamatirányítás a papíriparban

A számítógépek ipari-technológiai alkalmazásának legmagasabb szintű felhasználása a folyamatirányítás. Minden folyamatirányító számítógép digitális típusú. Ennek segítségével növelhető a termelés és a minőségi követelmények jobban betarthatóak. Hatékonyabb az anyag- és energiagazdálkodás, így kisebb

önköltséggel gyártható a papíripari termék. A számítógépes folyamatirányítás minden megoldása önmagában zárt, összefüggő rendszer. Ennek fő részei: maga a technológiai folyamat, a számítógép, és a folyamatot és a számítógépet összekötő információt átalakító eszközök. Fontos rész még a program (software) valamint az emberi szürkeállomány.

A papírgyártásban a folyamatirányító számítógép meghatározott folyamatparaméterek figyelését végzi annak megállapítására, hogy azok az előírt határértékeken nem lépnek-e túl. Ha ez mégis megtörténne, akkor a folyamat változóit módosítja az előírt érték szerint.

A számítógépes folyamatirányítás papíripari megvalósítására az 1960-as években került sor. Ez a műszaki megoldás nem forradalomszerűen, valamilyen új jelenség vagy módszer felfedezése kapcsán, hanem a műszer- és irányítástechnika fejlődésének következményeként alakult ki. A fejlődésre a következő tényezők hatottak: az 50-es évek közepén már viszonylag nagy megbízhatóságú számítógépek kerültek át a hadiiparból a polgári felhasználók részére. Ekkor kezdődött a számítástechnikai eszközök rendkívül gyors innovációja. Mindebben *Neumann János* kulcs szerepet játszott.

Az első ipari számítógépekbe még elektroncsöveket, reléket és mágneskapcsolókat építettek be. Ezt a felépítést még a „hőskor” idején a nagy méret és a gyakori meghibásodások jellemezték. Napjainkban már az ipari elektronikában mikroalkatrészekből összeállított IC-eket alkalmaznak. A számítógépek méretei is jelentősen lecsökkentek.

Legelőször Finnország cellulóz- és papírgyáraiban működött számítógép. Ezek többsége még csak a laptoemeget és a nedveségtartalmat tudta szabályozni. A kiegészítő rendszerek (hamutartalom-, vastagság- és őrlésfokmérés) alkalmazása csak később terjedt el. Eleinte csak a papírgép folyamatszabályozását tudták megoldani a „felfutószelektől a feltekercselésig”. A finn mintát követve Európa többi papírgyarában is beépítésre kerültek a számítógépek.

Hazánkban az 1980-as évek közepétől működik számítógépes folyamatirányítás. Napjainkban már a nagy múltú ABB cég folyamatirányító

rendszerei üzemelnek Szolnokon, Csepelen és Dunaújvárosban is. A berendezés az alapanyag berakodásától az anyagelőkészítésen át egészen a papírgép utáni tekercsvágásig irányítja a termelést. Bátran kijelenthetjük, hogy a „szalagoktól a tekercsvágókig” van jelen a számítógép, tehát a fentebb említettél sokkal nagyobb mértékben. A rendszer egy Windows alapú grafikus felhasználói felületről kezelhető. Az anyagelőkészítő és a papírgép irányításához egy-egy dolgozó eleendő. A munkafelület világos, könnyen átlátható és minden információt megad a kezelőszemélyzetnek.

Mi várható a jövőben?

Az ilyen jellegű kérdésekre mindig nagyon nehéz válaszolni. Azonban elképzelhető, hogy a jelenlegi technikai fejlődés közepette a hagyományos Neumann-elvű számítógépek korszerűtlenné válnak. Már most kutatnak az un. 5. generációs számítógépek után, melyek már alapvetően különbözni fognak a jelenleg használatosaktól. Előbb-utóbb várható a biochip megjelenése vagy a fény illetve a mágneses jelenségek hasznosítása. Érdekesnek tűnnek a neurális (idegi) rendszerek is. Ezek a leendő számítástechnikai berendezések már nem lesznek Neumann-elvűek.

Neumann János emlékét és munkásságát mindörökké megőrizzük, kivételes emberi nagyságát példaképnek tekintjük.

Irodalom

Neumann János: Válogatott előadások és tanulmányok. Közgazdasági és Jogi Kiadó. Budapest. 1965

Csáki Frigyes: Irányítástechnikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó. Budapest. 1977

Bertényi Balázs – Pálos György: Papíripari Géptan III. KMF jegyzetek. Budapest. 1993

Kalmár Péter: Számítógépek a cellulóz- és papíriparban I. Papíripar XIX(6)222(1975). II. Papíripar XX(2)53(1976)

Jankelovics Péter